

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Angela Maria Jacobus Berlitz

CONHECIMENTO ESPECÍFICO E PEDAGÓGICO:

Uma integração possível na disciplina de
Metodologia de Ensino de Física

Porto Alegre
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Angela Maria Jacobus Berlitz

CONHECIMENTO ESPECÍFICO E PEDAGÓGICO:

Uma integração possível na disciplina de
Metodologia de Ensino de Física

Dissertação realizada sob a orientação da Profa.
Dra. Fernanda Ostermann, apresentada ao
Instituto de Física da UFRGS em preenchimento
parcial dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre
2009

Os educadores são como as velhas árvores. Possuem uma face, um nome, uma "estória" a ser contada. Habitam um mundo em o que vale é a relação que os ligam aos alunos, sendo que cada aluno é uma "entidade" "sui generis", portador de um nome, também de uma "estória", sofrendo tristezas e alimentando esperanças. E a educação é algo para acontecer neste espaço invisível e denso, que se estabelece a dois...(Rubem Alves)

RESUMO

Este trabalho teve como foco melhorar a formação do professor de Física, a partir da integração entre conhecimento específico e pedagógico. Tomou-se, como fundamento, além das idéias de Vygotsky, através da interação entre aluno-aluno e aluno-professor, como forma de se adquirir conhecimento, as pesquisas realizadas por autores preocupados com a formação inicial de licenciandos. Reformulou-se a disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, de 60h-aula, que corresponde a 20 encontros de três horas cada um, do curso de licenciatura em Física da UNISINOS-RS, tendo em vista que a sua forma de abordagem era puramente experimental. Com a reformulação, realizada no 1º semestre de 2005, os licenciandos tiveram a oportunidade de conhecer alguns resultados de pesquisa em ensino de Física e integrá-los à sua formação de professor, através da elaboração de unidades didáticas. Esta integração pôde ser verificada nas unidades didáticas elaboradas, pois, obrigatoriamente, tinham que ter suporte pedagógico através de um autor de teorias de ensino-aprendizagem (e.g., Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire) ou em um dos epistemólogos indicados (e.g., Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan). Os experimentos desenvolvidos, pelos licenciandos, não foram meramente ilustrativos ou demonstrativos, complementares à teoria, mas se mostraram necessários para a real compreensão dos temas pertinentes à disciplina. Para a coleta e análise de dados, também foram utilizados, como instrumento complementar, dois questionários do tipo aberto, um sobre teorias de ensino-aprendizagem e o outro sobre epistemologia. Estes questionários foram aplicados em dois momentos: na primeira e na última aula, justamente para comparar noções sobre teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia, expressas diretamente pelos licenciandos. Observou-se a possibilidade e adequação de desenvolvimento de atividades integradoras, considerando os diferentes enfoques metodológicos e suas bases epistemológicas. As modificações realizadas na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, atualmente denominada Ambiente de Aprendizagem de Física I, foram resultado de um processo, em que se abandonou o modelo tradicional, adotando um outro, inovador, no qual os alunos foram motivados a integrar o conhecimento específico com o pedagógico.

Palavras-chave: Formação de professores. Física. Teorias de ensino-aprendizagem. Epistemologia.

ABSTRACT

The focus of this research is to improve the development of Physics teachers by means of integration between specific and pedagogical knowledge. Besides Vygotsky's ideas, in which knowledge is acquired through a student-student and a student-teacher interaction, researches done by authors that are concerned about the early education of college students were also taken as groundwork. The subject "Physics Education Methodology I", from the College of Physics – UNISINOS/RS, a 60-hour discipline taught in 20 meetings, 3 hours each, was reformulated, given its purely experimental approach. As a result of that reformulation, which was conducted in the first semester of 2005, college students had the opportunity to explore some research results in Physics Education and integrate them into their teaching formation through the development of teaching units. The integration in the developed teaching units could be verified due to their need of a pedagogical support by a Teaching/Learning Theories author (e.g., Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire) or by one of the selected epistemology authors (e.g., Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan). The experiments developed by the students weren't only illustrative or demonstrative, complementary to the theory, they were also necessary for real understanding of the topics relevant to the subject. Two open questionnaires, one about Teaching/Learning Theories and the other about epistemology, were also used as an additional instrument for collecting and analyzing data. These questionnaires were administered in the first and in the last class, in order to compare Teaching/Learning Theories and epistemology notions directly mentioned by the students. The possibility and appropriateness of the development of integrative activities were perceived, considering the different methodological approaches and its epistemological basis. The changes made to the subject "Physics Education Methodology I", now called "Physics Learning Environment I", were the result of a process, in which the traditional model was abandoned and another one - more innovative where the students were motivated to integrate specific and pedagogical knowledge - was adopted.

Key words: Teacher Education. Physics. Teaching/Learning Theories. Epistemology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 ESTUDOS RELACIONADOS.....	12
2.1 ASPECTOS GERAIS DA FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA EDUCAÇÃO BÁSICA	12
2.2 TRABALHOS EM DISCIPLINAS ESPECÍFICAS DE CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA	16
2.3 CONCEPÇÕES DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA	19
2.4 ATIVIDADES PRÁTICAS E EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA	21
2.5 A FORMAÇÃO DO DOCENTE DE NÍVEL SUPERIOR, QUE ATUA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	22
2.6 A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA, COMO PESQUISADOR REFLEXIVO	24
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
3.1 A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA	27
3.2 A TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY	30
3.2.1 A mediação e o papel do professor	32
3.2.2 O significado de zona de desenvolvimento proximal (ZDP).....	34
3.2.3 Conceitos espontâneos (cotidianos) e conceitos científicos (escolarizados)	36
3.2.4 O laboratório como processo social	38
4 ESTRUTURA PEDAGÓGICA E BASE LEGAL DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	40
4.1 O PROJETO PEDAGÓGICO E A ESTRUTURA CURRICULAR DA LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNISINOS, DE 2000	40
4.2 DOCUMENTOS OFICIAIS	42
5 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO	47
5.1 PARTICIPANTES E LOCAL DA APLICAÇÃO	47
5.2 A DISCIPLINA 10188 – METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I	47
5.2.1 A forma original da disciplina	48
5.3 IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA	49
5.3.1 Primeira parte – Apresentação da disciplina	49
5.3.2 Segunda parte - Fundamentação Teórica.....	52
5.3.3 Terceira parte - Conhecimento Integrador	55
5.3.4 O ambiente virtual InterAge – Uma concepção vygotkiana para a formação de professores.....	57
5.4 COLETA DE DADOS	58

6 ANÁLISE DOS DADOS	59
6.1 UNIDADES DIDÁTICAS	59
6.1.1 As leis do movimento de Newton, associadas às questões do trânsito, através de uma abordagem vygotskyana (ANEXO M1)	60
6.1.2 Com o passar do tempo, as distâncias mudam (ANEXO M2)	61
6.1.3 Diferença entre temperatura e sensação térmica (ANEXO M3)	62
6.1.4 As evidências do modelo heliocêntrico e suas consequências diretas sobre a Terra (ANEXO M4)	63
6.1.5 Transmissão do calor por convecção: “a ciência como uma atividade de solucionar problemas” (ANEXO M5)	64
6.1.6 Experimento sobre energia mecânica, conjugando queda livre e lançamento de projéteis, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel (ANEXO M6)	65
6.1.7 Visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações (ANEXO M7)	66
6.1.8 O estudo da gravitação em um contexto histórico tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn (ANEXO M8)	66
6.1.9 O pensamento piagetiano para a aprendizagem do pêndulo simples (ANEXO M9)	67
6.1.10 Princípio de Pascal: Elevador Hidráulico por Vygotsky (ANEXO M10)	68
6.1.11 Pressão atmosférica usando o critério de demarcação proposto por Popper (ANEXO M11)	69
6.2 QUESTIONÁRIOS	70
6.2.1 Análise e discussão das respostas ao questionário 1	70
6.2.2 Análise e discussão das respostas ao questionário 2	87
7 CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICE A - Produto educacional	106
APÊNDICE B – Cronograma de apoio	108
APÊNDICE C – Bibliografia complementar	109
APÊNDICE D – Questionário 2	111
APÊNDICE E – Publicações e/ou apresentações	112
ANEXO A – Projeto pedagógico	113
ANEXO B – Currículo	131
ANEXO C – Caracterização da disciplina metodologia de ensino de física I em 2005-1	133
ANEXO D - Cronograma da disciplina	136
ANEXO E – Modelo de relatório de um grupo apresentado em 2004/1	138
ANEXO F – Questionário 1	142

ANEXO G – Mapas conceituais elaborados pelos alunos em 2005/1.....	144
ANEXO H - Questões sobre o método científico	151
ANEXO I – Questões sobre a epistemologia de Popper	152
ANEXO J – Planilha com as respostas aos questionários 1 e 2	153
ANEXO K - Questões sobre a epistemologia de Kuhn e Popper.....	189
ANEXO L – Questões sobre a epistemologia de Laudan	190
ANEXO M – Unidades didáticas	191
ANEXO N – Ementa de ambiente de aprendizagem de física I	361

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objeto de estudo a integração entre o conhecimento específico de Física e o pedagógico, analisada a partir dos resultados obtidos com as alterações realizadas na disciplina de Metodologia do Ensino de Física I, em 2005-1, do curso de Licenciatura em Física, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Nesse sentido, tem como objetivo geral o de discutir e promover alterações, na referida disciplina, visando a essa integração. Os objetivos específicos são: discutir a formação do professor de Física, no que diz respeito ao conhecimento específico e pedagógico; promover alterações na disciplina, visando à integração das duas áreas de conhecimento; possibilitar o desenvolvimento de unidades didáticas, por parte dos licenciandos, e verificar a existência ou não da integração; verificar, através de instrumento específico, se houve mudanças, na percepção dos alunos, sobre as teorias de ensino-aprendizagem.

A proponente do presente projeto é professora desta disciplina, já há algum tempo. No decorrer das disciplinas do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS, percebeu que, apesar da disciplina ter o nome de “Metodologia de Ensino de Física”, esta não passava de uma mera “Instrumentação para o ensino de Física”, pois, na verdade, o licenciando tinha uma única preocupação: montar um experimento, na maior parte das vezes, de baixo custo, elaborar um relatório e apresentá-lo ao grupo de colegas. O licenciando, geralmente, tem dificuldade de relacionar, ao explicar o funcionamento de seu material instrucional, os conteúdos específicos de Física aos conhecimentos anteriormente adquiridos nas disciplinas pedagógicas. Obviamente, a culpa não é dele, mas da estrutura curricular, que oferece as disciplinas de conteúdo específico do curso dissociadas do conhecimento pedagógico. As disciplinas de cunho pedagógico são ministradas por docentes especialistas em Pedagogia, na maior parte das vezes, sem conhecimento específico de Física. Obrigatoriamente, deveriam ocorrer mudanças, nesse sentido. Essas foram as preocupações que direcionaram o desenvolvimento da pesquisa.

O Mestrado Profissional em Ensino de Física ofereceu a oportunidade para que a proponente do presente projeto pudesse, ao mesmo tempo, utilizar os conteúdos específicos de Física, e os de cunho pedagógico, tentando, dessa forma, atingir a formação integral dos licenciandos. Para tanto, pretendeu-se, com o desenvolvimento do projeto, buscar uma integração entre pesquisa em ensino de Física (com ênfase nas teorias de ensino-aprendizagem, na epistemologia e em conteúdos específicos) e a formação de professores.

Não eram discutidos, na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, por exemplo, resultados de pesquisas na área de ensino de Física e, também, a contribuição da pesquisa, para a melhoria da qualidade de ensino de Física, o que seria de fundamental importância para os futuros professores. Essa carência privava os licenciandos de um elemento importante, para a compreensão da processualidade da produção e apropriação de conhecimento e do caráter provisório das certezas científicas. Da mesma forma, compreender as relações epistemológicas é fundamental para uma aprendizagem significativa, pois estará abrindo caminho para um desenvolvimento conceitual da própria Física.

O curso de licenciatura em Física da UNISINOS-RS oferecia, em seu currículo 2, disciplinas de enfoque pedagógico. Essas disciplinas tinham como um dos seus objetivos o de planejar e desenvolver atividades experimentais, que envolvessem fenômenos físicos, através da interpretação das teorias e das leis que os descrevem. A disciplina 10188 – Metodologia de Ensino de Física I, que, na grade curricular, está no quarto semestre, se encaixa neste perfil. Ela tem como pré-requisito as seguintes disciplinas: “Física Mecânica”, “Gravitação”, “Ondas e Mecânica dos Fluidos”, “Física Calor” e “Cálculo I”. Trata-se de uma disciplina de quatro créditos, totalizando 60 horas-aula na Universidade e mais 40 horas-aula extraclasse. Nas aulas presenciais, os alunos, segundo os conteúdos específicos de Física, apresentam propostas de material instrucional. Nas atividades extraclasse, vivenciam a prática docente, através de observações de aulas de laboratório nas escolas da rede.

É importante ressaltar que o usual, nos cursos de Licenciatura em Física, no Brasil, é ministrar os conteúdos específicos de forma totalmente separada dos conteúdos pedagógicos, principalmente porque os professores universitários não têm uma formação adequada, pois são, geralmente, docentes especialistas em conteúdo. Apesar dos currículos de Licenciatura em Física terem trazido, para os primeiros anos do curso, as disciplinas pedagógicas, que se mesclaram com as disciplinas de conteúdos específicos, elas são desenvolvidas de forma dissociada. O que se observa, portanto, na prática, é uma repetição do “esquema 3+1”¹. Marinho (1993) resalta que os professores dos conteúdos específicos cumprem seus programas sem vinculação com a formação pedagógica, assim como os professores dos cursos de Educação, desenvolvem suas disciplinas sem maior ligação com os conteúdos específicos. O que se vê, portanto, é, de um lado, alguém que se propõe a ‘ensinar como ensinar’, enquanto que, do outro lado, num trabalho dissociado, alguém que ‘ensina o que ensinar’.

É papel do professor da Educação Básica desenvolver, junto a seus alunos, postura investigativa. Assim, a pesquisa constitui um instrumento de ensino e um conteúdo de aprendizagem na formação. Ela é especialmente importante para a análise dos contextos em que se inserem as situações cotidianas da escola, para construção de conhecimentos que ela demanda e para a compreensão da própria implicação na tarefa de educar. Possibilita que o professor, em formação, aprenda a conhecer a realidade, para além das aparências, de modo que possa intervir, considerando as múltiplas relações envolvidas, nas diferentes situações com que se depara, referentes aos processos de aprendizagem.

Nas últimas décadas, foram ampliados os estudos e as pesquisas, que têm a aprendizagem e o ensino de cada uma das diferentes áreas de conhecimento como objeto de estudo. Em algumas áreas, e para determinados aspectos do ensino e da aprendizagem, esse crescimento foi mais significativo do que em outras. Pode-se afirmar, porém, que, em todas elas, há investigações em andamento. Essas pesquisas ajudam a criar didáticas específicas, para os diferentes objetos de ensino da educação básica.

Para ensinar os conteúdos para os licenciandos ou ainda para formular um dado conceito, é necessário apresentar os problemas que levaram à formulação deste conceito. A epistemologia e a

¹ Três anos iniciais de Bacharelado e um último ano de disciplinas pedagógicas, ditadas pela Faculdade de Educação.

história da Física mostram os elementos que dão significado ao conceito. Por isso, esses saberes devem ser integrados ao processo de ensino-aprendizagem, tendo papel fundamental na inclusão de novos conceitos à estrutura cognitiva. Essas informações históricas são apresentadas não como mera curiosidade, mas, como algo fundamental para o entendimento dos conceitos físicos.

O que se pretendeu foi mostrar ao licenciando que ele tem potencial para fazer reflexões acerca de suas ações. Assim, ele pode vir a ser mais observador e investigador de sua própria realidade.

Para Miguel et al (1997), do professor espera-se a intermediação de conhecimentos, o que exige saberes solidamente apropriados, no sentido de ter a capacidade de produzir o chamado conhecimento escolar. Do professor, espera-se também o domínio quantitativo e qualitativo de saberes relativos à sua área específica de conhecimento. Neste processo, estão incluídos teorias de ensino-aprendizagem e conhecimento sobre diferentes processos didático-metodológicos.

Pretendeu-se, ao fazer essas mudanças na forma de ministrar a disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, do curso de licenciatura em Física da UNISINOS-RS, buscar uma integração entre o conteúdo específico de Física e o pedagógico, com ênfase nas teorias de ensino-aprendizagem e na epistemologia. Para atingir este objetivo, inicialmente, os licenciandos tiveram aulas teóricas preparatórias, sobre alguns resultados de pesquisa, em ensino de Física. Em um segundo momento, elaboraram unidades didáticas, fundamentadas em teorias de ensino-aprendizagem (e.g., Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire) e em contribuições da epistemologia contemporânea (e.g., Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan).

Como produto educacional da proposta, resultou a publicação de uma página na internet, disponibilizada no servidor chile da UNISINOS, visando a utilização deste material por outros professores de Metodologia do Ensino de Física, como também consulta por parte dos estudantes dos cursos de Licenciatura em Física. No apêndice A são fornecidas explicações sobre a utilização deste material.

O texto está dividido em sete capítulos. A introdução do trabalho é o capítulo um da dissertação. O capítulo dois aborda estudos relacionados ao tema da dissertação.

No capítulo três, apresenta-se o referencial teórico, que forneceu os subsídios necessários ao trabalho. Este capítulo é dividido em duas partes: na primeira, procurou-se adaptar, no contexto da pesquisa, as idéias de pesquisadores voltados para a formação inicial de professores e a teoria sócio-interacionista, proposta por Vygotsky.

O capítulo quatro aborda as questões legais, relacionadas à formação de professores, e, devido à sua importância, o projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Física, da UNISINOS, em 2005/1.

No capítulo cinco, mostram-se os procedimentos metodológicos, utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Além de explicitar os participantes e o local da pesquisa, este capítulo aborda a caracterização da disciplina Metodologia de Ensino de Física I e os caminhos seguidos para as suas alterações.

No capítulo seis, descrevem-se a análise e a discussão dos resultados obtidos, através da aplicação dos questionários e das unidades didáticas produzidas pelos licenciandos.

A seguir, no capítulo sete, são feitas as considerações finais, com base no que foi proposto nos objetivos deste trabalho.

2 ESTUDOS RELACIONADOS

Para compor este capítulo, selecionou-se pesquisadores, que tivessem sintonia com o tema da dissertação, a partir de um levantamento bibliográfico em livros, periódicos, trabalhos acadêmicos e sites especializados.

São inúmeros os trabalhos publicados que mostram a atenção de autores em relação a essa temática. Assim, realizou-se um recorte, utilizando-se publicações *online*, entre 1999 e 2008, de revistas nacionais, cujos temas analisados pelos pesquisadores estivessem em consonância com a presente pesquisa.

2.1 ASPECTOS GERAIS DA FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA EDUCAÇÃO BÁSICA

A formação de professores tem sido, nas últimas décadas, objeto de muitas pesquisas, na tentativa de encontrar formas de garantir a melhoria da qualidade de ensino, nos cursos de Licenciatura.

André et al (1999, p.307), ao apresentarem os temas das pesquisas realizadas, na década de 1990, por especialistas, sobre a formação do professor, nos cursos de licenciatura, salientam que

[...] os trabalhos discutem a dicotomia entre a formação específica e a formação pedagógica, relatam experiências curriculares inovadoras, revelam a importância da interdisciplinaridade nos programas de formação docente, expõem experiências de articulação entre ensino, pesquisa e extensão, debatem as diferenças entre conhecimento científico, saber cotidiano e saber escolar, estudam as representações e opiniões dos alunos da licenciatura.

Como bem fundamentam Delizoicov et al (2002), os cursos de formação do professor, de modo geral, privilegiam o aprendizado de conteúdos específicos de sua licenciatura, estando muito próximos, ainda, dos cursos da década de 1970. Esses conteúdos são assimilados, de forma fragmentada, em disciplinas separadas, durante sua graduação. Com frequência, isso ocorre independentemente de qualquer discussão sobre seu significado filosófico, seu papel histórico e os processos de ensino. Para superar a suposta oposição entre 'conteudismo' e 'pedagogismo', os currículos de formação de professores devem contemplar espaços, tempos e atividades adequadas, que facilitem, aos licenciandos, a permanente transposição didática, isto é, a transformação dos objetos de conhecimento em objetos de ensino. Esta transposição didática pode ser otimizada, se os resultados de pesquisa, nas diferentes áreas - assim como os novos materiais didáticos - forem levados para a sala de aula, nos cursos de licenciatura. Este é o local ideal para a 'disseminação' dos novos conhecimentos e materiais didáticos produzidos. De acordo com Delizoicov et al (2002, p.40):

A disseminação dos resultados entre os pares pesquisadores tem sido considerada satisfatória, dado o número de congressos, de revistas para publicação e de referências mútuas utilizadas. No entanto, a apropriação, a reconstrução e o debate sistemático dos resultados de pesquisa na sala de aula e na prática docente dos professores dos três níveis são sofríveis.

McDermott (1990, apud GIL-PÉREZ; CARVALHO, 2001, p.79) aponta que “A total separação entre a instrução sobre Educação e a instrução em conteúdos, diminui a validade de ambas para os professores”. Esta separação se deve à falta de integração dos princípios teóricos, estudados nas disciplinas de Educação, com os conteúdos específicos. Seguindo essa linha de pensamento, Penick e Yager (1988, apud GIL-PÉREZ; CARVALHO, 2001, p.80) afirmam que, nos currículos dos cursos de licenciatura, deveria ocorrer a integração entre “[...] os conteúdos da disciplina, organizadores teóricos e os resultados da pesquisa sobre práticas bem-sucedidas e algumas experiências relevantes”. Portanto, a pesquisa é considerada como um instrumento de ensino, um conteúdo de aprendizagem na formação do professor.

Marandino (1997), em pesquisa sobre a formação continuada de professores de Ciências, concluiu que, praticamente, os professores de Ensino Médio ministram suas aulas de forma tradicional, ou seja, expositiva, tendo, como referência, um livro texto. Algumas vezes, eles até utilizam experimentos, mas, somente para comprovar a teoria, já passada aos alunos. Dessa forma, estão contribuindo para que as aulas de ciências sejam chatas e desinteressantes. Não existe uma preocupação, por parte desses professores, em como se dá a construção do conhecimento, a fim de facilitar e possibilitar aprendizagem. Para a autora, os cursos de Licenciatura deveriam sofrer modificações, no sentido de preparar o professor

[...] para uma atuação crítica, colocando-o a par da construção histórica do ensino em sua área, das abordagens e tendências presentes na pesquisa e na prática da área, das teorias de aprendizagem, da construção histórica do pensamento em Educação e de suas perspectivas, para que esse professor possa, de forma crítica, optar e atuar em educação científica. (MARANDINO, 1997, p.179)

Na mesma linha de pensamento de André et al (1999), Maciel et al (2002, p.175) “[...] afirma ser necessária uma integração entre ensino e pesquisa, no trabalho docente”. Os autores apontam a importância do papel da pesquisa, na formação e no aperfeiçoamento teórico-prático, como algo fundamental para o exercício da profissão. Segundo eles, o professor educado pela pesquisa estará constantemente atualizando, ampliando e aprofundando seu conhecimento, atendendo às necessidades reais de formação do seu aluno. Contrariando essa necessidade, ocorre que, geralmente, os licenciandos adquirem, nos seus cursos de formação, apenas conhecimentos específicos, que são trabalhados na sua forma acabada e são ensinados aos alunos dessa mesma maneira.

Como dito na introdução o que se observa, na prática, é uma repetição do “esquema 3+1”. Este fato ocorre, de acordo com Marinho (2003), porque os conteúdos específicos são ministrados de forma totalmente separada dos conteúdos pedagógicos, principalmente porque os professores universitários não têm uma formação adequada, pois são geralmente docentes especialistas em conteúdo. O autor argumenta que, para os professores das disciplinas específicas dos cursos de licenciatura

[...] a formação pedagógica é de responsabilidade exclusiva dos docentes de didática ou prática de ensino. [...]. Os docentes das chamadas disciplinas específicas das licenciaturas, em sua maioria, não conseguem ver o enorme valor que existiria se também contribuíssem para a formação pedagógica de seus alunos, associando as temáticas específicas, sob sua direta responsabilidade com estratégias de ensino e aprendizagem daqueles mesmos temas. (MARINHO, 2003, p.2)

Para Marinho (2003), os professores das disciplinas específicas formam, por exemplo, um físico, e não um professor de Física.

De acordo com Shulman (1986, apud LONGUINI; NARDI, 2002), os conhecimentos adquiridos pelos professores, nos cursos de licenciatura, são: o do conteúdo específico, o do conteúdo pedagógico e o curricular. Nardi e Longuini, no desenvolvimento de sua pesquisa, verificaram que os professores devem transformar o conteúdo específico em conteúdo passível de ser ensinado, ao ministrarem suas aulas. Assim, os autores acreditam ser possível atingir este objetivo, levando em conta seus conhecimentos pedagógicos. Como afirmam Garnett e Tobin (1988, apud LONGUINI; NARDI, 2002) o conhecimento do conteúdo específico não garante um ensino eficaz. É necessário que os professores transformem os conhecimentos científicos, em conhecimentos ‘ensináveis’ em sala de aula. Para ocorrer esta transformação, o professor, ao preparar sua aula, deve conhecer os alunos, suas necessidades, suas expectativas. No dizer de Longuini e Nardi (2002, p.2),

[...] o conteúdo específico é caracterizado como sendo o corpo de conhecimentos que os professores têm em mente. Já o conhecimento do conteúdo pedagógico é o conhecimento da disciplina transformado às necessidades do ensino [sic!]; ele engloba todas as estratégias que os professores usam, desde o reconhecimento das idéias prévias dos estudantes até a elaboração de analogias, exemplos, ilustrações etc.

Também para Moreira e David (2005), o que falta, nos cursos de formação de professores, é a articulação entre as disciplinas específicas e as de cunho pedagógico. Eles afirmam que, nos cursos de licenciatura brasileiros, não foi abandonado o “esquema 3+1”, apesar da inclusão das disciplinas integradoras, nos currículos, pois as mesmas são introduzidas após as de conteúdo

específico e as de conteúdo pedagógico. Para os autores, com esse tipo de formação, os futuros professores somente irão transmitir conhecimento aos alunos e não construí-lo.

Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002, p.140) acreditam que a formação inicial de professores deve propiciar, aos licenciandos, muito mais do que conhecimentos específicos e pedagógicos. Deve desenvolver, acordo com os autores,

[...] conhecimentos e saberes no modo como se investiga, como se faz ciência. O ter conhecido e, se possível, experimentado os lados privados da ciência ajudam à reflexão epistemológica e permitem uma agilidade e capacidade para transferir para a acção o que se pensa muitas vezes (incorrectamente), que pode ser feito de forma directa – do saber teórico-informativo para o saber prático e reflectido.

Assim, os professores preparam os aprendizes para viver em sociedade, pois a epistemologia induz a reflexões de como se faz ciência.

Terrazzan (2003), discutindo sobre os cursos de licenciatura, critica o modelo utilizado na maioria das Universidades, no qual existe uma separação entre as disciplinas de conteúdo específico e as de conteúdo pedagógico. O autor também observa que, nestes cursos, continua o esquema “3+1” e que, além disso, a maioria dos docentes não está envolvida com pesquisas vinculadas a questões relativas à Escola Básica. Por este motivo, os licenciandos recebem poucas informações, a respeito dos avanços relacionados ao ensino. Como sugestão:

[...] para ocorrer esta articulação ensino-pesquisa, cada docente responsável por disciplina da Graduação deverá se dispor a tanto. Isto lhe exigirá uma boa dedicação de tempo para buscar as informações necessárias e para organizá-las de acordo com o desenvolvimento da disciplina. Infelizmente, poucas vezes se tem registrado que pesquisadores reconhecidos e experientes em seus campos específicos tenham disponibilizado seu "precioso tempo" para uma atuação mais dedicada a estas articulações ao ministrarem disciplinas na Graduação.

Para entender os problemas no ensino de Física, Arruda e Marin Antuña (2001) analisaram os aspectos epistemológicos, psicológicos e didáticos, do processo de ensino-aprendizagem desta ciência. Para os autores, parece que esses fatores não têm influência significativa, na formação cultural e científica dos estudantes. O que falta, nos estudantes, segundo esses teóricos, é principalmente motivação para aprender Física. Talvez devido ao formalismo matemático, utilizado pelos professores dessa matéria, os alunos não consigam assimilar os conceitos físicos e entender a função dessa disciplina. Para resolver esta situação, os autores consideram a necessidade de um novo paradigma, com suporte na metodologia científica, que explique a necessidade de os estudantes estudarem Física. Na pesquisa desenvolvida, Arruda e Marin Antuña elaboraram um sistema didático para ensinar Física, apoiado na teoria da Atividade de Vygotsky, propondo a

modelação e a experimentação do objeto físico que deve ser transformado. Para utilizar esta forma de ensinar, o professor deverá ter habilidades, tanto no tratamento matemático, como teórico dos conceitos abordados, desenfazando a dicotomia entre a Física teórica e a experimental.

Rosa e Rosa (2007), em pesquisa bibliográfica realizada, constataram que muitos professores de Física, ao ministrarem suas aulas, ensinam este conteúdo de forma distorcida, pois, de acordo com eles, a “física do professor” tem dimensão diferente da do físico. Usando o pensamento de Astolfi e Develay, explicam que o posicionamento do professor de Física, na sua ação pedagógica, está relacionado à sua epistemologia, ou seja, à sua visão de ciência, através de crenças e valores que direcionam sua didática que não estão em sintonia com epistemologias contemporâneas. Os autores criticam o ensino de Física, na Educação Básica, pois sua finalidade não é explicitada, tendo em vista que “[...] a seleção dos conteúdos, a metodologia utilizada, o enfoque abordado, entre outros elementos que constituem a ação pedagógica do professor, estão apoiados nessas finalidades e objetivos que são estabelecidos para este nível de ensino”.(ROSA; ROSA, 2007, p.5)

Para os autores, é necessário que os professores pesquisem os conhecimentos prévios dos alunos, discutam estes conhecimentos com eles, para, após, introduzir os conhecimentos científicos, através da história da ciência. Eles ressaltam, também, que o professor de Física atual deve aprender, pois “[...] executar tarefas repetitivas caberá aos computadores e robôs, ao homem compete ser criativo, imaginativo e inovador” (ROSA; ROSA, 2007, p.4).

2.2 TRABALHOS EM DISCIPLINAS ESPECÍFICAS DE CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Mallmann et al (2003) desenvolveram trabalho na disciplina de Didática I da Física, do curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que, na grade curricular, se encontra no sexto semestre. Segundo os autores, somente no sétimo semestre do curso é que as disciplinas de cunho pedagógico ganham peso. As aulas de Didática I da Física tiveram um novo formato e foram desenvolvidas

[...] por temáticas que envolveram Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT) nos eixos: Didática da Física, Resolução de Problemas, Educação Dialógico-Problematizadora (EDP) e Investigação-ação Escolar (IAE). Priorizamos temáticas como: a) transposição didática; b) políticas públicas educacionais para formação de professores da educação básica; c) parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio; d) redes conceituais; e) momentos pedagógicos dialógicos-problematizadores (MPDP); f) ensino-investigativo; g) Meios Tecnológico-comunicativos (MTC) e; h) Tarefas Extra-Classe (TE).

Os autores argumentam que, apesar das mudanças ocorridas, os cursos de Licenciatura em Física continuam privilegiando os conteúdos específicos, em suas grades, deixando, para segundo plano, os de cunho pedagógico e, principalmente, os didático-metodológicos, tão importantes e necessários, para a atuação dos licenciandos, na sua prática nas escolas. Em função deste distanciamento com as disciplinas pedagógicas, os licenciandos são, muitas vezes, resistentes, no momento de realizar tarefas que envolvem os conteúdos de Física e os de metodologia do ensino de Física, como é caso da disciplina de Didática. Os autores verificaram essa resistência, quando, ao desenvolverem a pesquisa nesta disciplina, tiveram que defender o posicionamento de que as competências e habilidades de ambas as áreas são necessárias, pois os futuros professores não compartilhavam dessa idéia.

Camargo e Nardi (2003, p.53) desenvolveram pesquisa na disciplina de Prática de Ensino de Física, do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública paulista, no decorrer do ano de 2001, que teve como objetivo “[...] verificar a influência dos referenciais teóricos propostos pelo docente da disciplina na atuação dos licenciandos”. Eles confirmaram o que a literatura prevê, em situações semelhantes: existem “[...] influências decorrentes de diversos modelos pedagógicos vivenciados durante toda a sua escolarização”. Os licenciandos ministraram curso para alunos do Ensino Médio, tendo uma abordagem dialógica, na direção da problematização dos conteúdos, de modo a conscientizá-los para o entendimento da ciência presente no cotidiano. Os autores, ao analisarem os relatórios dos licenciandos, entregues no final da atividade, verificaram, que

[...] embora os estudantes tenham mostrado indícios de discurso polêmico, ao procurar incorporar os referenciais teóricos e metodológicos escolhidos dentre as pesquisas que propõem avanços nas relações pedagógicas, a racionalidade técnica faz-se presente e permeia quase todo o processo, evidenciando a permanência do discurso autoritário. Ou seja, a atuação dos licenciandos ainda se mostra embasada no discurso autoritário, difícil de se libertar em situações escolares, que são intencionais e atreladas às ideologias presentes nas recomendações presentes em parâmetros, em normatizações presentes em currículos e programas e nos livros didáticos, tanto aqueles utilizados no ensino de graduação quanto no ensino médio. (CAMARGO; NARDI, 2003, p. 53).

Medeiros e Bezerra Filho (2000), tendo como pano de fundo a disciplina de Instrumentação para o Ensino da Física, desenvolveram pesquisa, na qual entrevistaram professores desta disciplina e, também, licenciados que já a haviam cursado. Realizaram entrevistas, cujo foco dos questionamentos foi o laboratório de Física, verificando até que ponto era importante esse tipo de abordagem, em sala de aula. Como resultado dessas entrevistas, os autores afirmaram

[...] que não é trivial [...] a tarefa de tornar a disciplina de Instrumentação para o Ensino da Física um espaço privilegiado para a discussão da natureza da ciência, e em particular da relação teoria-experimento, possa ser enfocada de forma produtiva. Diante do conservadorismo denotado na visão de uma parcela dos professores entrevistados, não seria de se esperar, da parte dos mesmos, algo muito diferente de um processo de inculcação ideológica indutivista no tocante à produção do conhecimento. Assim sendo, os experimentos parecem continuar a exercer nos corações e mentes daqueles professores, um certo papel de revelador da verdade. (MEDEIROS; BEZERRA FILHO, 2000, p. 115).

Peduzzi (2002), em pesquisa realizada com enfoque na reaproximação entre Física e Filosofia da Ciência, remodelou a disciplina Estrutura da Matéria I, do curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal de Santa Catarina. Preocupado com a formação dos professores e pesquisadores, buscou minimizar a concepção empirista-indutivista da ciência, através da elaboração crítica de textos. Nesses textos, houve o enfoque na História da Ciência, desenfazando o aspecto puramente matemático, centrado principalmente na resolução de problemas. O autor destacou, por outro lado, que:

Essa passagem por segmentos do texto que procura explicitar as dificuldades e a importância da reflexão filosófica na fase de estruturação conceitual da mecânica quântica não deve obscurecer, ou descaracterizar, o formalismo matemático indispensável ao desenvolvimento dos conteúdos em uma disciplina como a Estrutura da Matéria I, de um curso de física. (PEDUZZI, 2002, p. 9).

Através de uma avaliação preliminar dos textos elaborados, Peduzzi concluiu que sua aplicação na disciplina foi favorável, mas que, em alguns aspectos, necessita de melhorias.

Brito (2004), preocupado com o perfil dos alunos, muitos provenientes do Magistério, e, portanto, com sérias deficiências de conteúdo de Física, ingressantes no curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais da Universidade Federal do Pará, criou uma disciplina, ministrada no início do curso, que

[...] abordasse aspectos conceituais da física, sem aprofundamentos em cálculos. Isto nos traria duas vantagens: reduziria o bloqueio que os estudantes com esse perfil têm em relação à Física, devido à sua linguagem matemática, e permitiria avanços nas disciplinas de matemática, facilitando o aprofundamento posterior no estudo da física com os cálculos necessários.

Para atingir seus objetivos, Brito utilizou temas, que foram escolhidos em função de sua praticidade, pois apresentavam características como transversalidade, interdisciplinaridade,

contextualização e fortalecimento da cidadania. Esses temas foram desenvolvidos, primeiramente, sendo

[...] apresentados de forma “suave”. Esta etapa compreende uma visão geral do processo a ser estudado estimulando a curiosidade para investigação mais detalhada das nuances. Nesta segunda etapa são feitos os detalhamentos, à luz dos conceitos e princípios físicos. Nesse momento o conhecimento científico formal é utilizado no contexto que provocou sua necessidade.

Devido à boa aceitação, na utilização de temas, esta modalidade está sendo utilizada, também, em outras disciplinas do Curso de Licenciatura.

Gatti et al (2004) desenvolveram pesquisa na disciplina de Prática de Ensino de Física, em 2003, através da inserção da história do tema atração gravitacional. De acordo com a autora “A proposta procurava evidenciar as dificuldades para a mudança de postura na ação docente, além de propor um modelo de formação que favorecesse a adoção de metodologias de ensino mais voltadas para a construção de conhecimentos”. (GATTI et al, 2004, p. 92).

Iniciou a aplicação da pesquisa com um diagnóstico das concepções dos licenciandos sobre o tema, utilizando questionário e entrevista. Com esse levantamento, obteve dados sobre o pensamento dos estudantes, em relação ao tema em foco. Através da inserção da história da ciência, pretendeu alcançar os seguintes objetivos:

a) proporcionar uma visão mais adequada de Ciência enquanto processo de construção; b) servir como base de elementos de reflexão na definição de temas fundamentais; c) revelar os obstáculos epistemológicos por meio da semelhança entre concepções alternativas e concepções relativas a teorias científicas do passado, quando possível e d) superar os modelos de ensino cujo foco principal seja a mera transmissão dos “produtos” da Ciência. (GATTI; NARDI, 2004, p. 492-493).

Os autores perceberam que, durante a aplicação, houve momentos de reflexão dos licenciandos, sobre o desenvolvimento do conceito de gravidade, através das dificuldades enfrentadas, ao longo da história, no processo de construção do conhecimento científico.

2.3 CONCEPÇÕES DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

Teixeira et al (2001) realizaram pesquisa sobre as concepções de estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado de Física, da Universidade Estadual de Feira de Santana, sobre a natureza da ciência, através da inserção, na disciplina “Fundamentos de Física I”, da história e

filosofia da ciência, relacionadas à mecânica clássica. Verificaram, através da análise do questionário, aplicado no início e no final da pesquisa, que houve um amadurecimento, nas respostas dadas pelos estudantes, durante o curso. De acordo com os autores, houve

[...] uma evolução na visão dos estudantes sobre a natureza da ciência ao longo do curso. Portanto, a conclusão que se pode extrair aponta para a importância de uma abordagem contextual para o ensino das ciências, no que diz respeito ao aprimoramento da compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência. (TEIXEIRA et al, 2001, p. 13).

Silveira e Ostermann (2002, p.7), em trabalho cujo objetivo foi *“[...] apresentar argumentos que demonstram a insustentabilidade da lógica indutivista como método de produção de conhecimento”*, enfatizaram que, ainda hoje, professores do Ensino Médio e de nível universitário apresentam uma concepção empirista-indutivista, apesar de existirem muitos argumentos epistemológicos que a contradizem. No entendimento dos autores, são necessárias mudanças no ensino, tendo como suporte epistemologias contemporâneas, para que o pensamento empirista-indutivista seja problematizado. No desenvolvimento do trabalho, os autores apresentaram argumentos, mostrando que a indução não se sustenta como método de produção de conhecimento. Com uma simples aula de laboratório de Física - o pêndulo simples – criticaram o ensino do método científico: *“[...] a ciência segue uma seqüência rígida de passos, começando pela observação e culminando em uma descoberta”* (SILVEIRA; OSTERMANN, 2002, p. 12). Nesta mesma linha de crítica, Ostermann e Moreira (1999) apontaram que é um erro didático e epistemológico ensinar, para o aluno, que basta observar para descobrir leis e teorias, e que o conhecimento científico é produzido através do método científico. Para mudar este contexto, é necessário que os professores estejam muito bem preparados em sala de aula, no sentido de poder problematizar visões relacionadas ao trabalho e ao desenvolvimento científico.

No desenvolvimento de sua pesquisa, Köhnlein (2003) verificou que o empirismo se encontra presente, tanto nos estudantes de Ensino Médio, como nos professores de todos os níveis. Tendo em vista que, geralmente, nos cursos de formação de professores, não são levadas em conta a história e a filosofia da ciência, é natural esta postura empirista-indutivista dos licenciados. Esta postura é reforçada, quando os professores preparam suas aulas, pois eles usam, como referencial, os livros didáticos que, em sua maioria, adotam um posicionamento empirista-indutivista. Assim, a autora considera normal a postura empirista nas aulas de laboratório, já que as mesmas são utilizadas

[...] como um recurso para desenvolver nos alunos atitudes e habilidades relativas a observar, medir, comparar, anotar e tirar conclusões; enfatizem apenas o produto das descobertas científicas; reportem-se aos grandes cientistas como seres excepcionais, de inteligência superior, usualmente isolados em seus laboratórios, envolvidos em descobertas; apresentem o conhecimento científico como algo acabado e certo; etc. (KÖHNLEIN, 2003, p. 45).

Esta mesma autora relata a importância do conhecimento da natureza da ciência, visto que consta este posicionamento nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999).

Os PCN's, na letra "a", do inciso I, do art. 10 determinam que o ensino de ciências deve contribuir para criar, no aluno, competências e habilidades, que "[...] permitam ao educando compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade". (BRASIL, 1999).

2.4 ATIVIDADES PRÁTICAS E EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

Quando se verifica a prática docente dos professores nas escolas, observa-se, de acordo com Pietrocola (2001), aulas tradicionais, exigindo dos alunos memorização de uma grande quantidade de conceitos e fórmulas, para a resolução de exercícios. Aulas práticas/experimentais são esquecidas pelos professores, pois dão muito trabalho, na preparação. Estes são alguns dos motivos que levam a Física a ser uma disciplina temida pelos alunos, de todos os níveis, que a consideram muito difícil. O autor argumenta que as aulas de Física, no Ensino Médio, deveriam ser ministradas de forma atrativa, agregando elementos inovadores, para que os alunos conseguissem aprender a matéria e não ficassem com a impressão de que ela é difícil e se limita à aplicação de fórmulas. Para que o ensino de Física, no nível médio, alcance esse objetivo, o professor deve ter uma formação adequada, já no seu curso de Licenciatura.

D'Ávila (1999), em sua dissertação de mestrado, "*Utilização de materiais de baixo custo no ensino de Física*", teve como objeto aulas demonstrativas, usando material de baixo custo, tendo em vista a importância desse tipo de aula, para a aprendizagem do aluno. Na aplicação de sua pesquisa, a forma de abordar aula experimental demonstrativa foi seu diferencial, pois o aluno participava, diretamente, do experimento, através da observação e do acompanhamento do desenvolvimento da mesma. Assim, essas aulas adquiriram "[...] uma dimensão inquiridora, um caráter de pesquisa, aproximando o ensino da Ciência da própria atividade científica, através de uma identificação metodológica".

A autora seguiu os princípios norteadores, propostos por Bastos (1998, apud D'ÁVILA, 1999) para o desenvolvimento de sua proposta, no qual o professor deve:

- - adotar uma abordagem problematizadora e investigativa;
- - incentivar os alunos a expor suas opiniões, discutir, interagir com os colegas e com o professor;
- - levar em consideração as idéias prévias dos alunos;
- - procurar ensinar os princípios básicos da Ciência, por meio de exemplos que sejam acessíveis e interessantes para os alunos;
- - dosar o ensino, de acordo com a faixa etária dos alunos;
- - propor atividades que estimulem o aluno a pensar.

A autora considera que, com aulas experimentais demonstrativas, utilizando material de baixo custo e de fácil aquisição para a construção do aparato, o professor pode refletir sobre a sua prática, buscando uma educação problematizadora, na qual, além de demonstrar os conceitos físicos, pode também buscar, no cotidiano do aluno, algo diferente.

Para Tomazzelo e Gurgel (2004), as aulas experimentais de Física não devem ser receitas prontas. O professor, ao realizá-las, deve ser reflexivo, ou seja, não fazer uso do método descoberta/redescoberta, pois, agindo assim, parece que os trabalhos experimentais levam à descoberta de fatos novos. As autoras salientam que o método empirista/indutivista/positivista é o que prevalece, entre os professores de Física, e que esta visão deve mudar. De acordo com elas,

[...] uma prática experimental no ensino de Ciências, sem uma preocupação problematizadora e/ou crítica, baseada apenas em roteiros sem articulações entre teoria e prática, acaba por estabelecer uma associação reducionista entre trabalho científico e práticas experimentais, fragilizando o ensino com pesquisas nas escolas e contribuindo para um vazio de significado em suas preposições. Tal procedimento torna o saber ilusório, frágil, fragmentado, desatualizado em sua base teórica e sem qualquer relação com a realidade dos sujeitos, porque, em síntese, os aprendizes estão lidando com modelos e representações dos fenômenos naturais e sociais no mundo externo e real. (TOMAZZELO; GURGEL, 2004, p. 15).

2.5 A FORMAÇÃO DO DOCENTE DE NÍVEL SUPERIOR, QUE ATUA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Pachane (2005) critica a formação pedagógica do professor universitário, através de pesquisa realizada sobre este tema, que teve como resultado sua tese de doutorado. No seu entendimento, estes professores são, na maioria provenientes do bacharelado, com conhecimento aprofundado de determinado conteúdo e sem a formação pedagógica, necessária para o exercício do magistério. Ela considera de extrema importância que seja dada uma maior atenção à formação pedagógica do professor universitário. Verificou que a “[...] exigência legal para o ingresso do professor na carreira docente restringe-se à formação no nível de graduação ou pós-graduação na área específica profissional em que o docente vai atuar” (PACHANE, 2005, p.3). Assim, devido à inexistência de amparo legal, em âmbito nacional, que leve a formação pedagógica para os professores universitários, parece que não há necessidade de que ela seja oferecida.

De acordo com Pachane (2000), a legislação educacional brasileira, através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996)², é omissa em relação à formação pedagógica do professor universitário. Em função disso, a autora alerta: “Sem amparo legal, a formação pedagógica dos professores universitários fica, pois, a cargo dos regimentos de

² Art. 66 - A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado.

cada instituição responsável pelo oferecimento de programas de pós-graduação” (PACHANE, 2000, p. 5). Conclui, afirmando, que é favorável à formação pedagógica do professor universitário, tendo em vista que eles já possuem o conhecimento específico. A autora observou, no desenvolvimento de sua pesquisa, que “[...] a abordagem prática-reflexiva era capaz de propiciar uma formação que correspondesse aos anseios dos professores e, ao mesmo tempo, permitisse uma compreensão mais ampla dos aspectos pedagógicos envolvidos no fazer docente” (PACHANE, 2004, p. 11).

Fernandes e Bastos (2007) afirmaram que estudos sobre a formação pedagógica do professor universitário são recentes, mostrando que as universidades estão preocupadas em saber se existe competência do profissional, na sua área de atuação, e, principalmente, se ele realizou cursos de pós-graduação, assim como se tem produção científica, deixando de lado sua prática pedagógica. De acordo com as autoras, o saber pedagógico

[...] está também situado no reducionismo à sua condição instrumentalizadora, que entra fortemente nas expectativas dos alunos da disciplina de Metodologia do Ensino Superior em Cursos de Mestrado/Doutorado e de Especialização nas áreas específicas de outros campos disciplinares (GRILLO e FERNANDES: 2003), conhecimento muitas vezes compreendido como um receituário de normas e prescrições que resolve problemas. Como se fora possível uma forma sem conteúdo e um conteúdo sem forma, tanto na visão de uma formação específica que julga prescindir da formação pedagógica, quanto na visão de formação pedagógica que se isola em redutos de procedimentos de ensinar e de aprender sem voltar ao objeto epistêmico da área de conhecimento e à possibilidade de diálogo para discutir a formação do professor universitário como uma totalidade em movimento. Como se os meios de produção do conhecimento fossem independentes dos modos de produção do conhecimento no espaço-tempo de sua produção e da recriação pedagógica em cada contexto da pedagogia universitária. (FERNANDES; BASTOS, 2007, p. 5).

Fernandes e Bastos (2007) alertam para o fato de que, para atuar como professor no Ensino Médio e Fundamental, a carga horária das disciplinas pedagógicas das Licenciaturas é grande e obrigatória, tendo em vista a legislação existente. Apesar disso, o professor universitário parece não precisar desse saber, já que, nos cursos de mestrado e doutorado, geralmente existe apenas uma disciplina dessa área.

Bolzan e Isaia (2006) verificaram, em pesquisa desenvolvida, que, na maioria das vezes, o professor universitário adquire sua prática, ao longo dos anos de magistério, pela própria condição de ‘fazer’, no cotidiano, tendo em vista não possuir formação específica. As universidades, ao contratá-lo, preocupam-se, essencialmente, com a titulação e produção científica. De acordo com as autoras,

[...] o início da trajetória profissional docente é incipiente, na medida em que os professores são respaldados por pendores naturais e em modelos de mestres que internalizaram em sua formação inicial, aliados aos conhecimentos advindos de determinado campo científico e da prática como profissionais em uma atividade específica que não a do magistério superior. Tais elementos impedem, em muitos casos, a consciência da importância dos processos de mediação e reflexão pedagógica para a construção da professoralidade. (BOLZAN; ISAIA, 2006, p. 491).

2.6 A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA, COMO PESQUISADOR REFLEXIVO

Alarcão (2003, p.41) coloca que: “A noção de professor reflexivo baseia-se na consciência da capacidade de pensamento e reflexão que caracteriza o ser humano como criativo e não como mero reprodutor de idéias e práticas que lhes são exteriores”. Para ela, o professor reflexivo até mesmo em situações imprevisíveis age de forma inteligente e flexível, geralmente misturando ciência, técnica e arte, para resolvê-las, pois esse profissional é “[...] criativo e assim encontrará a sua própria maneira de agir e de intervir na vida social”. Alarcão afirma que não é fácil ser professor reflexivo já que para ele “vencer inércias, é preciso vontade e persistência” (ALARCÃO, 2003, p.45).

Para Queiroz et al (2001), em seu estudo na formação de professores, verificaram que os professores de Física pesquisados revelaram criatividade, em suas aulas de Eletricidade, pois construíram modelos, através de analogias pedagógicas, como previsto para um professor reflexivo, utilizando pesquisas em Educação. Desse modo, segundo a pesquisa, puderam formar alunos com uma visão crítica da Física, e não meros repetidores de informação. Os autores apontaram vários pesquisadores³ que se utilizam de analogias, como o principal referencial teórico (Gentner; Gentner (1983); Kaper; Goedhart (1999); Schwedes; Dudeck (1996); Gravina; Buchweitz (1994); Borges (1999); Duit; Glynn (1989). Queiroz et al (2001, p. 11) acreditam que as analogias ajudaram os alunos a construir o modelo científico de eletricidade, pois

³ GENTNER, D. & GENTNER, D. R. Flowing waters or teeming crowds: mental models of electricity. Em: *Mental models* Organizado por Gentner, D. & Stevens, A. L. Hillsdale, NJ: ERLBAUM, 1983.
 KAPER, W & GOEDHART, M. Productive Reasoning by Analogy: Examples from the teaching of thermodynamics at university level. Xerox de Paper apresentado na *Second International Conference of the European Science Education Research Association, E.S.E.R.A.* Kiel: 1999.
 SCHWEDES, H. & DUDECK, W-G. Teaching Electricity by Help of a Water Analogy *Research in Science Education in Europe: current themes and issues.* 50-63. Org. por Welford, W.; Osborne, J. & Scott, P. Londres: FALMER PRESS, 1996.
 GRAVINA, M. H. & BUCHWEITZ, B. Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 16, 110-119, 1994.
 BORGES, T. A. "Como Evoluem os Modelos Mentais". *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências* v. 1, n.1, 85-125, Belo Horizonte: 1999.
 DUIT, R. & GLYNN, S. Mental Modelling. Em: *Research in Science Education in Europe: current themes and issues.* 166-178 Organizado por Welford, W.; Osborne, J. & Scott, P. Londres: FALMER PRESS, 1996.

A arte de criar e explorar analogias durante um processo de ensino-aprendizagem com preocupações construtivistas se destacou como um caminho do desenvolvimento das salas de aula dos professores dessa pesquisa, estabelecendo modelos como pontes entre a teoria e empiria e servindo de base a processos heurísticos. Tais salas de aula se tornam assim exemplos de sistemas físicos complexos diferenciados em relação às salas tradicionais, evoluindo em direção a espaços mais propícios para aprendizagens significativas principalmente por incluírem a conscientização dos alunos nos processos de modelagem desenvolvidos.

Queiroz (2001) ao desenvolver pesquisa, com cinco professores cuja formação inicial foi Física, objetivou captar momentos artísticos e reflexivos durante a ação pedagógica destes educadores. Em função das aulas videogravada e das respostas fornecidas em entrevistas semi-estruturadas, por estes professores, concluiu que:

[...] a formação de professores, inicial ou continuada, não deve se ater aos aspectos meramente técnicos, apesar de não se desejar que estes sejam renegados. A incorporação da prática da reflexão na ação, para que se dê conta das muitas situações imprevisíveis, pode ser incorporada aos programas de formação. O exemplo analisado nessa pesquisa formou professores que, além de dominar os conteúdos disciplinares, se preocupam em: cuidar da estética das situações criadas em aula; apresentar narrativas que relacionem conteúdos de Física a fatos da vida real; explorar os sentidos e sensações físicas; se expressar e fazer os alunos se expressarem; usar truques ao manipular modelos pedagógicos; vivenciar emoções cognitivas e interpessoais; gerar suspenses e surpresas; criar analogias etc.

Para Longuini e Nardi (2002, p. 2), alguns cursos de licenciatura já formam o professor-pesquisador, ou seja, o profissional reflexivo, aquele que ‘*pensa-na-ação*’. Apoiados nos ensinamentos de Schon, esses autores acreditam que

[...] o fato de o profissional refletir sobre sua ação, torna-o um pesquisador no contexto prático, o que vai contra a concepção muitas vezes presente nos meios educacionais, de que o ensino e a pesquisa educacional sobre o ensino são entidades separadas.

Os autores continuam afirmando que os professores têm o conhecimento do conteúdo específico de Física e o pedagógico, sendo que o primeiro transforma-se no segundo, quando o profissional “[...] *reflete sobre ele, adapta materiais com as habilidades dos estudantes ou com suas concepções, encontra maneiras para representar a informação usando analogias, exemplos, metáforas etc*” (LONGUINI; NARDI, 2002, p. 3). Na pesquisa desenvolvida, verificaram que os licenciandos, durante o curso ministrado pelos autores, transformavam conteúdo específico em

pedagógico, em sala de aula, quando alternavam aspectos tradicionais de ensino com elementos construtivistas. Os autores ressaltaram que, em suas manifestações, esses licenciandos mantêm idéias trazidas ao longo de sua formação e que apresentavam dificuldades em abandonar certas práticas pedagógicas, quer pelo sucesso que obtiveram com elas ou porque as consideraram positivas, quando utilizadas pelos seus professores universitários.

Longuini e Nardi (2002, p. 7-8), ao analisar o questionário aplicado no início do desenvolvimento da pesquisa, verificaram que

[...] a maior parte dos futuros professores analisados, apesar de cursarem o último ano do curso de licenciatura e, portanto, prestes a estarem 'aptos' a exercerem a profissão, possuía um conhecimento do conteúdo específico próximo ao de alunos de nível médio, ou seja, apresentava, na maior parte das vezes, concepções ingênuas sobre o conteúdo trabalhado. Em análise ao questionário aplicado ao final do semestre, após a elaboração, aplicação e reflexão das aulas de todos os grupos, verificamos que os licenciandos apresentaram uma melhora significativa em relação aos dados obtidos inicialmente, o que implica que o curso, até certo ponto, contribuiu para os licenciandos ampliarem e aproximarem suas idéias às cientificamente aceitas. [...] Pesquisamos, portanto, no decorrer daquele semestre, quais foram, dentre os elementos abordados no curso, aqueles que os licenciandos utilizaram para transformar o conteúdo específico num conteúdo ensinável a seus alunos, e de que maneira estes elementos foram utilizados.

Desta análise, verificou-se que é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas relacionadas com a formação inicial de professores, com foco na melhoria da qualidade de ensino, nos cursos de licenciatura.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta da presente pesquisa está sustentada em dois pilares: a formação inicial de professores de Física e as atividades práticas e experimentais, que envolvem fenômenos e conceitos de Física, no processo ensino-aprendizagem. Para conduzir o trabalho, buscou-se aportes teóricos oferecidos por centrados na formação inicial de professores e, também, nas idéias do sóciointeracionismo, proposto por Vygotsky⁴ (1994; 1996; 2001; 2003). A perspectiva é a de que a aquisição de conhecimentos provém da interação do sujeito com o meio histórico-cultural, ou seja, com a mediação. Nesse sentido, essas idéias foram sendo adaptadas ao contexto da pesquisa.

O capítulo é dividido em duas partes:

a) A primeira trata da formação inicial de professores de Física, na qual se pretendeu mostrar que é possível essa formação, como um processo contínuo e organizado, produzindo a integração entre os conteúdos específicos e pedagógicos, através de estratégias de desenvolvimento de atividades práticas e experimentais.

b) A segunda relaciona-se com a teoria de ensino-aprendizagem, proposta por Vygotsky, destacando-se a importância da interação e socialização, nos processos de aquisição de conhecimentos.

3.1 A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

São apresentadas, neste título, as orientações oferecidas por Candau (1997), Villani e Franzoni (2000), Vianna e Carvalho (2001), Schön (1995), Freitas e Villani (2002), Villani (2001), Gil-Pérez e Carvalho (2001) e Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), em formação inicial de professores de Ciências, no geral, e em Física, em particular, que deram sustentação à reestruturação da disciplina Metodologia do Ensino de Física I.

Candau (1997, p. 33), ao coordenar a pesquisa Novos Rumos da Licenciatura, teve como preocupação básica trabalhar a *“Articulação entre o conteúdo específico e o pedagógico”*. A autora acredita que, com esta articulação, seria possível, aos licenciandos, mudarem a sua visão ‘conteudista’ – posição da maioria dos estudantes dos cursos de licenciatura. Afirma que são necessárias mudanças, nesse sentido. Ocorre, contudo, que tanto os professores dos conteúdos específicos como os de educação não estão preparados para mudar. Geralmente, os professores dos cursos de licenciatura não têm formação adequada. Tanto os professores dos conteúdos específicos como os de educação, na sua maioria, fizeram seu mestrado e/ou doutorado em sua área de atuação. Não conseguem, ao ministrar suas aulas, fazer uma ponte entre a sua especialidade e outras áreas de ensino. Portanto, esses professores têm muitas dificuldades para o desenvolvimento

⁴ Ao longo da presente dissertação Vygotsky aparece escrito de diversas formas tendo em vista as diferentes nomenclaturas adotadas por diferentes autores. Por exemplo: Vygotsky, Vigotski, Vigotskii.

de atividades de caráter integrador. Segundo a autora, dominar o conteúdo específico tem um significado amplo. Significa compreender o conteúdo, considerando os seus diferentes enfoques metodológicos e suas respectivas bases epistemológicas. Ela conclui que é necessário fortalecer a base científica e filosófica do ensino proporcionado nas disciplinas dos cursos de licenciatura e o contato dos professores com resultados de pesquisa. Ressalta, no entanto, que a realidade não é esta, já que os professores não têm acesso à pesquisa. Berger (1972, apud CANDAU, 1997, p. 40) corrobora esse pensamento, dizendo que “[...] *um sistema interdisciplinar de ensino e pesquisa levaria para a vida universitária um ensino que tem por base uma reflexão permanente de ordem epistemológica e crítica, superando o corte universidade/sociedade/ saber/realidade*”.

Como enfatizam Villani e Franzoni (2000), em pesquisa na qual analisaram a trajetória de um grupo de licenciandos, em uma disciplina de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado em Biologia, nos currículos de Licenciatura, em geral, somente nos Estágios Supervisionados, o professor tem a oportunidade de interligar os conhecimentos científicos com o pedagógico. Esta conexão, muitas vezes, é difícil, pois muitos licenciandos consideram as disciplinas científicas abstratas e distantes da prática docente. Para minimizar essas dificuldades, os autores propõem que os licenciandos vivenciem, ao longo de sua formação, momentos de discussão e reflexão, sobre o conhecimento científico e pedagógico.

Vianna e Carvalho (2001), no desenvolvimento do trabalho Fazer Ciência – Ensinar Ciência, concluíram que “[...] *para ensinar ciência um profissional precisa muito mais do que só saber os conteúdos e ter boa didática*”. Neste sentido, “*As pesquisas em ensino de Ciências têm apontando [sic] para estas novas experiências em cursos de formação*”. Para as autoras, pelos resultados de pesquisa sobre formação de professores, existem lacunas na formação inicial dos professores, quer seja de conteúdo ou da natureza da Ciência. Isto se deve às dificuldades dos docentes para transmitirem aos alunos informações sobre como a ciência é feita. A solução, para modificar esse panorama, encontrada pelas pesquisadoras é a mudança da didática, integrando os conhecimentos pedagógicos e os conteúdos científicos a serem ensinados. O futuro professor deve ter uma visão de ensino-aprendizagem, levando em conta os aspectos de conhecimentos dos alunos, o da sociedade e seu cotidiano. Corroborando com o pensamento de Jiménez (1994, apud VIANNA; CARVALHO, 2001), destacam, ainda, que, nos cursos de Licenciatura, não “[...] *há estudos e reflexões sobre Filosofia e História da Ciência, onde estas ajudariam uma auto-análise de suas concepções epistemológicas, clarificando-as e interferindo na sua percepção da construção do conhecimento científico*”. Concordando com o posicionamento dos pesquisadores Gil-Pérez e Carvalho (2001), as autoras, afirmam, que

Esta mudança na postura pedagógica se dará na medida em que o diálogo com pesquisadores, com colegas, refletindo sobre a sua visão de como a ciência é construída, poderá levá-los a transformações mais eficazes. Ao longo da carreira docente, os trabalhos práticos propostos apresentam uma visão deformada da ciência e do trabalho científico.

Vianna e Carvalho (2001) concluíram que, para ocorrer a mudança, antes mencionada, os cursos de licenciatura deveriam enfatizar a relação “[...] *do fazer ao ensinar ciência*”. Nesse sentido, os professores das licenciaturas precisariam colocar em contato os pesquisadores e os licenciandos. Com esta vivência, seria proporcionada, aos licenciandos, uma imersão no meio científico. Desse modo, eles teriam uma visão da ciência em construção.

De acordo com Schön (1995), inspirador do movimento do professor reflexivo e crítico do modelo tecnicista, a formação dos professores, voltada para a reprodução, deve ser substituída por uma outra, que capacite o professor a refletir criticamente sobre suas ações. Assim, o professor, após ministrar uma aula, “[...] *pode pensar no que aconteceu, no que observou, no significado que lhe deu e na eventual adoção de outros sentidos*” (SCHÖN, 1995, p.83). Para o autor, a formação do professor não se dá em fases distintas: primeiro a formação teórica e depois a experiência prática – mas no diálogo da prática com a teoria. Assim, ao refletir sobre a prática, o professor desenvolve uma atividade investigativa, que irá caracterizá-lo como produtor de conhecimentos práticos sobre o ensino e não mais um especialista técnico, que apenas reproduz estes conhecimentos. Refletindo na ação, o professor torna-se um pesquisador no contexto prático.

Freitas e Villani (2002), em pesquisa sobre a formação de professores de Ciências, concordam com o posicionamento de Schon, pois, para o professor reflexivo, o processo de conhecimento profissional está na ação. De acordo com os autores, “*Nessa perspectiva, a competência radical do professor pode ser vislumbrada na capacidade de modificar progressivamente a relação com seus alunos na direção de suas autonomias intelectuais*” (FREITAS; VILLANI, 2002, p.226). Os professores dos cursos de Licenciatura, nas disciplinas pedagógicas, não estão preparando o futuro professor como um profissional autônomo, capaz de refletir sobre a ação, “[...] *sobre as manifestações do fenômeno educacional nos diferentes âmbitos - político, pedagógico, cultural etc. - sob a ótica do especialista-pesquisador*” (FREITAS; VILLANI, 2002, p. 226). Acrescentam, ainda, que

[...] o conceito de professor como prático reflexivo deve estar presente nos programas de formação de professores, inclusive inicial. Isso significa que os cursos de licenciatura devem desenvolver nos professores a competência de atuar no ambiente escolar, tomando decisões com base na ponderação e na avaliação que fazem das situações específicas de cada sala de aula. Ou seja, nos cursos, precisam ser fornecidas condições que encorajem tarefas de risco intelectual pelos alunos/professores. (FREITAS; VILLANI, 2002, p. 227).

Para Villani (2001, p.175), a mudança conceitual das concepções dos alunos “[...] *depende do contexto da sala de aula; uma concepção pode ser reconhecida como inteligível, plausível ou fértil em perspectiva, devido, por exemplo, à confiança que o aluno deposita no professor ou nos colegas*”. Mas, mesmo depositando confiança nos professores e colegas, pode não haver mudanças no comportamento do aluno, até mesmo porque, muitas vezes, ele não quer abandonar velhos esquemas.

Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) verificaram, analisando pesquisas realizadas, tendo como pano de fundo a visão de ciência, compartilhada por professores de ciências, que a concepção empírico-indutivista continua a ter peso. Consideram que, talvez, um dos motivos para que isto esteja acontecendo seja relacionado à formação inicial que os licenciados recebem sobre a natureza da ciência. Essa formação inicial tem se distanciado, largamente, da forma como se constroem e produzem os conhecimentos científicos. Outro fator que desencadeia esta visão empirista-indutivista da ciência, dos licenciados, são os livros didáticos por eles utilizados. Esses livros ainda apresentam o método científico, como um conjunto de etapas a serem seguidas mecanicamente. Os autores sugerem que a expressão “método científico” deve ser abandonada, pois ela dá a impressão que o método consiste numa receita infalível.

Esses autores selecionados discutem a formação do professor de Ciências e/ou de Física, mostrando que é possível a integração entre pesquisa e ensino de Física. Para a aplicação da presente pesquisa buscou-se de:

- Candau (1997), Vianna e Carvalho (2001) e Villani e Franzoni (2000) mostrar aos licenciandos que eles necessitam estar continuamente em contato com resultados de pesquisa de forma a interagir com a evolução do conhecimento de sua área específica, e desta forma considerar os conteúdos nos seus diferentes enfoques metodológicos e nas suas respectivas bases epistemológicas.

- Schön (1995) e Freitas e Villani (2002) proporcionar aos licenciandos a possibilidade de refletir sobre a prática para que eles possam desenvolver uma atividade investigativa e tornar-se um pesquisador no contexto prático.

- Villani (2001), Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) orientações de como se constroem e produzem os conhecimentos científicos e desta forma afastar a visão empirista-indutivista da ciência ainda presente nos licenciandos.

3.2 A TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY

Ressalta-se que não se pretendeu, neste trabalho, discutir toda a obra de Vygotsky, mas, tendo como base a teoria sociointeracionista, foram buscadas contribuições à presente pesquisa, através dos conceitos de mediação, de zona de desenvolvimento proximal e real e, também, dos conceitos espontâneos e científicos. Estes conceitos foram utilizados como fundamentação do trabalho didático de laboratório de Física, tendo em vista que a sala de aula é um ambiente de intensas interações sociais. Apesar da obra de Vygotsky ter se voltado para a criança, ele não escreveu sua teoria exclusivamente para elas; portanto, seus conceitos podem ser utilizados em relação ao adulto.

A teoria sociointeracionista é uma corrente psicológica que se inspira nos trabalhos do psicólogo russo Vygotsky (1994). De acordo com ele, os conteúdos a serem aprendidos, assim como a própria forma de fazer isso e de interagir com todo o mundo objetivo, não são inatos ao homem,

mas são desenvolvidos, na interação com o mundo ao seu redor. Conforme destaca Luria (In: VIGOTSKII; LURIA; LEONTIEV, 2001, p. 25), Vygotsky concluiu que “[...] o homem não é apenas um produto de seu ambiente, é também um agente ativo no processo de criação deste meio”. A concretização da interação social, ou seja, a troca de informações deve se dar entre, no mínimo, dois sujeitos, para que eles compartilhem conhecimentos e experiências. Esses sujeitos, contudo, não precisam estar no mesmo nível cognitivo, alcançando, assim, uma aprendizagem construtiva e colaborativa. Por exemplo, na interação entre professor e aluno, em sala de aula,

[...] o professor também pode aprender, na medida em que clarifica ou incorpora significados à sua organização cognitiva, mas, como professor, ele ou ela está em posição distinta do aluno no que se refere ao domínio de instrumentos, signos e sistemas de signos, contextualmente aceitos, que já internalizou e que o aluno deverá ainda internalizar (MOREIRA, 1999, p.120).

Portanto, as potencialidades do aluno devem ser levadas em conta, durante o processo de ensino-aprendizagem, pois, a partir do contato com o professor, mais experiente, e com o meio escolar, as potencialidades do aprendiz são transformadas em situações para ativar seus esquemas processuais cognitivos ou comportamentais.

De acordo com Rego (2003, p. 41), uma das principais idéias de Vygotsky

[...] se refere à relação indivíduo/sociedade. [...] as características tipicamente humanas não estão presentes desde o nascimento do indivíduo, nem são mero resultado das pressões do meio externo. Elas resultam da interação dialética do homem e seu meio sócio-cultural. [...], quando o homem modifica o ambiente através de seu próprio comportamento, essa mesma modificação vai influenciar seu comportamento futuro.

Rego (2003, p. 60) concluiu que “[...] para Vygotsky, o desenvolvimento do sujeito humano se dá a partir das constantes interações com o meio social em que vive, já que as formas psicológicas mais sofisticadas emergem da vida social”.

Pela teoria sociointeracionista, a relação entre o sujeito e o mundo objetivo é mediada. Para Moll (1996), não há relação direta entre o sujeito e o mundo com que ele interage. Esta relação sempre se dá por meio de artefatos (que surgem na interação social) concretos ou simbólicos, que trazem consigo a sua história de desenvolvimento e, por conseguinte, os traços e valores culturais da sociedade em que são utilizados. Na educação, portanto, haverá reflexão, quando aquilo que se deseja “ensinar” estiver, de alguma forma, relacionado com a experiência, com o conhecimento que o aluno já tem. Para Vygotsky, isso é um ponto imprescindível da educação.

A utilização das idéias de Vygotsky tem respaldo, também, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), ao reconhecer

[...] a importância da participação construtiva do aluno e, ao mesmo tempo, da intervenção do professor para a aprendizagem de conteúdos específicos que favoreçam o desenvolvimento das capacidades necessárias à formação do indivíduo. [...] Nesse sentido, o que se tem em vista é que o aluno possa ser sujeito de sua própria formação, em um complexo processo interativo em que também o professor se veja como sujeito de conhecimento.

3.2.1 A mediação e o papel do professor

De acordo com a proposta de Vygotsky (1994), o professor tem a função de agente mediador, que, por meio da linguagem, intervém e auxilia na construção e reelaboração do conhecimento do aluno, contribuindo para o desenvolvimento deste. Pela sua teoria, o conhecimento é sempre mediado, ou seja, a interação do sujeito com o meio está diretamente relacionada com a aquisição de conhecimento.

Conforme destaca Vigotski (2003, p. 298), “[...] Até agora, o aluno sempre descansava no esforço do professor. Olhava tudo com seus olhos e julgava com sua mente”. Esta forma de ensino, em que o professor se constitui em um mero transmissor de conhecimento, deve ser modificada, pois um indivíduo sozinho não constrói conhecimento, ele precisa de parceria com outras pessoas, ou seja, com os mediadores. O processo de aquisição de conhecimento se dá através de dois níveis de funcionamento cognitivo:

a) processos psicológicos elementares são de origem biológica, ou seja, nascemos com eles. Tem-se, como exemplo, neste tipo de aquisição de conhecimento, as ações reflexas ou associações do tipo estímulo-resposta.

b) processos psicológicos superiores, de origem sociocultural. Esses processos “[...] envolvem o controle consciente do comportamento, a ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação as características do momento e do espaço presentes” (OLIVEIRA, 1999, p. 26). De acordo com Vygotsky, os processos psicológicos superiores e o seu desenvolvimento têm natureza social, não podendo ser compreendidos como algo independente do plano social, no qual o indivíduo está inserido. Como exemplo, o autor cita a “*lembrança involuntária e o raciocínio dedutivo*” (VYGOTSKY, 1994, p. 4). Portanto, os processos psicológicos superiores estão ligados às relações sociais, pelas transformações do processo interpessoal para o intrapessoal, sendo que o desenvolvimento resulta na zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Na interpretação de Werlang, Schneider e Silveira (2008, p. 1503-2),

[...] nascemos com Funções Psicológicas Elementares, tais como a atenção involuntária e os reflexos que, via interação social, transformam-se em Funções Psicológicas Superiores, tais como consciência e planejamento. Porém, não devemos apenas considerar a interação social como um fator importante no processo ensino-aprendizagem, mas também como um fator que leva à conversão de fatos externos em funções mentais. Através da mediação, ela permite ao sujeito reconstruir internamente uma operação externa.

Vygotsky (In VIGOTSKII; LURIA; LEONTIEV, 2001), ao conceber as funções psicológicas superiores como sociais, formulou a lei fundamental do desenvolvimento, como:

Todas as funções psicointelectuais superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções intersíquicas: a segunda, nas atividades individuais, como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas. (In: VIGOTSKII; LURIA; LEONTIEV, 2001, p. 114).

Este processo pode ser aplicado, em sala de aula, tendo em vista que a aprendizagem ocorre da interação entre professor e aluno ou, ainda, entre o aluno e os colegas (nível interpsicológico), passando à assimilação consciente dessa interação externa (nível intrapsicológico). Com este pensamento, Vygotsky, concluiu que “[...] o processo de desenvolvimento não coincide com o de aprendizagem, o processo de desenvolvimento segue o da aprendizagem, que cria a área de desenvolvimento potencial”. (VIGOTSKII; LURIA; LEONTIEV, 2001, p. 116). Assim, pela teoria vygotskyana, o aprendiz, ao dar um passo no aprendizado, dá dois no desenvolvimento. Vygotsky (1994, p. 103-104) critica a ideia de que “O aprendizado é considerado um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento. Ele simplesmente se utilizaria dos avanços do desenvolvimento ao invés de fornecer um impulso para modificar seu curso”.

Cole (1996, p. 87) resume a teoria de Vygotsky, em um postulado: “[...] as funções psicológicas humanas diferem dos processos psicológicos de outros animais porque são culturalmente mediadas, historicamente desenvolvidas e emergem da atividade prática”. Nota-se, pela leitura do postulado, que os termos estão ligados entre si. De acordo com o autor:

Cada termo nesta formulação está ligado a outro. Tomados como um todo, fornecem um ponto de partida para considerar as características especiais da escolarização formal como um contexto de atividade no qual alguns seres humanos, em certas circunstâncias culturais e em certas eras históricas, se desenvolvem. (COLE, 1996, p. 87).

Segundo Moreira (1999, p. 110), “[...] a conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, é mediada. E essa mediação inclui o uso de instrumentos e signos”.

3.2.1.1 Instrumentos e signos

De acordo com Moreira (1999, p. 111), “Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa. [...] As palavras, por exemplo, são

signos linguísticos, os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos”.

Rego (2003, p. 50) também fornece alguns exemplos de signos: “[...] no código de trânsito, a cor vermelha é o signo que indica a necessidade de parar, assim como a palavra copo é um signo que representa o utensílio usado para beber água”.

O uso de signos, conforme Vygotsky (1994, p. 54), “[...] conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura”.

Para Vygotsky, na linguagem se concretiza um dos signos criados pela humanidade, pois, através dela, se transmite a cultura, o pensamento se desenvolve e o aprendizado acontece.

A diferença entre signo e instrumento, de acordo com Vygotsky (1994, p. 72), é assim estabelecida:

A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. [...] O signo, por outro lado, não modifica em nada o objeto da operação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente.

3.2.2 O significado de zona de desenvolvimento proximal (ZDP)

De acordo com Rego (2003), o nível de desenvolvimento real (NDR) se refere às atividades e tarefas que o aprendiz consegue realizar, sem a interferência do professor, ou seja, de forma autônoma. Já no caso do nível de desenvolvimento potencial (NDP), ele necessita da colaboração de outra pessoa, que pode ser o professor ou alguém mais experiente.

Para Tudge (1996, p. 152), a teoria vygotiskiana propõe que cada indivíduo “[...] em qualquer domínio, tem um ‘nível evolutivo real’ que pode ser avaliado, quando ela é individualmente testada, e um potencial imediato para o desenvolvimento naquele domínio”.

Observa-se, pela definição, que, na prática pedagógica, a preocupação não deve ser somente com o NDR do aprendiz, mas, principalmente, com o NDP, tendo em vista que o conhecimento adequado do seu desenvolvimento envolve os dois níveis.

A diferença entre os dois níveis é chamada de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que foi definida por Vygotsky (1994, p. 112), como

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial determinado através da solução de problemas sob a orientação do adulto, ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Neste sentido, Vygotsky (1994, p. 113) ensina que

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentes em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de `brotos` ou `flores` do desenvolvimento, ao invés de `frutos` do desenvolvimento. [...] aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã.

Covolán (2002) mostra, através de um esquema (Figura 1), como se abre uma ZDP. De acordo com ela, o aprendiz

[...] entra em contato com um novo conceito, abrindo assim para ela uma ZDP (ZDP 1). Situações mediadas pelo professor e pelos colegas de classe (relações interpessoais) permitirão que ela vá gradualmente adquirindo domínio sobre aquele conceito, (assim, a ZDP vai se estreitando) até que o conteúdo se internalize e a criança passe a trabalhar com ele de forma autônoma (relação intrapsíquica).



Figura 1: Esquema mostrando aberturas de ZDP
Fonte: Adaptado de Covolan (2002)

Através do conceito de ZDP, verifica-se que as pessoas têm dois planos de conhecimento: abaixo do plano inferior, plano de desenvolvimento real, está o conhecimento que o indivíduo já domina. Já o plano superior, de desenvolvimento potencial, indica o limite máximo que uma pessoa pode atingir, naquele estágio de conhecimento. Este plano seria determinado como o máximo que o aprendiz consegue chegar, naquele momento, com a ajuda de alguém mais experiente (um professor, ou outro aprendiz). (OLIVEIRA, 1999)

O professor deve, de acordo com a teoria vygotskiana, trabalhar na ZDP de seus alunos, colocando-se como mediador no processo da aprendizagem e do desenvolvimento dos aprendizes,

provocando avanços não ocorridos espontaneamente por eles, instigando-os, através, por exemplo, de desafios, mas ajudando-os a resolvê-los. Para ocorrer o desenvolvimento do aluno, é necessária a intervenção do professor, por meio de estímulos, de incentivos e de elaboração de atividades que os estimulem. Pensando dessa forma, verifica-se que o licenciando deve interagir com o mundo ao seu redor, para ter a possibilidade de relacionar-se com os seus alunos. Para Vygotsky (1994), como já explicado anteriormente, a finalidade do professor seria justamente a de trabalhar ativamente com seus alunos, na ZDP deles. Assim o professor passa ser o de agente mediador do aprendizado dos alunos, contribuindo para a abertura de ZDP.

Salienta-se que os próprios professores devem ter seu desempenho mediado, para que eles adquiram as habilidades necessárias ao processo de aprendizagem de seus alunos. Moll (1996, p.193) explica que os

Professores e todos que aprendem, têm ZDP de suas habilidades profissionais. [...] Os professores devem aprender a dominar habilidades profissionais para dar assistência ao desempenho, bem como aprender a aplicá-las num nível muito mais avançado do que é exigido pela vida privada.

Vygotsky (1994, p. 117-118) propõe que, ao ocorrer o aprendizado, criou-se a ZDP, “[...] ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros”.

3.2.3 Conceitos espontâneos (cotidianos) e conceitos científicos (escolarizados)

Vigotski (1996) considera importante distinguir conceitos espontâneos e conceitos científicos. Os primeiros são formados a partir da interação do aprendiz com o seu dia-a-dia, sendo generalizados somente depois de usados pelo sujeito. Os conceitos científicos geralmente são adquiridos no ambiente formal de ensino e já nascem como generalizações da realidade. Como a origem de cada conceito é diferente, o seu desenvolvimento também o será. Como escreve Vigotski (1996, p.94), esses conceitos, mesmo estando intimamente relacionados, se desenvolvem em sentidos opostos: *“Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos”* (Figura 2).



Figura 2: Esquema, mostrando o desenvolvimento dos conceitos
Fonte: Adaptado de Rosa (2003)

Pelo esquema mostrado na figura 2, verifica-se que existe uma relação dinâmica entre os conceitos científicos e espontâneos, no transcurso do desenvolvimento. Os conceitos científicos não nascem suave e diretamente, a partir de conceitos espontâneos, pois seguem cursos diferentes e apresentam papéis diferentes, nos processos de desenvolvimento.

Numa releitura das formulações sobre conceitos espontâneos e científicos de Vigotski, Au (1996, p.264) afirma que

Os conhecimentos espontâneos são categorias ontológicas que formam a base das teorias sobre o mundo, intuitivas e próprias a cada indivíduo. Desenvolvem-se informalmente como produto das experiências de vida do indivíduo, alheio à escolarização formal em corpos sistemáticos de conhecimento. Conceitos científicos são sistemas de relações entre objetos definidos em teorias formais. São formulados pela cultura, e não pelo indivíduo. Os indivíduos adquirem conceitos científicos por intermédio da instrução, num processo de transmissão cultural.

Como escreve Moll (1996, p. 189), através da junção dos dois conceitos, tem-se o desenvolvimento dos processos mentais superiores, por meio da síntese dos opostos. Para o autor, “[...] o relacionamento dos domínios dos conceitos do dia a dia e dos conceitos escolarizados exigem de quem aprende que preste atenção a aspectos da atividade linguística que já empregava anteriormente, sem que dela tivesse consciência”.

Vigotski (1996) distinguiu os conceitos espontâneos (cotidianos) dos científicos⁵, com a finalidade de explicar o papel da escola, no processo de desenvolvimento do aprendiz, uma vez que

⁵Para Goodmann e Goodmann (1996, p. 225): “[...] os conceitos científicos são derivados de atividades de especialistas em vários campos de estudo, na medida que eles levam cuidadosamente em consideração os resultados da pesquisa e da teoria e incorporam estes conceitos em explicações do fenômeno e em ampliações de seus próprios conhecimentos e idéias. Os conceitos populares são aqueles divulgados pelos meios públicos de comunicação, podendo variar desde relatos acurados de eventos até boatos transmitidos em lugares públicos de trabalho e de comércio. Os conceitos populares podem ou não ser aceitos ou elaborados pela comunidade científica. São as noções de ‘senso comum’ da sociedade, provavelmente muito parecidos com aqueles conceitos que Vigotsky considerou como sendo espontâneos”.

os conhecimentos aprendidos nos bancos escolares têm natureza diferente dos do cotidiano. De acordo com ele, um dos objetivos da escola é fazer com que os conceitos espontâneos, adquiridos no dia-a-dia, evoluam para conceitos científicos, adquiridos por meio do ensino. O professor precisa integrar conceitos científicos e espontâneos, para formar o conhecimento prático. O professor tem um papel importante nesta evolução, através de sua intervenção na ZDP dos alunos, propiciando, assim, seu desenvolvimento. O professor media o desenvolvimento de conceitos, quando oferece oportunidade aos alunos, no sentido de testarem seus conhecimentos espontâneos e científicos.

Vygotski (1996, p.48) afirma que o processo de formação de conceitos depende dos meios em que ele é realizado, tendo em vista que

[...] todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo.

3.2.4 O laboratório como processo social

As atividades experimentais, comumente chamadas de aulas práticas, são importantes recursos didáticos das disciplinas científicas, em qualquer nível de ensino.

As aulas de laboratório, de acordo com Rosa e Rosa (2007, p.329), promovem

[...] desenvolvimento de capacidades pessoais relacionadas às habilidades cognitivas do sujeito, ou seja, o objetivo das atividades estariam centradas no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, na perspectiva de Vygotsky (1999), como a atenção voluntária, memória lógica, abstração, entre outras.

De acordo com Vygotsky (1999), o aprendiz, após as explicações, os questionamentos e as informações oferecidas pelo professor, deve explicar com suas palavras o assunto tratado. Segundo ele, só assim o professor pode verificar se houve, no plano intrapsicológico, uma reestruturação das relações que ocorrem no âmbito interpsicológico.

A utilização de atividades metodológicas, por exemplo, as atividades experimentais em sala de aula, também no ensino superior, estimula a pesquisa, instiga a curiosidade e a busca de mais informações de determinado assunto. Desta forma, o ambiente escolar, na pesquisa realizada, a Universidade, se transforma em um facilitador da aprendizagem, tendo em vista que prepara seus estudantes para buscarem o conhecimento e a aprender a aprender. Como escreve Vygotsky (1999), o professor é o mediador entre o aluno e o mundo. O ensino escolar deve atuar na ZDP, pois,

segundo Vygotsky, a escola tem a função de despertar os vários processos internos, capazes de operar, quando o aluno interage com outro aluno ou com o professor. Nas aulas experimentais, verifica-se que esta atuação na ZDP é frequente, tendo em vista a interação entre aluno e professor, ou entre os próprios alunos. As atividades experimentais, ou seja, as aulas práticas, proporcionam a aprendizagem e o desenvolvimento dos aprendizes, pois amadurecem as funções psíquicas. De acordo com Rosa (2003), com essas atividades, é possível:

- a apropriação de significados dos conceitos e fenômenos físicos;
- a observação, a análise e a interpretação dos fenômenos físicos;
- a busca e apropriação dos conhecimentos científicos;
- a discussão entre os alunos, pois, normalmente, são realizadas em pequenas equipes, e entre os alunos e o professor;
- aproximação entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos.

Pretendeu-se, na presente pesquisa, que as atividades de laboratório propostas pelos alunos de Metodologia de Ensino de Física I, através de suas unidades didáticas, seguindo o pensamento de Rosa (2003), criassem ambientes facilitadores da aprendizagem ou da reformulação do conhecimento. Nesse sentido, tinha-se como objetivo que o licenciando levasse em conta as estratégias utilizadas, para favorecer a apropriação dos conceitos e o reconhecimento dos fenômenos abordados na atividade realizada. As aulas de laboratório podem tornar-se mediadoras, na construção do conhecimento, desde que alunos e professores coloquem-se como agentes, no processo de ensino-aprendizagem.

4 ESTRUTURA PEDAGÓGICA E BASE LEGAL DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Considerou-se importante elaborar um capítulo que abordasse o Projeto Pedagógico e a Estrutura Curricular, do curso de Licenciatura em Física da UNISINOS em 2005, como também os textos legais pertinentes à formação do professor, a partir do exame da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LBDN (BRASIL, 1996), das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores (BRASIL, 2002), das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena (BRASIL, 2001), das Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (BRASIL, 2001) dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) (BRASIL, 1999), das orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's+ (BRASIL, 2002) e, também, a Constituição Federal do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988).

4.1 O PROJETO PEDAGÓGICO E A ESTRUTURA CURRICULAR DA LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNISINOS, DE 2000

A licenciatura em Física da UNISINOS busca

[...] valorizar o conhecimento cognitivo através da construção contínua de um sujeito, em sua interação com o meio, levando em conta também e especialmente que esta construção se apresente como um ato reflexivo – no sentido de construir-se – do homem no mundo com o objetivo de sua transformação. O mero ensino de conteúdos extraídos de uma ciência suposta concluída e pronta para o consumo, não contribui para a construção em nenhum destes dois sentidos (PROJETO PEDAGÓGICO, 2000, p. 17)

De acordo com o projeto pedagógico (ANEXO A) do curso, o significado de formação específica foi desdobrado em três aspectos.

O primeiro diz respeito ao domínio da Física como Ciência e como disciplina escolar. O segundo se reporta ao processo ensino-aprendizagem, no qual enfatizamos que um professor de Física na educação básica é, em primeiro lugar, um profissional em educação. O terceiro destacado na pedagogia inaciona com os termos aprender a aprender (Pedagogia inaciona, 1994, p.36), indica ser de pouca valia o estudo, quer de temas ligados à Física, quer à Educação, sem o exercício prévio ou concomitante da reflexão e do relacionamento com a experiência pessoal. (PROJETO PEDAGÓGICO, 2000, p. 20-21)

O currículo (ANEXO B), seguindo estas diretrizes, buscou

[...] valorizar a multiplicidade de saberes e a articulação com a realidade educacional com a qual interage o estudante, na qualidade de professor, de futuro professor ou de profissional com atividade que se relaciona com o ensino e a aprendizagem de Física. (PROJETO PEDAGÓGICO, 2000, p. 18)

As disciplinas relativas aos conteúdos específicos enfatizam os aspectos básicos, que conferem à Física a sua identidade como ciência. São:

- 60170 – Técnicas Experimentais.
- 61073 – Física calor.
- 60197 – Física-Mecânica.
- 60198 – Gravitação, Ondas e Mecânica dos Flúidos.
- 60123 – Informática na Educação.
- 61074 – Eletricidade I.
- 61075 – Eletricidade II.
- 60199 – Mecânica Clássica.
- 60201 – Física Relativística.
- 60202 – Mecânica Estatística.
- 60203 – Mecânica Quântica.
- 61067 – Ótica.
- 61060 – Introdução à Astrofísica.
- 60204 – Física do Estado Sólido.
- 60045 – Física Aplicada E.
- 79012 – Teoria Eletromagnética.
- 60196 – Origens e Evolução da Física.
- 60205 - Física Nuclear.

As disciplinas relativas à formação didático-pedagógica do futuro professor proporcionam a prática de ensino supervisionada. A seguir, mostra-se o conjunto destas disciplinas, mas, salienta-se que, a preocupação com a formação pedagógica faz-se presente nas demais disciplinas do curso:

- 10074 – Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem.
- 10046 – Políticas Educacionais.
- 10188 – Metodologia de Ensino de Física I.
- 10189 – Metodologia de Ensino de Física II.
- 10190 – Prática de Ensino em Nível Médio I
- 10191 – Prática de Ensino em Nível Médio II

10182 – Prática de Ensino III.

A disciplina, foco da presente pesquisa, Metodologia de Ensino de Física I, está inserida no elenco daquelas relativas à formação didático-pedagógica, estando locada no Centro I – Educação. Normalmente, as disciplinas didático-pedagógicas são ministradas, nos cursos de Licenciatura na UNISINOS, por professores do Centro I. Em relação a Metodologia de Ensino de Física, isto não ocorre, tendo em vista que os professores do Centro I não têm conhecimentos específicos de Física, mas somente conhecimentos pedagógicos e, portanto, quem a ministra tem formação em Física.

4.2 DOCUMENTOS OFICIAIS

Os incisos do art. 43, do capítulo IV, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) (Lei 9.394/96), (BRASIL, 1996), referem-se às finalidades da educação superior. Dentre essas finalidades, merecem destaque os incisos relacionados aos objetivos do presente trabalho:

I - estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;
III - incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica;
IV - promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação.

O agente responsável para atingir estas finalidades é o professor do ensino superior, que, segundo Zucco, Pessine e Andrade (1999), devem ensinar os estudantes a aprender coisas e soluções, e não simplesmente ensinar coisas e soluções.

Pela LDBEN (BRASIL, 1996), os alunos do ensino Fundamental e Médio precisam ser estimulados a valorizar o conhecimento, os bens culturais, o trabalho e a ter acesso a eles, autonomamente. Devem aprender a selecionar o que é relevante, investigar, questionar e pesquisar; a construir hipóteses, compreender, raciocinar logicamente; a comparar, estabelecer relações, inferir e generalizar; a adquirir confiança na própria capacidade de pensar e encontrar soluções. Neste sentido, vale lembrar que o agente responsável para que eles consigam alcançar estes objetivos é o professor⁶.

A preocupação com a formação do professor encontra-se nos incisos do art. 3 da LDBEN e, também, na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), no seu art.206, fornecendo garantia de padrão de qualidade, como um dos princípios da educação nacional:

⁶“É preciso enfrentar o desafio de fazer da formação de professores uma formação profissional de alto nível. Por formação profissional, entende-se a preparação voltada para o atendimento das demandas de um exercício profissional específico que não seja uma formação genérica e nem apenas acadêmica”. (BRASIL, 2001)

*Art. 206. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:
 II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber;
 III - pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;
 VII - garantia de padrão de qualidade.*

As atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (BRASIL, 2002) procuram entrar em consonância com os dispositivos da LDBEN (BRASIL, 1996). Esta sintonia pode ser verificada na alínea b, inciso II, do art. 3º, das diretrizes, que, ao estabelecer princípios norteadores para a formação de professores, considera que a aprendizagem deve ser vista “[...] como processo de construção de conhecimentos, habilidades e valores em interação com a realidade e com os demais indivíduos, no qual são colocadas em uso capacidades pessoais”. No inciso III, do mesmo artigo, a ênfase é dada para a pesquisa com foco no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que ensinar requer, “[...] tanto dispor de conhecimentos e mobilizá-los para a ação, como compreender o processo de construção desses conhecimentos”.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena (BRASIL, 2001), explica que

Para atender à exigência de uma escola comprometida com a aprendizagem do aluno importa que a formação docente seja ela própria agente de crítica da tradicional visão de professor como alguém que se qualifica unicamente por seus dotes pessoais de sensibilidade, paciência e gosto no trato com crianças, adolescentes e jovens e adultos.

As Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (BRASIL, 2001, p.3) indicam as habilidades e competências específicas, necessárias para a formação plena dos professores. Não houve, aqui, preocupação em listar todas, mas destacar, entre elas, duas que se relacionam com a presente pesquisa:

- 1. O planejamento e o desenvolvimento de diferentes experiências didáticas em Física, reconhecendo os elementos relevantes às estratégias adequadas.*
- 2. A elaboração ou adaptação de materiais didáticos de diferentes naturezas, identificando seus objetivos formativos, de aprendizagem e educacionais.*

O projeto desenvolvido contempla essas habilidades e competências, tendo em vista a elaboração de unidades didáticas, por parte dos licenciandos, que englobam conhecimentos específicos de Física e pedagógicos, através de atividades experimentais. Essas unidades didáticas cumprem as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's+) (BRASIL, 2002, p.38), pois

“o papel da experimentação [...] vai além das situações convencionais de experimentos em laboratório”. O que se pretendeu, no desenvolvimento da pesquisa, foi evitar que os experimentos propostos se reduzissem “à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados”, criando condições para que eles envolvessem “desafios, estimulando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) (BRASIL, 2000) e, mais recentemente, as orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's+) (BRASIL, 2002) foram elaborados, procurando dar um novo sentido ao ensino da Física. Destaca-se, então, que se trata de “[...] construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade”. Verifica-se a preocupação com essa questão, ao lembrar que, “entre os maiores desafios para a atualização pretendida no aprendizado de Ciência e Tecnologia, no Ensino Médio, está a formação adequada de professores”. O aspecto também está refletido, nas afirmações: “a mudança de mentalidade de um professor é um processo lento e difícil” e “titular as pessoas não significa necessariamente qualificá-las”.

O professor em formação deve ser preparado para atender as finalidades atribuídas ao Ensino Médio, como as previstas no inciso III, do art. 5º, das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (1998):

Art. 5º. Para cumprir as finalidades do ensino médio previstas pela lei, as escolas organizarão seus currículos de modo a:

III - adotar metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores.

Os cursos de Licenciatura em Física, para adotarem os procedimentos do art. 5º, da DCNEM, devem inculcar nos licenciandos⁷ que

[...] O ensino de física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. (BRASIL, 2002)

Portanto, os licenciandos devem receber uma formação adequada, que possa subsidiá-los em suas escolhas e práticas, contribuindo ao processo de discussão. O texto das Diretrizes

⁷“Se pretendemos que a formação promova o compromisso do professor com as aprendizagens de seus futuros alunos, é fundamental que os formadores também assumam esse compromisso em relação aos futuros professores, começando por levar em conta suas características individuais, experiências de vida, inclusive, as profissionais”. (BRASIL, 2001)

Curriculares Nacionais, para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena (BRASIL, 2001) inclui que

[...] o planejamento dos cursos de formação deve prever situações didáticas em que os futuros professores coloquem em uso os conhecimentos que aprenderem, ao mesmo tempo em que possam mobilizar outros, de diferentes naturezas e oriundos de diferentes experiências, em diferentes tempos e espaços curriculares.

A legislação educacional brasileira é omissa, em relação à formação pedagógica do professor universitário, como pode ser visto na LDBEN (BRASIL, 1996) no seu art. 66:

“Art. 66 - A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado”.

De acordo com Pachane (2005, p. 14),

A formação exigida para docência no ensino superior tem sido restrita ao conhecimento aprofundado do conteúdo, sendo este conhecimento prático (decorrente do exercício profissional) ou teórico/epistemológico (decorrente do exercício acadêmico). Pouco, ou nada, tem sido exigido em termos pedagógicos.

Ocorre que, geralmente, os programas de mestrado acadêmico e de doutorado, oportunizam o aprofundamento na área específica e o atendimento a alguma disciplina ligada à pedagogia universitária formando pesquisadores e docentes. Esta situação é preocupante, pois estes mestres e doutores serão professores em instituições de ensino, geralmente em nível superior. Em 2002, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), criou o Mestrado Profissional em Ensino (MPE) de Física, com um currículo que contempla a área específica de conhecimento e a formação didático-pedagógica, focado em professores atuantes na educação básica e nas licenciaturas, com o objetivo de qualificá-los para o mercado de trabalho. Moreira (2004, apud OSTERMANN; REZENDE, 2009, p. 2) explica que o MPE

[...] deverá ter caráter de preparação profissional na área docente focalizando o ensino, a aprendizagem, o currículo, a avaliação e o sistema escolar. Deverá, também, estar sempre voltado explicitamente para a evolução do sistema de ensino, seja pela ação direta em sala de aula, seja pela contribuição na solução de problemas dos sistemas educativos, nos níveis fundamental e médio.

Verifica-se que o Mestrado Profissional em Ensino de Física oferece, aos professores participantes, a oportunidade de, ao mesmo tempo, utilizar os conteúdos específicos de Física, e os de cunho pedagógico, em sua prática escolar. Vale salientar que, com o desenvolvimento do presente projeto, se pretendeu buscar uma integração entre pesquisa em ensino de Física (com ênfase nas teorias de ensino-aprendizagem, na epistemologia e em conteúdos específicos) e a formação de professores.

5 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos do estudo, que teve como foco melhorar a formação inicial do professor de Física, em um projeto desenvolvido na disciplina de “Metodologia de Ensino de Física I”.

5.1 PARTICIPANTES E LOCAL DA APLICAÇÃO

A proposta de trabalho desenvolveu-se na turma de Metodologia de Ensino de Física I, do Curso de Licenciatura em Física, da UNISINOS (Currículo 2). Trata-se de disciplina anual que, na grade curricular, encontra-se no quarto semestre do curso. A aplicação foi realizada pela proponente do projeto, que também era a professora da disciplina, no primeiro semestre de 2005.

O número de participantes foi de 21 alunos, 15 do sexo masculino e seis do feminino, que participaram ativamente neste trabalho, mas, apenas para constar, um dos alunos desistiu da disciplina, pois compareceu quando o semestre já estava em andamento (quarta aula). A faixa etária do grupo de alunos situou-se entre 22 e 24 anos. Desses alunos, 23,8% atuam como professores, em escolas de ensino fundamental (oitava série) e médio e 76,60% trabalham em outras áreas. Apenas 19,1% dos alunos estavam cursando as disciplinas do quarto semestre do curso.

5.2 A DISCIPLINA 10188 – METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I

O curso de Licenciatura em Física da UNISINOS oferecia, em seu currículo 2, disciplinas de enfoque pedagógico. Um dos objetivos de algumas dessas disciplinas era de planejar e de desenvolver atividades experimentais que envolvessem fenômenos físicos, interpretando teorias e leis que os descrevam. Outro objetivo era conduzir, em escola de nível fundamental ou médio, as atividades planejadas, mediante a interação com os alunos.

A disciplina 10188 – Metodologia de Ensino de Física I, cuja caracterização encontra-se no ANEXO C, encaixava-se neste perfil e tinha como pré-requisito: “Física Mecânica” (segundo semestre), “Gravitação, Ondas e Mecânica dos Fluidos” (terceiro semestre), “Física Calor” (segundo semestre) e “Cálculo I” (primeiro semestre). Essa disciplina de 04 (quatro) créditos totaliza 60 horas-aula na Universidade, mais 40 horas-aula extraclasse. Nas aulas presenciais, os alunos, no âmbito dos conteúdos específicos de Física, apresentavam propostas de material instrucional e, em atividades extraclasse, vivenciavam a prática docente, ao ministrar aulas nas escolas da rede ou oficinas, na própria UNISINOS.

5.2.1 A forma original da disciplina

Neste subitem, far-se-á uma abordagem da disciplina, mostrando os procedimentos realizados, antes da aplicação do presente projeto.

Inicia-se esta análise pelo cronograma (ANEXO D) distribuído aos alunos em 2004/1. Verifica-se que, apesar de a disciplina ter o nome de “Metodologia de Ensino de Física”, não passava de uma mera “Instrumentação para o Ensino de Física”. Isso ficava evidente, pois, na verdade, os licenciandos tinham as seguintes preocupações: montar experimentos, na maior parte das vezes, de baixo custo; elaborar relatórios e apresentá-los ao grupo de colegas; e, como tarefa adicional, ministrar uma aula experimental para alunos de Ensino Fundamental ou Médio. Os alunos não recebiam aulas de conteúdo específico, pois os objetivos da disciplina eram:

- *Selecionar fenômenos físicos da mecânica e da termodinâmica que apresentem interesse para o ensino fundamental e médio.*
- *Planejar e desenvolver atividades experimentais que envolvam esses fenômenos, interpretando teorias e leis que o descrevam.*
- *Interagir com a realidade da escola, buscando aproveitar os recursos por elas oferecidos e influir, com criatividade, na implementação de recursos alternativos.*

No primeiro encontro do semestre, apresentava-se a disciplina para os alunos e distribuía-se o cronograma, com as tarefas a serem desenvolvidas.

Os alunos, em duplas, planejavam seis experimentos que envolvessem os seguintes conteúdos de Física:

- 1ª. experiência - Cinemática e dinâmica;
- 2ª. experiência - Energia e *momentum*;
- 3ª. experiência - Termometria e dilatação térmica;
- 4ª. experiência - Calor e mudança de fase;
- 5ª. experiência - Termodinâmica e estática dos fluidos;
- 6ª. experiência - Dinâmica dos fluidos e gravitação universal.

Em 2004/1, a turma era composta por 18 alunos (9 duplas) e, portanto, em cada encontro semanal, a metade dos alunos, obrigatoriamente, apresentava um experimento elaborado por eles. Como cada encontro era de três horas-aula, cada dupla tinha, em média, 20min para a apresentação, com um pequeno intervalo entre elas.

Além dos experimentos, os licenciandos realizavam visita a uma escola de Ensino Médio ou Fundamental, para conhecer o laboratório de Física e/ou Ciências, entregando, ao professor titular, um relatório com suas observações. Além desta tarefa, na escola, os alunos ministravam uma aula experimental, aproveitando o material instrucional elaborado na disciplina. São poucas escolas que

oferecem oportunidade aos licenciandos, no sentido de ministrarem aulas que não sejam de estágio obrigatório, por isso, optou-se, em 2004/1, por trazer alunos, de Ensino Fundamental e Médio, para a UNISINOS. Então, os licenciandos ministravam a sua aula experimental, contemplando, assim, um dos objetivos propostos: “Interagir com a realidade da escola, buscando aproveitar os recursos por elas oferecidos e influir, com criatividade, na implementação de recursos alternativos.”

A avaliação dos alunos seguia o seguinte critério: o Grau A era proveniente das notas dos relatórios e das apresentações dos experimentos, com peso 5; da visita à escola, com peso 1; e de uma prova escrita, com peso 4. O grau B seguia a mesma forma com a substituição da visita à escola pela oficina.

Tendo em vista que as atividades experimentais eram consideradas essenciais e, portanto, não passíveis de recuperação, o Grau C era resultante da média ponderada do resultado da prova de substituição/recuperação, realizada na vigésima semana, com peso variando, conforme estivesse sendo substituído o Grau A (peso 5) ou o Grau B (peso 4), e do resultado da avaliação das atividades experimentais, já apurado durante o semestre e mantido com seu peso original.

No ANEXO E, encontra-se um modelo de relatório apresentado por um grupo, em 2004/1. Passando os olhos nesse relatório, verifica-se que o grupo teve somente a intenção de construir o experimento, sem a preocupação com metodologia de ensino e/ou aprendizagem dos alunos. Apesar de a disciplina ser alocada no Centro I – Educação, tinha como pré-requisito somente disciplinas de conteúdo específico, deixando de lado as de cunho pedagógico, como, por exemplo, “Teorias de Ensino-Aprendizagem”.

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA

A implementação da proposta, como já informado anteriormente, deu-se no primeiro semestre de 2005. O cronograma de apoio, utilizado pela proponente do projeto, está no apêndice B. O semestre foi dividido em quatro partes.

5.3.1 Primeira parte – Apresentação da disciplina

Na primeira parte, foram utilizadas as duas primeiras semanas de aula (21/02/2005 e 28/02/2005).

Iniciou-se a primeira aula, distribuindo-se aos alunos a caracterização da disciplina (ANEXO C) e a bibliografia complementar (APÊNDICE C), tendo em vista que as referências disponibilizadas, na caracterização, eram em pequeno número. Analisou-se item a item da caracterização, apresentando o novo formato da disciplina. Optou-se, neste semestre, por não fornecer aos alunos um cronograma de distribuição de aulas, tendo em vista que ele poderia sofrer adaptações, ao longo

do semestre. Explicou-se aos alunos que a disciplina seria modificada, em relação aos anos anteriores, tendo em vista a melhoria da formação do professor de Física. Mostrou-se que, com as modificações a serem inseridas na disciplina, pretendia-se que os conhecimentos específicos de Física fossem trabalhados pelos licenciandos, não na sua forma acabada, mas com sustentação nos resultados de algumas pesquisas em ensino de Física, enfatizando-se teorias de ensino-aprendizagem, história e epistemologia da Física. Com esse novo formato, as aulas deixariam a sua forma tradicional, para adotar um programa inovador, no qual os alunos teriam participação ativa nos processos.

Os alunos receberam a proposta, com entusiasmo, comentando que até aquele momento as disciplinas pedagógicas eram dadas de forma estanque, ou seja, não eram relacionadas às de conhecimento específico.

Terminada essa explanação, pediu-se que a turma - 21 alunos presentes e um faltante - se agrupasse em duplas, por afinidade, para a realização dos trabalhos no decorrer do semestre. Após, aplicou-se os questionários de sondagem 1 (ANEXO F) e 2 (APÊNDICE C), que foram respondidos individualmente.

Na segunda aula (28/02/2005), as 11 duplas - uma delas ainda incompleta - escolheram um conteúdo de Física, listado na caracterização, para a elaboração de unidades didáticas, fundamentadas em teorias de ensino-aprendizagem (Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire) e em contribuições da epistemologia (Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan). Neste momento não houve interferência por parte da professora e, assim, as duplas, mesmo não conhecendo todos os autores indicados, fizeram a sua escolha. Salienta-se que a escolha referida foi realizada antes mesmo das aulas teóricas serem ministradas, tendo em vista o tempo que as duplas investiriam na elaboração das unidades didáticas. Como suporte para a escolha do experimento e da fundamentação teórica, na confecção da unidade didática, as duplas utilizaram a bibliografia disponibilizada na caracterização da disciplina e a complementar fornecida na primeira aula do semestre. Como no InterAge (REZENDE et al, 2003), ambiente virtual de aprendizagem focado no professor e no licenciando dos cursos de Matemática e Física, está disponibilizado muitos textos de apoio relacionados ao foco da presente pesquisa, os alunos inscreveram-se no ambiente para poder utilizá-los. Nessa aula, também ficou definida a data de apresentação de tais unidades. Estas unidades didáticas deveriam conter o planejamento e o desenvolvimento de atividades experimentais.

Os títulos dos trabalhos e autores escolhidos foram os seguintes:

- As leis do movimento de Newton associadas às questões do trânsito, através de uma abordagem vygotskyana.
- Com o passar do tempo as distâncias mudam. A fundamentação teórica deste trabalho baseou-se em Paulo Freire.
- Diferença entre temperatura e sensação térmica. Este trabalho fundamentou-se na epistemologia de Popper.

- As evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a Terra. Os alunos utilizaram a epistemologia de Lakatos para o desenvolvimento da unidade didática.
- Transmissão do calor por convecção: “a ciência como uma atividade de solucionar problemas”. Como sugere o título, Laudan foi o autor escolhido.
- Experimento sobre energia mecânica, conjugando queda livre e lançamento de projéteis, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel.
- Visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações. Neste caso, a unidade didática foi fundamentada em Ausubel.
- O estudo da gravitação em um contexto histórico tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn.
- O pensamento piagetiano para a aprendizagem do pêndulo simples.
- Aplicação do princípio de Pascal: Elevador hidráulico por Vygotsky.
- Pressão atmosférica usando o critério de demarcação proposto por Popper.

A partir dessa aula, as duplas começaram a elaborar suas unidades didáticas, sendo que deveriam enviar, para a professora, relatórios prévios para as devidas correções. Vale ressaltar que todos os alunos da turma já haviam feito a disciplina de Teorias de Desenvolvimento e da Aprendizagem; portanto, deveriam ter conhecimento dos autores listados e alguns de História e Epistemologia da Ciência.

Foram apresentados, também, resultados de pesquisas em ensino de Física, que abordavam teorias de ensino-aprendizagem, epistemologia e conteúdos específicos de Física, visando a informar os licenciandos sobre peculiaridades e aspectos importantes dessa área. Utilizou-se, neste momento, para a análise de algumas pesquisas, o “Caderno Brasileiro de Ensino de Física⁸” (UFSC, 2009) e a “Revista Brasileira de Ensino de Física” (SCIELO, 2009), para *“promover a divulgação de conhecimentos [...], científicos e técnicos, que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou outras formas de comunicação”* (BRASIL, 1996), como previsto no inciso IV do art. 43 da LDBEN.

No Brasil, assim como nos países desenvolvidos, há grande número de profissionais dedicados a atividades relacionadas com a melhoria do ensino básico de Física. Entre essas atividades, destacam-se: produção de recursos pedagógicos adequados aos diversos níveis e à avaliação de sua eficiência no aprendizado; estudo de concepções alternativas em Física e sua influência no aprendizado; experimentação de metodologias alternativas de ensino; pesquisas voltadas para a formação do professor e para o sistema educacional; investigação teórica e experimental do processo de ensino-aprendizado; investigação histórica e filosófica da Física e da ciência como um todo.

Explicou-se também que não seriam aplicadas provas ao longo do semestre e que os alunos seriam avaliados através das tarefas realizadas.

⁸Em 2005, esta revista não estava disponível online.

5.3.2 Segunda parte - Fundamentação Teórica

Na segunda parte, “Fundamentação teórica”, foram ministradas aulas teóricas, em oito encontros, sobre teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia, sendo dividida em três etapas, a seguir discriminadas.

5.3.2.1 Primeira etapa

Para que os licenciandos repensassem questões relacionadas às teorias de ensino-aprendizagem, no sentido de poder aplicar as idéias e contribuições de alguns teóricos no ensino de Física, em suas unidades didáticas, foram ministradas aulas (ao todo oito encontros, totalizando 24h-aula), revisando o pensamento de quatro deles: Jean Piaget (MOREIRA; OSTERMANN, 1999), Lev Vygotsky (MOREIRA; OSTERMANN, 1999), David Ausubel (MOREIRA, 1999) e Paulo Freire (FREIRE, 1997). A escolha desses quatro autores teve como critério:

- Piaget, por sua teoria de desenvolvimento cognitivo.
- Vygotsky, pelo valor que sua teoria dá ao processo de interação, em sala de aula.
- Ausubel, assim como Piaget, prioriza a aprendizagem cognitiva, trazendo, no bojo de sua teoria, a aprendizagem significativa.
- Freire é conhecido por sua educação transformadora.

As aulas dessa primeira etapa aconteceram nos dias: 28/02/2005, 07/03/2005, 14/03/2005 e 21/03/2005. Utilizou-se a projeção, através de um data-show, de telas produzidas no *power point*⁹, especialmente, para dar o suporte a essas aulas. Nessa etapa, solicitou-se aos alunos que eles trouxessem, para as aulas, as seguintes referências bibliográficas, que contemplam os teóricos selecionados:

1- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Teorias construtivistas¹⁰. **Textos de apoio ao professor de Física**, Porto Alegre: UFRGS, n.10. 1999.

2 – FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

Durante as aulas, houve a interação entre a professora e os alunos, e entre eles.

⁹ Estas lâminas encontram-se na página da internet, resultante desta pesquisa.

¹⁰ A proponente da pesquisa adquiriu este volume diretamente na UFRGS e distribui aos estudantes da disciplina.

Ao final de cada aula, os alunos receberam, como tarefa, a construção de mapas conceituais (ANEXO G) das características de cada autor. Estes mapas foram apresentados ao grande grupo, com uma análise conjunta.

Para a confecção dos mapas conceituais, adotou-se o texto de apoio, proposto por Moreira (1992), sendo que o mesmo foi adquirido por todos os alunos. Os mapas conceituais foram utilizados, no presente trabalho, pelos licenciandos, para integrar, reconciliar e diferenciar os temas em questão e, também, como instrumento de avaliação dos significados que o licenciando atribuía aos temas que estavam sendo trabalhados.

5.3.2.2 Segunda etapa

Para que os licenciandos ensinem os conteúdos específicos para os seus futuros alunos ou, ainda, para que formulem um dado conceito, é necessário que discutam os problemas que levaram à formulação desse conceito e à epistemologia e história da Física. Por isso, essas teorias devem ser integradas ao processo de ensino-aprendizagem, tendo papel fundamental na inclusão de novos conceitos à estrutura cognitiva. Essas informações históricas são apresentadas não como mera curiosidade, mas como aspectos fundamentais para o entendimento dos conceitos físicos. Através da epistemologia, é possível explicar como se dá o processo de produção de conhecimento e, como escreve Matthews (1995, p.185),

[...] um professor de ciências, com conhecimento de História, Filosofia e Sociologia da ciência pode auxiliar os estudantes a compreender exatamente como a ciência apreende, e não apreende, o mundo real, vivido e subjetivo. Porém, o mais comum é que o estudante fique sujeito à infeliz escolha entre renunciar ao seu próprio mundo por ser uma fantasia, ou renunciar ao mundo da ciência pela mesma razão.

Shulman (1986, apud MATTHEWS, 1995, p. 189-190), em relação a isso, assim se manifestou:

Pensar apropriadamente sobre o conhecimento do conteúdo requer que se vá além do conhecimento de fatos ou conceitos da área: requer que se compreenda as estruturas da matéria [...] O professor deve não apenas ser capaz de definir aquilo que é aceito como verdade na área, mas também deve ser capaz de explicar porque uma dada proposição é considerada definitiva; porque deve-se aprendê-la e como ela se relaciona a outras proposições; tudo isso tanto na própria matéria como fora dela e, também, na teoria e na prática.

Completando com o pensamento de Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002, p.128), o conhecimento de epistemologia

[...] ajuda, e também obriga, os professores a explicitarem os seus pontos de vista sobre quais as teses epistemológicas subjacentes à construção do conhecimento científico, sobre o papel da teoria, da sua relação com a observação, da hipótese, da experimentação, sobre o método, e ainda aspectos ligados à validade e legitimidade dos seus resultados, sobre o papel da comunidade científica e suas relações com a sociedade.

Pensando desta forma, foram ministradas cinco aulas (15h-aula) trabalhando com os seguintes autores: Karl Popper (SILVEIRA, 1996), Thomas Kuhn (OSTERMANN, 1996), Imre Lakatos (SILVEIRA, 1996) e Larry Laudan (CUPANI, 1994). Também, ao final de cada encontro, os licenciandos receberam tarefas, como as de responder perguntas (ANEXOS H, I, K e L) sobre os autores abordados.

Para dar início a essa etapa, na aula do dia 04/04/2005, foi ministrada uma aula sobre o método científico¹¹. Esta aula foi necessária, tendo em vista que os alunos precisavam superar a visão de ciência que considera o processo de produção do conhecimento como uma rígida seqüência de passos, que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta, para poder desenvolver suas unidades didáticas. As aulas subsequentes (11, 18 e 25 de abril de 2005 e 02 de junho do mesmo ano), tiveram como foco cada um dos autores citados¹². Observe-se que, com apenas cinco aulas, não se esgotou o assunto, e nem era esta a finalidade. O que se pretendeu foi oferecer introdução ao estudo destes filósofos.

4.3.2.3 Terceira etapa

Discutiu-se, nesta etapa, a problemática da concepção empirista-indutivista, que é a que prevalece, na prática didática dos professores, independente do seu nível de atuação. Em geral, é natural que, em suas classes, os professores utilizem o laboratório como um recurso para desenvolver, nos alunos, atitudes e habilidades relativas a observar, medir, comparar, anotar e tirar conclusões; enfatizem apenas o produto das descobertas científicas; reportem-se aos grandes cientistas, como seres excepcionais, de inteligência superior, usualmente isolados em seus laboratórios, envolvidos em descobertas; apresentem o conhecimento científico como algo acabado e certo. Conforme enfatizam Ostermann e Moreira (1999), *“[...] é um erro didático e epistemológico ensinar para o aluno que basta observar para descobrir leis e teorias, e que o conhecimento científico é produzido através do método científico”*.

¹¹ Estas lâminas encontram-se na página da internet, resultante desta pesquisa.

¹² Estas lâminas encontram-se na página da internet, resultante desta pesquisa.

Ressalta-se que a teoria deve estar integrada à parte experimental, pois de acordo com o “[...] *sistema kuhniano, a relação entre a teoria e o experimento não é, nem verificacionista, nem falseacionista, mas adaptativa. [...] teoria e experimento não são independentes e antagônicos, mas contribuem ambos para a estruturação do paradigma*” (ARRUDA et al, 2001, p. 102).

Esta etapa não foi desenvolvida de forma estanque, mas integrada tanto à etapa um quanto à dois.

5.3.3 Terceira parte - Conhecimento Integrador

Na terceira parte, “Conhecimento integrador”, foram utilizados sete encontros (21 horas-aula). Os alunos, tendo como suporte a segunda parte, elaboraram as unidades didáticas e as apresentaram aos colegas, à professora e aos alunos do Ensino Fundamental e Médio, sendo que o grau final da disciplina foi a somatória de todas essas atividades.

Nesta parte da reformulação, foram propostos os planejamentos e a apresentação de unidades didáticas, por parte dos licenciandos, que trabalharam em duplas, organizando práticas docentes fundamentadas em teorias de ensino-aprendizagem e em epistemologias contemporâneas, afastando a dicotomia entre teoria e prática, e a separação entre a formação pedagógica e a dos conhecimentos específicos. Os licenciandos buscaram aplicar, a partir da elaboração das unidades didáticas, as tendências atuais, decorrentes da pesquisa em ensino de Física. A experimentação, no ensino de Física, foi concebida como parte integrante do processo ensino-aprendizagem, ou seja, deveria ser questionado o papel do laboratório, à luz da fundamentação teórica dada no curso. Os experimentos desenvolvidos pelos licenciandos não foram meramente ilustrativos ou demonstrativos, complementares à teoria, mas necessários para a real compreensão dos temas pertinentes à disciplina. Para o desenvolvimento das unidades didáticas, os alunos foram “[...] *estimulados a aprender o tempo todo, a pesquisar, a investir na própria formação e a usar sua inteligência, criatividade, sensibilidade e capacidade de interagir com outras pessoas*” (BRASIL, 2000, p.513).

Os relatórios provenientes das unidades didáticas foram disponibilizados, de forma impressa, para a professora e para os colegas. Neste relatório, deveria constar:

- uma folha de rosto, com os dados da dupla, da disciplina e o título do trabalho;
- sumário;
- título da unidade didática;
- objetivos;
- fundamentação teórica de conteúdos específicos e pedagógicos;
- roteiro do experimento (título, objetivos, material utilizado, procedimentos de montagem, utilização e questionamentos, desenvolvimento dos cálculos);
- considerações finais;

- referências bibliográficas (opcional: obras consultadas);
- apêndices e anexos.

Como suporte para a elaboração das unidades didáticas, os licenciandos tiveram, ao seu dispor, material de apoio (textos, livros), disponibilizado pela professora e, principalmente, do ambiente virtual de formação de professores - InterAge (REZENDE *et al*, 2003).

As duplas enviavam as unidades didáticas para a professora, à medida que as elaboravam para uma análise crítica. Ela as devolvia para as devidas correções. Feitas as correções, havia um novo envio para a análise final da professora. Vale salientar que algumas duplas encontraram grandes dificuldades na elaboração das unidades didáticas, pois a preocupação inicial era de simplesmente apresentar um roteiro para a realização da experiência. Elaboradas as unidades didáticas (ANEXO M), iniciaram-se as apresentações, em sala de aula, para os colegas e a professora. Em cada semana, duas duplas apresentavam suas unidades didáticas. Para as apresentações, foram utilizados cinco encontros (15h-aula), dos sete previstos, sendo que, nas duas aulas restantes, os alunos ocuparam com a sua elaboração.

5.3.3.1 Atividades extraclasse: 40 horas-aula

Nesta disciplina, Metodologia de Ensino de Física I, da carga horária total, 100 horas-aula, 60 horas-aula são presenciais e 40 horas-aula, atividades extraclasse. Estas atividades envolvem: visita a um laboratório de Física, em Escola de Ensino Médio ou Fundamental; assistir a uma aula de laboratório de física em escola de ensino médio e/ou fundamental; ministrar a aula de laboratório para alunos do ensino médio e/ou fundamental.

Visita a um laboratório de Física, em Escola de Ensino Médio ou Fundamental - nesta visita, que poderia ser realizada pela dupla ou individualmente, os alunos, com cartas de apresentação fornecidas pela UNISINOS, deveriam consultar a direção da escola sobre a existência ou não do laboratório de física e/ou ciências. Existindo o laboratório, caso a escola permitisse, deveriam verificar o tipo de material existente. Depois, os alunos deveriam entregar um relatório à professora.

Assistir a uma aula de laboratório de física em escola de ensino médio e/ou fundamental - aqui também a tarefa poderia ser realizada em dupla ou individualmente. Levando cartas de apresentação da UNISINOS, os alunos assistiram à aula experimental e, no final, fizeram a seguinte pergunta, ao professor: “O que o(a) senhor(a) considera como método empirista-indutivista?”. Desta observação, entregaram um relatório.

Ministrar a aula de laboratório, para alunos do Ensino Médio e/ou Fundamental - como as escolas só permitem que alunos estagiários ministrem aulas, o que não é o caso, a escola veio até a UNISINOS. Foram contactadas algumas escolas da região e, num sábado pela manhã, duas turmas, uma de Ensino Médio e a outra de Ensino Fundamental, estiveram presentes na UNISINOS para

possibilitar o cumprimento deste item. Cinco duplas apresentaram seus experimentos para o Ensino Médio, e as restantes, para o Ensino Fundamental.

5.3.4 O ambiente virtual InterAge – uma concepção vygotskiana para a formação de professores

Durante o desenvolvimento das unidades didáticas, utilizou-se o ambiente virtual construtivista, denominado InterAge (REZENDE *et al*, 2003), que foi concebido para propiciar a vivência da reflexão na ação, como complementação da aprendizagem. A escolha deste ambiente se deve ao fato de que ele dispõe de recursos pedagógicos sobre teorias de ensino-aprendizagem, história e epistemologia da Física, que poderão ser utilizados pelos licenciandos, na elaboração das unidades de ensino. Assim, ao trabalhar com este tipo de tecnologia, os licenciandos promovem a construção do seu conhecimento.

Rezende *et al* (2003) afirmam que não só o aspecto individual da construção do conhecimento é enfatizado nos ambientes construtivistas de aprendizagem, mas também o fato de que esta construção é igualmente um processo social, o que, para Vygotsky, “[...] *significa internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente construídas*” (VYGOTSKY, 1994, p. 76). Este tipo de ambiente abre espaço para a colaboração, no decorrer da aprendizagem.

Portanto, com a utilização do InterAge, houve interação entre os licenciandos e a professora da disciplina, assim como entre os próprios licenciandos. Nesse ambiente, a professora atuou incentivando e motivando a participação dos alunos, na construção do conhecimento, além de desafiar os alunos a pesquisarem e adquirirem novos conhecimentos, promovendo, assim, o processo de internalização, proposto por Vygotsky (1994). De acordo com Vygotsky, se houve aprendizagem, ocorreu o processo de internalização, que, neste caso, se dará na mesma medida da participação do aluno no ambiente virtual e ocorrerá de forma individual. Segundo a teoria sócio-histórica, “[...] *esse estímulo auxiliar possui a função específica de ação reversa, ele confere à operação psicológica formas qualitativamente novas e superiores, permitindo aos seres humanos, com o auxílio de estímulos extrínsecos, controlar o seu próprio comportamento*” (VYGOTSKY, 1994, p. 54).

No InterAge, esse processo é viabilizado pela interação, através do próprio ambiente ou de uma de suas ferramentas. O professor dá as diretrizes iniciais, ao propor uma tarefa, e os intercâmbios dos alunos com o ambiente completam o processo, que desencadeará uma possível mudança de comportamento.

5.4 COLETA DE DADOS

Foram coletadas e registradas as diversas atividades, desenvolvidas ao longo do semestre, pelos alunos da disciplina. Os dados são resultado das unidades didáticas que os alunos, em duplas, produziram na terceira parte, de questões aplicadas ao longo da investigação e, também, da aplicação dos questionários 1 e 2.

As observações da participação dos alunos, envolvidos na pesquisa, foram realizadas ao longo do semestre. Envolveram aspectos em sala de aula, na interação no grupo, ou seja, entre os alunos, e entre a professora e os alunos; as reações no momento da apresentação da unidade didática; e as dificuldades no processo de realização das atividades. Tiveram como suporte a teoria sociointeracionista de Vygotsky.

Para a análise e discussão dos dados levantados, optou-se por considerar as unidades didáticas e, como complementação, as respostas dos questionários, aplicados no primeiro encontro do semestre e no último.

As unidades didáticas planejadas pelos licenciandos deveriam ser organizadas mostrando práticas docentes fundamentadas em teorias de ensino-aprendizagem e em epistemologias contemporâneas.

Os questionários foram aplicados para levantar noções sobre teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia. Como instrumento de medida, foram utilizados os questionários do tipo aberto, sendo um sobre epistemologia (ANEXO F), questionário *Views of the Nature of Science, Form C* (VNOS-C), traduzido para o português por El-Hani et al (2004). Deste questionário, foram utilizadas nove das 11 questões originais. Foi também utilizado um instrumento sobre teorias de ensino-aprendizagem (APÊNDICE C), especialmente elaborado. Nestes questionários, as perguntas elaboradas estavam relacionadas às teorias de ensino-aprendizagem, epistemologia e história da Física, conteúdos específicos de Física, identificação e caracterização dos participantes. Eles foram aplicados em dois momentos: na primeira aula, fevereiro de 2005, e na última aula, julho de 2005, para, justamente, verificar mudanças em concepções sobre teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia.

Dos 21 alunos matriculados, 19 estavam no primeiro encontro, sendo que esses responderam ao questionário 1 e, 17, ao questionário 2. No último encontro, quando do fechamento da disciplina, alguns alunos estiveram ausentes e, 18 responderam ao questionário 1 e 17 ao questionário 2. As informações obtidas (ANEXO J), foram analisadas a partir de categorias, sendo estas apresentadas no Capítulo 6.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Apresentam-se, neste capítulo, em forma de análise e discussão, os resultados obtidos da reformulação da disciplina Metodologia de Ensino de Física I, ocorrida em 2005/1, que envolveu 21 alunos.

A coleta de dados que originou esta análise e discussão foi proveniente de:

- Unidades didáticas planejadas e desenvolvidas pelos alunos da disciplina.

E, como complementação a:

- Aplicação do questionário 1 (ANEXO F), ou seja, do questionário VNOS-C (*Views of the Nature of Science, Form C*) (EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004), traduzido para o português, do qual foram utilizadas 9 das 11 questões originais, para verificar a visão dos alunos sobre a natureza da ciência. Esse questionário foi aplicado no primeiro e no último encontro do semestre.
- Aplicação do questionário 2 (APÊNDICE C), no qual quatro questões estavam relacionadas a conteúdos de teorias de ensino-aprendizagem e uma, aos PCN's, para que os licenciandos se posicionassem em relação a ideias e a contribuições de alguns teóricos. Este questionário, em conjunto com o questionário 1, foi aplicado no primeiro e no último encontro do semestre.

6.1 UNIDADES DIDÁTICAS

A análise das unidades didáticas (ANEXO M) possibilita a discussão do cerne do presente estudo, tendo em vista que, nelas, podemos verificar se houve ou não a integração, entre o conhecimento pedagógico e o científico. Neste subitem, faz-se a análise das mesmas verificando se os licenciandos realizaram essa integração.

Os licenciandos, em duplas, desenvolveram unidades didáticas, fundamentadas em conteúdos específicos de Física, teorias de ensino-aprendizagem e/ou em epistemologias contemporâneas. Na primeira e na segunda aula do semestre, em fevereiro de 2005, as duplas se formaram e os títulos dos trabalhos e os autores foram escolhidos.

As unidades didáticas foram desenvolvidas para serem utilizadas em aulas de Física, no ensino médio e/ou fundamental. Logo, a fundamentação teórica do conteúdo específico de Física, nessas unidades, está voltado para este nível de ensino.

A seguir, listam-se os títulos das unidades didáticas:

- As leis do movimento de Newton associadas às questões do trânsito, através de uma abordagem vygotskyana (ANEXO M1).
- Com o passar do tempo as distâncias mudam. (ANEXO M2)
- Diferença entre temperatura e sensação térmica (ANEXO M3).
- As evidências do modelo heliocêntrico e suas consequências diretas sobre a Terra (ANEXO M4).
- Transmissão do calor por convecção: “a ciência como uma atividade de solucionar problemas” (ANEXO M5).
- Experimento sobre energia mecânica, conjugando queda livre e lançamento de projéteis, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel (ANEXO M6).
- Visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações (ANEXO M7).
- O estudo da gravitação em um contexto histórico, tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn (ANEXO M8).
- O pensamento piagetiano para a aprendizagem do pêndulo simples (ANEXO M9).
- Princípio de Pascal: Elevador Hidráulico por Vygotsky (ANEXO M10).
- Pressão atmosférica usando o critério de demarcação, proposto por Popper (ANEXO M11).

6.1.1 As leis do movimento de Newton, associadas às questões do trânsito, através de uma abordagem vygotskyana (ANEXO M1)

A dupla que desenvolveu esta unidade foi além das expectativas. Além de apresentá-la em sala de aula, para os colegas e para a proponente do presente trabalho, os alunos ministraram uma aula para uma turma do Ensino Fundamental, com o intuito de verificar a validade da unidade. Nas palavras da dupla¹³:

“Este trabalho relata uma prática pedagógica realizada no primeiro semestre de 2005, junto às turmas da 7ª e 8ª séries da Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio de Conto, no bairro Jacarezinho de Encantado – RS. Como tema a ser trabalhado escolhem-se as três leis do movimento de Newton. Considerando características próprias do local de trabalho, o tema foi associado às questões do trânsito. Além disso, todo o trabalho se norteou com base na teoria sócio-histórica de Vygotsky. Desta forma, o trabalho dedica o segundo capítulo para a retomada da biografia e teorias (com relação ao tema proposto) dos referenciais utilizados. Sua prática junto com os alunos foi realizada no dia 08 de abril de 2005, durante à tarde, e possibilitou, após o intervalo, a realização de quatro experimentos práticos, incluídos nos anexos. Com base no embasamento inicial, este ensaio possibilitou a introdução de um grande número de idéias e propostas para uma prática

¹³ As transcrições das respostas dos alunos foram literais, ou seja, não foram corrigidos eventuais erros de ortografia ou de construção gramatical.

pedagógica no ensino atual. Estas idéias, por vezes de difícil realização e inovadoras, foram postas em prática dentro de um intercâmbio com alunos do ensino fundamental de uma escola estadual. Em relação ao esperado, os resultados finais em muito hão de melhorar, através de melhorias posteriores da idéia inicial. Entretanto, ficamos satisfeitos pelo bom retorno que tivemos junto aos nossos colaboradores (alunos, colegas de classe e de escola). Esperamos que este trabalho possa ser difundido e que muitos outros possam aparecer, para que o aprimoramento pedagógico brasileiro seja possível e sempre haja idéias para tal.”

Como o tema da unidade didática foram as Leis de Newton, a dupla introduziu o trabalho com uma retrospectiva da vida do autor, terminando com explicações sobre tais Leis. Através da inserção da história de Newton e, conseqüentemente, de suas leis, eles superaram “os modelos de ensino cujo foco principal seja a mera transmissão dos produtos da Ciência” (GATTI, 2004, p.493).

Ficou evidente, neste trabalho, a articulação entre o conteúdo específico e o pedagógico que, de acordo com Candau (1997), muda a visão conteudista dos licenciandos. A dupla, já na aplicação do questionário, no final de março, na turma de alunos da sétima série da escola, antes referida, mostrou esta articulação:

“1. Avaliação do conhecimento e potencial intelectual do aluno: relacionado às zonas de desenvolvimento de Vygotsky.

2. Avaliação da personalidade e rede social: relacionado às aptidões e gostos do indivíduo e ao contexto social em que o mesmo está inserido.”

Portanto, observou-se que os componentes desta dupla estão motivados a uma nova forma de ensinar e aprender. Ao refletirem sobre a sua prática, eles, de acordo com Schon (1995), foram produtores de conhecimentos práticos sobre o ensino e não mais especialistas técnicos, que apenas reproduzem conhecimentos.

6.1.2 Com o passar do tempo, as distâncias mudam (ANEXO M2)

Na unidade didática entregue, como pode ser verificado no Anexo N, a dupla organizou o trabalho de forma simples, esquecendo alguns itens obrigatórios da sua elaboração, como, por exemplo, os objetivos. Na apresentação, no entanto, eles utilizaram todo o tempo disponível (1h), aplicando as idéias de Freire ao trabalho:

“Como fundamentação teórica utilizaremos a contextualização com a realidade e educação dialogada, baseada na teoria de Paulo Freire”, disseram.

Na apresentação, a dupla considerou os colegas como sendo seus alunos e seguiu os passos previstos no relatório. Para a utilização da teoria proposta por Freire,

“num primeiro momento, apresentaremos uma aula teórica com muitas perguntas para incentivar o diálogo com os alunos. A seguir, passaremos para uma experiência com carrinhos a pilha, sempre em comparação com o dia-a-dia de cada um, retomando ao final a parte teórica, discutindo pontos da experiência.”

Os colegas ficaram motivados e grande número deles interagiu através de questionamentos durante o desenrolar da parte experimental. Ao utilizarem carrinhos de pilha, para analisar o movimento retilíneo uniforme, a dupla conseguiu relacionar conteúdo específico ao pedagógico. Conforme Longuini e Nardi (2002, p.3), o professor relaciona conteúdo específico ao pedagógico, quando *“[...] adapta materiais com as habilidades dos estudantes ou com suas concepções, encontra maneiras para representar a informação usando analogias, exemplos, metáforas, etc”*.

6.1.3 Diferença entre temperatura e sensação térmica (ANEXO M3)

Com uma retrospectiva histórica, apoiados em Popper, os alunos abordaram o tema temperatura e sensação térmica. O objetivo da unidade didática, nas palavras da dupla, foi:

“Definir e demonstrar através de comparações empírico/experimentais e dedutivo/conceituais a diferença entre temperatura e sensação térmica”.

Para atingir o objetivo, eles apresentaram a seguinte proposta:

“Sob a forma de uma linguagem adaptada da metodologia e epistemologia popperiana e, dentro dos limites demarcados pelo limbo das refutações empíricas de experiências relacionadas, buscaremos identificar bem como elucidar para a classe um conceito para “Sensação Térmica” e diferenciá-lo do conceito clássico de Temperatura da Termodinâmica”.

Encontraram em Popper, através da teoria dos três mundos, a base para diferenciar sensação térmica de temperatura. Percebe-se este posicionamento, quando afirmam:

“Olhando através das lentes da teoria de Popper dos três mundos, em que o sujeito do mundo (2) utiliza os objetos do mundo (1) criando a teoria um (T1) que, no caso diz: “o corpo humano é um termômetro confiável”, gerando o conhecimento do mundo (3): “posso descrever a natureza com essa teoria”. Após a obtenção de tal teoria (olhar) e suas predições quanto ao comportamento da natureza, voltamos aos objetos do mundo (1) e seguimos uma severa bateria de testes relativos ao

conhecimento em questão, até que ocorra um erro da teoria e, através de um olhar crítico, sua conseqüente identificação. Neste caso mostrando que o corpo humano não é um bom termômetro. Assim acaba surgindo o que Popper considera a teoria dois (T2), que evoluiu da teoria um (T1). Esta evolução só é possível, segundo Popper, devido ao caráter racional/dedutivo da ciência e é o que constitui o conseqüente progresso de suas teorias”.

Na apresentação do seminário, a dupla interagiu com os colegas, principalmente durante a demonstração do experimento. Mesmo tendo a base da unidade didática fundamentada em Popper, a dupla encontra em Vygotsky (1996) esta preocupação, pois, de acordo com ele, o professor tem a função de agente mediador, que, por meio da linguagem, intervém e auxilia na construção e reelaboração do conhecimento do aluno, contribuindo para o desenvolvimento deste.

Ao analisar esta unidade didática, percebe-se que houve muita citação direta, por parte da dupla. A internet, como meio de pesquisa, torna esta situação possível e preocupante. A questão do “cópia-cola”, apesar de muito discutida no meio acadêmico, não foi resolvida. Ressalta-se que, ao entregarem o relatório, os licenciandos haviam colocado estas citações, como se fossem produção própria. Alertou-se a dupla e houve a modificação no texto. Inclusive, no primeiro encontro do semestre, foi reforçado a questão da ética no trabalho.

6.1.4 As evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a Terra (ANEXO M4)

A dupla mostrou que entendeu os objetivos da disciplina, ao utilizar a epistemologia de Lakatos, para o desenvolvimento da unidade didática. Na medida em que mostravam a parte histórica do tema proposto, intercalavam a visão de Lakatos. Percebe-se esta conduta, nos seguintes trechos da unidade didática:

“Mesmo que Ptolomeu consiga explicar com seu modelo as hipóteses de Copérnico, não conseguiram ser admitidas pelo seu modelo. Aqui então ocorre a seguinte situação:

Conforme Lakatos, a teoria que consegue melhor explicar o problema proposto, substitui a outra que não pode explicar os fatos com sucesso. Ou seja, houve uma “revolução científica” no sentido de que um programa conseguiu substituir o outro.

Posteriormente ao modelo de Copérnico, que foi defendido por Galileu, Sir Isaac Newton, através de suas leis da mecânica, trouxe uma grande contribuição para este modelo heliocêntrico, como cálculo preciso da órbita dos planetas, períodos de revolução, massa dos planetas. Este novo núcleo firme trouxe uma série de acontecimentos não previstos antes, sendo caracterizado como progressivo.

No próximo passo, então, aprofundaremos nosso conhecimento em torno do modelo newtoniano, caracterizando as diversas hipóteses auxiliares no seu cinturão protetor para podermos verificar seu novo núcleo firme.”

Observa-se o esforço da dupla para apresentar, em sala de aula, uma proposta inovadora. Para provocar maior interesse pelo assunto, por parte da turma, a dupla usou o software *Mathematica* Versão 5.0, para “mostrar as posições de máxima e mínima luminosidade conhecidas como *solstícios*”. No apêndice da unidade didática um passo-a-passo da utilização deste software. O aproveitamento, por parte de um dos integrantes da dupla, foi tanto que, ao prosseguir na pesquisa sobre este assunto, desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso.

Na primeira versão da unidade didática, os licenciandos não haviam colocado as fontes das figuras utilizadas. Na segunda versão, acrescentaram tais fontes. Estranha-se este fato, pois já haviam entregado trabalhos em outras disciplinas, nas quais, provavelmente, aparecem figuras e fotografias que não são de autoria própria. Percebe-se que nem todos os professores orientam seus alunos em relação à questão da ética nos trabalhos acadêmicos.

Com esta unidade didática, a dupla conseguiu transmitir como a ciência é vista por Lakatos. De acordo com Vianna e Carvalho (2001), isto só é possível, com a mudança da didática, integrando os conhecimentos pedagógicos e os conteúdos científicos a serem ensinados.

6.1.5 Transmissão do calor por convecção: “a ciência como uma atividade de solucionar problemas” (ANEXO M5)

Não houve preocupação, no desenvolvimento da unidade didática, em aprofundar a parte teórica de conteúdo específico e o posicionamento filosófico de Laudan. A dupla mostrou, no entanto, seus conhecimentos no momento do seminário. Eles desenvolveram o conteúdo científico e epistemológico, de forma integrada, mostrando conhecimento de ambos. A seguir, um trecho da unidade didática :

“ [...] podemos dizer que a brisa marítima, a brisa terrestre e a refrigeração de um ambiente (Figura 1) seriam os problemas (situações do cotidiano) e a transferência de calor por convecção a teoria apropriada para responder estas situações do dia-a-dia. [...] Os problemas enfrentados no dia a dia da prática científica são como os problemas usuais da vida cotidiana. A teoria é o resultado final da busca para a solução aos problemas empíricos. Portanto a ciência pode ser vista como uma atividade de solucionar problemas. Nos exemplos mostrados na figura 1 problemas foram resolvidos satisfatoriamente por uma teoria: transmissão de calor por convecção. A convecção faz parte de muitos processos naturais.”

A figura 1, referida na transcrição, mostra três situações, do dia-a-dia, relacionadas com a

transferência de calor por convecção. Na unidade didática a dupla simplesmente anexou as figuras sem grandes explicações. Na apresentação, em sala de aula, as devidas explicações foram realizadas sempre mostrando a relação entre o conteúdo de Física com a epistemologia de Laudan.

Foram felizes nas escolhas do experimento, pois perguntas e sugestões foram realizadas, durante a apresentação.

Percebe-se, não só nesta unidade, que os estudantes têm dificuldades de expressão, através da escrita, mas não apresentam esta dificuldade na oralidade. Esta dupla, por exemplo, talvez porque os dois integrantes já são professores, mostrou claramente desenvoltura verbal.

6.1.6 Experimento sobre energia mecânica, conjugando queda livre e lançamento de projéteis, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel (ANEXO M6)

Essa unidade didática foi dividida em duas partes, na qual, na primeira, os licenciandos dissertaram sobre a teoria de Ausubel e, na segunda, sobre o conteúdo de Energia. Diferentemente de outras duplas, aqui houve a preferência por mostrar a integração entre o conhecimento pedagógico e o específico, no final do trabalho, ou seja, no capítulo 8. Ressalta-se a importância da disciplina, quando a dupla narra:

“Preparar uma unidade didática com experimento, seguindo a teoria de Ausubel foi uma experiência complexa, trabalhosa, mas que trouxe à tona vários pontos que nos fizeram refletir. Entre eles, definição dos assuntos, determinação dos conhecimentos prévios, ancoramento com assuntos já dominados, escolha de subsunçores para os pontos onde pudesse não haver conhecimento prévio, mas destacamos que nos chamou a atenção a questão dos detalhes: Ausubel prega um detalhamento completo de todas as etapas do processo. A linguagem deve ser clara, o conteúdo completo, nenhuma informação omitida, os passos devem estar ligados uns com os outros, sempre relacionando o que vem a seguir com o que está sendo feito. Não podem ser puladas etapas da sequência, as listagens de conteúdos e material devem conter até os itens que julgamos ser “desnecessários” (pois já estamos acostumados com eles). O detalhamento nos faz refletir que uma aula, um trabalho, um teste, um relatório, uma prova, pode não responder às nossas expectativas, por falta de detalhamento naquilo que subentendemos como já assimilado e pronto.

Por fim, acreditamos que o sucesso na implementação de uma unidade didática seguindo a linha construtivista de Ausubel depende da criatividade do professor. Devemos considerar que muitas vezes é necessário aplicar mais de uma teoria para que os alunos aprendam significativamente.”

Na apresentação do seminário, a dupla ressaltou as dificuldades encontradas na confecção da unidade. Por exemplo, entender a teoria proposta por Ausubel, na confecção do experimento, e a integração entre o conteúdo específico e o pedagógico. Villani e Franzoni (2000) enfatizam que esta conexão, muitas vezes, é difícil, pois muitos licenciandos consideram as disciplinas científicas

abstratas e distantes da prática docente. Para minimizar essas dificuldades, os autores propõem que os licenciandos vivenciem, ao longo de sua formação, momentos de discussão e reflexão, sobre o conhecimento científico e pedagógico.

6.1.7 Visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações (ANEXO M7)

Todas as duplas deveriam enviar a primeira versão da unidade didática, para as devidas correções, críticas e sugestões, uma semana antes do seminário. Esta dupla não o fez. O primeiro contato com a unidade didática foi no momento do seminário. Isto gerou vários problemas.

Iniciaram a apresentação com um longo histórico da vida de Ausubel, tornando-a cansativa. Somente no final discorreram alguns aspectos importantes da teoria de ensino-aprendizagem, proposta pelo autor. De forma estanque, ou seja, sem a integração do conteúdo pedagógico com o específico, abordaram o conhecimento específico. Apesar da abordagem correta do conteúdo de fluidos no início da apresentação, ocorreu um erro conceitual no momento da apresentação do experimento. Algumas duplas perceberam o erro, mas não se manifestaram, com medo de prejudicar as colegas. A professora, (proponente do presente trabalho), através de questionamentos à dupla, levou-as a verificarem o erro cometido. Sanada esta parte, deu-se o prosseguimento da apresentação, que ficou prejudicada tendo em vista o nervosismo da dupla. A unidade entregue mostrou a falta de interesse da dupla, em apresentar um trabalho como solicitado nas primeiras aulas do semestre. Este fato mostra como é difícil a conexão entre o conteúdo específico e o pedagógico por parte dos licenciandos/professores (VILLANI; FRANZONI, 2000). Espera-se que em situações futuras, por exemplo de sala de aula, esta dupla mude seu posicionamento não apenas reproduzindo o que está nos livros didáticos, mas que sabendo refletir criticamente sobre suas ações.

6.1.8 O estudo da gravitação em um contexto histórico tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn (ANEXO M8)

Ao analisarem a evolução das teorias que descreveram o movimento dos corpos celestes à luz da epistemologia de Kuhn, a dupla conseguiu mostrar que é possível a integração entre o conteúdo específico e o pedagógico. Seus integrantes conseguiram, de forma simples, analisar os paradigmas estabelecidos, os períodos de ciência normal e as crises, que culminaram nas quebras de paradigmas e na evolução das teorias, relacionadas ao tema da unidade didática. A parte teórica foi bem fundamentada. Nas palavras da dupla:

“Com o desenvolvimento do presente trabalho podemos acompanhar desde as mais remotas teorias sobre o movimento dos astros até a recente teoria da relatividade de Einstein. Viajando por

épocas distantes onde o absolutismo da igreja católica marchava sobre os ideais científicos, concluímos que a determinação científica e a busca do homem pelo conhecimento do mundo que o rodeia vencem os mais rígidos obstáculos, e, através de erros teóricos, formam-se paradigmas que só serão quebrados em meio a uma visível crise de conceitos, superados, então, pela teoria mais abrangente, estabelecendo um novo paradigma. Assim foi com o paradigma de Aristóteles, Com o paradigma de Newton, e talvez, no futuro, com o paradigma de Einstein”.

Houve alguns problemas na elaboração e na apresentação da unidade didática:

- No capítulo 11 da unidade didática, mais uma vez percebe-se a insistência dos estudantes em usar integralmente textos da internet, através de um “cópia-cola”. Esta dupla, inicialmente, tomou para si a autoria, corrigindo posteriormente, assinalando como citação direta.
- Os alunos desenvolveram dois experimentos. No primeiro, determinaram o período de um pêndulo simples. Ocorre que o conteúdo de oscilações não está presente no rol de Metodologia de ensino de física I, mas a dupla insistiu em realizá-la, pois relacionaram com o conteúdo de gravitação. Já na segunda experiência, o problema foi sério, pois, ao tentarem utilizar o software educativo, Vernier LabPro, Interface Photogates (sensor de posição) adquirido pela UNISINOS, para determinar a aceleração da gravidade local, não conseguiram. Para a apresentação não ficar totalmente comprometida localizaram o professor que indicou o programa e o chamaram até a sala em que estava sendo realizada a apresentação. Ele mostrou como utilizá-lo, determinando a aceleração da gravidade local. Analisando o roteiro deste experimento, verificam-se inúmeras lacunas, como o nome do *software*, explicações de sua utilização, bem como os resultados obtidos pela dupla. Ao serem questionados pela falta de preparação do experimento, as respostas foram evasivas. Aproveitou-se o momento para alertar a turma sobre a preparação de suas aulas, tanto a teórica quanto a experimental.

Um fato positivo é que um dos componentes da dupla está terminando o trabalho de conclusão de curso, tendo como foco a análise histórica de um conteúdo de física, integrado à epistemologia de Kuhn.

6.1.9 O pensamento piagetiano para a aprendizagem do pêndulo simples (ANEXO M9)

Esta unidade teve como objetivo:

“O objetivo deste trabalho é a elaboração de uma aula experimental, utilizando a teoria construtivista de PIAGET, para levar os alunos através de seus próprios esforços a adquirirem o seu desenvolvimento mental.”

Apesar desse objetivo induzir a uma integração entre o conteúdo específico e o pedagógico, explicitamente isto não ocorreu. De forma totalmente desvinculada, os alunos falaram sobre a teoria de Piaget e sobre o conteúdo específico. Verifica-se, mais uma vez, como é difícil, para alguns estudantes, mudarem a visão conteudista de ensino. Para minimizar esta dificuldade Villani e Franzoni (2000) propõem que os licenciandos vivenciem, ao longo de sua formação, momentos de discussão e reflexão, sobre o conhecimento científico e pedagógico. Houve momentos de discussão e de reflexão, ao longo do semestre, na disciplina Metodologia de Ensino de Física I, para mostrar a importância da integração entre o conhecimento pedagógico e o específico, mas nem todos os estudantes da turma alcançaram este objetivo.

Da mesma forma que a dupla anterior, esta também insistiu em trabalhar com o pêndulo simples, tendo em vista a possibilidade de usar o conteúdo de gravitação. Mesmo usando o programa excel, para os cálculos, o experimento não foi atrativo, o que ficou evidenciado pela pouca participação dos colegas, no momento da apresentação da unidade. Mesmo assim, pode-se dizer que houve crescimento da dupla, a partir deste trabalho.

A dupla anexou dois textos na unidade didática: Projeto de pesquisa e Abordagens epistemológicas do desenvolvimento das ciências. Estes textos tiveram como objetivo auxiliá-los na elaboração da unidade didática. No entanto, pareceu-nos que os mesmos ficaram perdidos, sem função no trabalho.

6.1.10 Princípio de Pascal: Elevador Hidráulico por Vygotsky (ANEXO M10)

Esta unidade foi desenvolvida por apenas um aluno, tendo em vista o número Ímpar de componentes da turma. Talvez, em função disto, ele teve algumas dificuldades na composição de sua unidade e, para saná-las, a participação da professora foi fundamental. Neste ponto, encontra-se apoio em Vygotsky (1994), que insiste na função mediadora do professor, que, fazendo assim, contribui para o desenvolvimento do aluno. Pela teoria sociointeracionista de Vygotsky, o conhecimento é sempre mediado.

Um dos objetivos desta unidade didática foi:

“Apresentar na prática a aplicação do Princípio de Pascal, a luz da teoria de ensino-aprendizagem de Vigotsky.”

Para alcançar este objetivo, ou seja integrar o conteúdo específico e o pedagógico, o aluno construiu um elevador hidráulico. Mostrou o pensamento de Vygotsky relacionando-o à atividade experimental como segue:

“Este trabalho baseia-se na pedagogia sócio-cultural, de Vygotsky. Para ele não há, a rigor, diferença cognitiva entre uma atividade teórica, como um problema resolvido por escrito, e uma atividade experimental. O objetivo da teoria de ensino-aprendizagem proposta por ele é o de promover interações sociais que permitam o ensino de determinado conteúdo. Portanto, a opção pela atividade experimental deve promover a interação social em relação ao conteúdo apresentado. No nosso experimento, a vinculação entre ele e a interação social pelo conteúdo da ciência é o que permite a abordagem experimental aos alunos, os quais terão nessa interação social uma explicação mais acessível e eficiente.”

6.1.11 Pressão atmosférica usando o critério de demarcação proposto por Popper (ANEXO M11)

A dupla que apresentou esta unidade didática entendeu qual sua finalidade, pois enfatizou aspectos da epistemologia de Popper, que foram importantes na elaboração da mesma. Assim, sintetizaram a teoria de Popper a partir dos seguintes pressupostos:

** A concepção a qual o conhecimento científico é descoberto em conjuntos de dados empíricos é falsa;*

** Não existe observação neutra livre de pressupostos, todo conhecimento está impregnado de teoria;*

** O conhecimento científico é criado, inventado, construído com objetivo de descrever, compreender e agir sobre a realidade;*

** As teorias científicas não podem ser demonstradas como verdadeiras - são conjecturas, virtualmente provisórias, sujeitas a reformulações e reconstruções;*

** Todo o conhecimento é modificado de algum conhecimento anterior.*

Seguindo no desenvolvimento da unidade didática, a dupla discorreu resumidamente sobre o conceito científico central - pressão atmosférica. Seguiram desenvolvendo o experimento e encerraram com a integração entre a teoria dos três mundos proposta, por Popper e a parte experimental. Na apresentação da unidade, em forma de seminário, para os colegas e para a professora, eles mostraram, seguindo o pensamento de Candau (2001), que dominavam o conteúdo específico e consideraram os seus diferentes enfoques metodológicos e suas respectivas bases epistemológicas.

Eles disseram:

“1º aspecto (visão de Popper)

Temos a teoria: Pressão atmosférica é a pressão exercida pelo peso do ar atmosférico sobre qualquer superfície em contato com ele.

Para podermos aceitar esta teoria realizamos alguns experimentos, realmente percebemos a existência da pressão atmosférica. Porém as teorias científicas não podem ser demonstradas como verdadeiras - são conjecturas, virtualmente provisórias, sujeitas a reformulações a reconstruções, sendo que todo o conhecimento é modificado de algum conhecimento anterior. Aceitamos esta teoria até que surja outra melhor.

2º aspecto (visão de Popper)

Realizando as experiências utilizamos a teoria dos três mundos.

Possuímos o mundo 3 (conhecimento), e nós (sujeito pertencente ao mundo 2) aplicamos o mundo 3 no mundo no mundo 1 (objetos concretos), realizando estas experiências.”

6.2 QUESTIONÁRIOS

Os questionários 1 e 2 foram aplicados, como dito anteriormente, em dois momentos: na primeira e na última aula, em fevereiro e julho de 2005, respectivamente. Este intervalo de tempo foi necessário, para verificar mudanças em concepções sobre teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia, apresentadas pelos licenciandos matriculados na disciplina “Metodologia de Ensino de Física I.

Percebeu-se, após leitura prévia de todas as respostas, que a maioria dos alunos respondeu aos questionários de modo consciente e de acordo com suas convicções, naqueles momentos.

Para a análise e discussão, foram estabelecidas categorias de classificação das respostas para cada questão, sendo que elas foram as mesmas, tanto na primeira aplicação como na segunda.

Na aplicação dos questionários 1 e 2, optou-se em colocar o número de alunos classificados de acordo com as categorias estabelecidas.

6.2.1 Análise e discussão das respostas ao questionário 1

Dos 21 alunos da turma, 19 responderam a este questionário, na primeira aplicação, e 17, na segunda aplicação.

6.2.1.1 Primeira questão

Na tabela 1, apresentam-se as categorias de respostas estabelecidas da análise da primeira questão.

Tabela 1 - Categorias de respostas da primeira questão

Questão 1	Na sua visão, o que é ciência?	
	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)
1. Posição empirista-indutivista. A ciência começa com a observação dos fatos, sendo um conhecimento objetivo.	5	1
2. É a investigação de determinado assunto.	2	4
3. O conhecimento científico é conhecimento confiável, porque se baseia em dados verificados.	1	2
4. Ciência é a interpretação/estudo dos fenômenos, visando à compreensão da natureza.	8	7
5 Respostas que não se encaixam nas categorias anteriores.	3	3
TOTAL	19	17

Apesar de não ter surgido categoria nova, da primeira para a segunda aplicação, percebe-se uma mudança, principalmente, na primeira categoria. Parece que a visão empirista-indutivista da ciência, de alguns licenciandos, foi modificada. Esta mudança pode ser explicada pela própria natureza da disciplina, foco da pesquisa. Ao elaborarem a unidade didática, e/ou assistirem a apresentação dos colegas, os alunos tentaram compreender/explicar a relação entre teoria e experimento. Essa visão empirista-indutivista prevalece nos livros didáticos, nos professores, nos licenciandos, como verificaram Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), em pesquisa realizada. Os autores sugerem que a expressão “método científico” deve ser abandonada, pois ela dá a impressão que o método consiste numa receita infalível.

De acordo com Köhnlein (2003), o empirismo se encontra presente, tanto nos estudantes como nos professores de todos os níveis. Ela considera normal a postura empirista, nas aulas de laboratório, pois essas são utilizadas “[...] como um recurso para desenvolver nos alunos atitudes e habilidades relativas a observar, medir, comparar, anotar e tirar conclusões” (KÖHNLEIN, 2003, p.45). As unidades didáticas foram desenvolvidas justamente para modificar este posicionamento, em relação às aulas de laboratório.

Nas demais categorias, ocorreu pouca alteração no pensamento dos licenciandos, em relação à pergunta formulada.

Alguns alunos apresentaram uma concepção construtivista de ciências, e suas respostas se enquadraram na categoria quatro. Por exemplo:

“Ciência é um conjunto de informações, idéias, experiências, pesquisas de um dado ramo de conhecimento. É a aglutinação de informações de diversas áreas da investigação humana, tanto nos fenômenos da natureza, no estudo da vida, do pensamento e até mesmo do comportamento humano”.

“Ciência envolve pesquisa, metodologia, hipóteses e conclusões em relação a determinadas áreas de estudo. Física é uma ciência como matemática, química, filosofia, religião, direito, arquitetura, etc. ...também o são, pois todas essas áreas envolvem os parâmetros acima descritos. A ciência deve se basear em estudos concretos e está sempre em mutação, pois novas e dinâmicas áreas de estudo estão sempre aparecendo a partir de outras”.

A categoria cinco permaneceu constante, na primeira e na segunda aplicação do questionário. Surgiram respostas como:

“É uma disciplina que trata de fenômenos naturais ou não.”

“É a ciência que estuda todos os fenômenos que atuam na natureza.”

Pela distribuição das respostas, nas categorias, percebe-se uma mudança na visão do conceito de ciências, que pode ser explicada pelo enfoque deste assunto, na disciplina.

6.2.1.2 Segunda questão

Na tabela 2, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas a partir da análise da segunda questão.

Tabela 2 - Categorias de respostas da segunda questão

Questão 2		O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a física, a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Ciência é passível de comprovação, modificação, e as outras, não.	3	10	
2. A ciência pode ser comprovada empiricamente, através de experiências, e as outras, não.	9	5	
3. A religião também é ciência.	2	0	
4. Respostas que não se encaixam nas categorias anteriores.	5	2	
TOTAL	19	17	

Todos os alunos admitiram que existe uma demarcação entre ciência e outras formas de conhecimento. Considerou-se este aspecto importante, pois ele demonstra percepção da existência de diferentes modos de conhecer o mundo, por este grupo de estudantes.

Alguns estudantes, classificados na categoria um de respostas, consideram que a ciência é passível de comprovação, pela busca de respostas concretas, para interpretar os acontecimentos naturais:

“A objetividade e inflexibilidade na busca de respostas concretas que interpretem os acontecimentos naturais e mesmo os artificiais são características da ciência, já as demais formas de investigação não são tão focadas, por lidarem com temas abstratos, não sujeitos a pesquisas empíricas ou busca a respostas objetivas”;

“Vejo a ciência exata diferente da religião ou filosofia por causa da maneira diferente de tratar e investigar as coisas. As ciências exatas baseiam-se no concreto, no palpável, enquanto que a religião considera o espírito, o místico, o milagre”;

“Ela se encontra visualmente no nosso dia a dia, ela possui uma teoria e uma prática ao alcance dos olhos, é mais concreta. As outras formas de investigação fica mais em discussões, em teoria, na crença de cada um”.

Um licenciando elaborou sua resposta, de forma satisfatória, afirmando:

“A ciência é uma revolução científica que abrange as disciplinas científicas como a física e a biologia que difere das disciplinas da filosofia e religião. Pois a física requer uma base de teoria fundamentada em experimentos práticos enquanto a filosofia estuda basicamente a teoria”.

Na segunda aplicação, verificou-se mudança significativa das respostas dos licenciandos, nas categorias um e dois. Houve praticamente uma inversão de pensamento. Esta questão levou-nos a pensar nas diferentes áreas de conhecimento e em sua relação com a categoria ciência. Chalmers (1993, p.211) supõe não “existir uma única categoria ‘ciência’”. De acordo com ele,

Os filósofos não têm recursos que os habilitem a legislar a respeito dos critérios que precisam ser satisfeitos para que uma área do conhecimento seja considerada aceitável ou “científica”. Cada área do conhecimento pode ser analisada por aquilo que é. [...] . Podemos testar qualquer área do conhecimento criticando seus objetivos, criticando a propriedade dos métodos usados para atingir esses objetivos, confrontando-a com meios alternativos [...]. Desse ponto de vista não precisamos de uma categoria geral “ciência”, em relação à qual alguma área do conhecimento pode ser aclamada como ciência ou difamada como não sendo.

6.2.1.3 Terceira questão

Na tabela 3, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas com base na análise da terceira questão.

Tabela 3 - Categorias de respostas da terceira questão

Questão 3		O que é um experimento?	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. É comprovar/verificar uma teoria, sobre um determinado tema.	8	8	
2. É um método de investigação (empírico), que visa testar/demonstrar uma teoria.	7	6	
3. Experimento é um procedimento orientado por um método, com o fim de testar uma hipótese.	1	1	
4. Respostas que não se encaixam nas categorias anteriores.	3	2	
TOTAL	19	17	

Percebe-se, pela análise das respostas desta questão, que um licenciando, classificado para a categoria quatro, explicitamente, na segunda aplicação, afirma que o experimento se inicia pela observação. Chalmers (1993) critica este posicionamento, pois, segundo ele, a forma de observar um evento varia de acordo com as expectativas e conhecimentos do observador.

Na categoria um, foram incluídos os licenciandos que consideram o experimento como uma forma de comprovar/verificar uma teoria. O mesmo número deles, oito, foi identificado tanto na primeira, como na segunda aplicação. Um estudante escreveu:

“É uma experiência ou um ensaio científico que tem por objetivo a verificação de relações entre determinados fatos”. No mesmo sentido, outro se manifestou: *“É um ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico”.*

Na categoria dois, a maioria das respostas a esta questão indica que os licenciandos não consideraram a forma de um experimento como demonstração de uma teoria. As seguintes manifestações mostram este posicionamento:

“É a utilização de algum material prático, baseado em um estudo prévio buscando a comprovação ou entendimento de alguma teoria”

“É algo que comprova, que é realizado para tentar comprovar um fato deduzido por “alguém”. Mostra na prática uma teoria proposta teoricamente”.

Os licenciandos que responderam de acordo com a categoria três tendem a um posicionamento empirista-indutivista, tendo em vista a necessidade de um método, com o fim de testar a hipótese.

Desta análise, percebe-se que uma única disciplina não consegue mudar a visão empirista-indutivista dos estudantes.

6.2.1.4 Quarta questão

Na tabela 4, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas segundo a análise da quarta questão.

Tabela 4 - Categorias de respostas da quarta questão

Questão 4	O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos? a) Se sim, explique porquê. Dê um exemplo, para defender sua posição. b) Se não, explique porquê. Dê um exemplo para defender sua posição.	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)
1. O desenvolvimento do conhecimento requer o uso de experimentos, para corroborar sua verdade. O experimento solidifica o conhecimento. (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001)	11	11
2. Sim, para solucionar os problemas no desenvolvimento de uma teoria. (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001)	2	0
3. O desenvolvimento científico não requer experimentos, porque há conhecimentos que são obtidos sem a necessidade de comprovação experimental. (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001)	3	4
4. Nem sempre o desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos.	3	2
TOTAL	19	17

Percebe-se, pelas respostas dos estudantes, que foi dominante a visão experimentalista, no desenvolvimento do conhecimento científico.

Pouca alteração ocorreu em relação ao posicionamento dos estudantes sobre o fato de o desenvolvimento do conhecimento científico necessitar ou não de experimento. Esperava-se que, com as aulas ministradas e com a unidade didática desenvolvida, os licenciandos apresentassem uma visão de que não é indispensável o experimento, para o desenvolvimento do conhecimento científico. Isto, no entanto, não ocorreu, talvez pelo pouco tempo disponível, para discutir sobre o fazer ciência.

Houve respostas intrigantes, classificadas na primeira categoria. Por exemplo:

“Creio que sim, quando se realiza um experimento tem-se um contato com o acontecimento o que aproxima o aluno a matéria relacionada. Por exemplo os alunos tem uma aprendizagem mais significativa quando estão estudando o assunto de queda livre ao realizar-se o experimento de Galileu de soltar dois corpos de diferentes massas da mesma altura”,

“Sim, porquê só demonstrando como ele ocorre para o aluno que ele consegue visualizar e entende o porquê daquele cálculo que o experimento científico gera”

“Acho que requer experimentos, pois ajuda a esclarecer dúvidas e até facilita o aprendizado. Um exemplo foi o que aprendi com a profa. Neiva com o trabalho dela de doutorado. Entendi muito

mais fácil, algumas coisas, de eletricidade começando com o experimento e deduzindo a teoria, do que começando com a teoria e indo para a prática”.

Por estas respostas, conclui-se que estes estudantes responderam a esta questão levando em conta a aprendizagem de seus alunos.

As manifestações que se enquadram na categoria três mostram o caráter não experimental do desenvolvimento do conhecimento científico:

“Não, temos o exemplo da Mecânica quântica, Teoria da relatividade que a pesar de serem teorias sem base empírica são aceitas, mesmo se sabendo que algum dia elas podem mudar ou até mesmo serem totalmente descartadas”,

“Não, desde que se prove que a teoria está correta”,

“O seu desenvolvimento não, a sua comprovação sim. O desenvolvimento do conhecimento científico não requer experimento, pois ele é feito através de teorias não comprovadas cientificamente”.

Três estudantes, na primeira, e dois, na segunda aplicação desta questão, tiveram suas respostas classificadas na categoria quatro, pois, para eles, o experimento é importante *“mas mesmo sem eles o desenvolvimento científico é possível”.*

Para alguns estudantes, determinados temas como, por exemplo, mecânica quântica, não necessitam de comprovação experimental, pois *“apesar de serem teorias sem base empírica são aceitas”.* Por isso, essas temáticas foram classificadas na categoria três.

6.2.1.5 Quinta questão

Na tabela 5, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas com base na análise da quinta questão.

Tabela 5 - Categorias de respostas da quinta questão

Questão 5		Livros-texto de ciência frequentemente representam o átomo como um núcleo central, composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras), com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando ao redor daquele núcleo. A) Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca da estrutura do átomo? B) Que evidências específicas, ou tipos de evidências, você pensa que os cientistas utilizaram, para determinar com que um átomo se parece?	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Grande grau de certeza, em função dos experimentos que foram realizados e/ou das evidências a respeito.	6	4	
2. Baixo grau de certeza, por se tratar apenas de um modelo teórico para representar o átomo.(TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001).	2	4	
3. Grau de certeza indefinido, portanto, pode-se apenas ter uma ideia (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001).	5	3	
4. Respostas que não se encaixam nas categorias.	6	6	
TOTAL	19	17	

Da mesma forma que a questão anterior, pouca modificação ocorreu da primeira para a segunda aplicação. A categoria três passou de cinco respostas, da primeira aplicação para três, na segunda, correspondendo a praticamente a diminuição do tamanho da amostra. Apesar de os estudantes cursarem Licenciatura em Física, pode-se visualizar, na grade curricular, a presença de duas disciplinas de Química. Talvez em função de não existir aprofundamento dos conteúdos de química, muitos alunos não conseguiram uma manifestação satisfatória, nesta questão. Acredita-se que isto ocorreu, também, porque não foi possível uma discussão sobre este assunto, na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, em função do tempo disponível. As respostas dos estudantes classificadas como categoria quatro mostram este quadro. Por exemplo:

“a) Não tenho certeza desta resposta. Acho que o modelo planetário é aquele que, até então, explica com uma coerência maior o que se sabe sobre o átomo e seu comportamento, reações químicas, etc. b) Não posso afirmar com certeza, mas acredito que os cientistas analisaram a história evolutiva de como os cientistas viam o átomo e utilizaram microscópios mais potentes para tentar visualizá-lo”.

“a) O grau de certeza viável a uma teoria baseada unicamente em levantamentos teóricos, já que trata-se do micro cosmos, em uma área onde a experimentação pouco viável. b) Por não dominar o assunto posso apenas imaginar algo sobre como ocorreu o processo, desta forma posso hipoteticamente supor que ao observar elétrons livres em experimentos simples como atrito entre um metal e uma flanela de lã, notou-se a interatividade atômica, dessa forma os átomos eram formados por componentes que se atraíam e repeliavam, acredito que através de cálculos matemáticos teóricos chegou-se em um modelo onde a atração dos elétrons com os prótons entravam em equilíbrio com a repulsão entre os elétrons, desta forma, baseado fundamentalmente em teorias físicas e matemáticas foi elaborada a teoria atômica”.

Um aluno produziu uma resposta que não foi inteiramente satisfatória, dando a entender que poderiam ter certeza absoluta da estrutura do átomo, caso pudessem vê-lo:

“O grau de certeza certamente é bastante elevado, devido a experimentos realizados e ao estudo do comportamento eletrônico da matéria. Mas não existe 100% de certeza, pois não são equipamentos tão avançados para observação microscópica do átomo”.

Seguindo esta mesma linha de raciocínio, outro aluno escreveu:

“A certeza não é absoluta. A certeza que eles tem deriva dos conhecimentos que eles possuem e com certeza não são cem por cento exatos”.

Um aluno, cuja resposta encaixa-se na categoria três, manifestou que os cientistas têm pouca certeza sobre o modelo do átomo porque

“[...] Esse é apenas um modelo simplista para os livros didáticos, já que hoje sabemos que existem partículas bem menores que prótons, nêutrons e elétrons. Acho que a certeza vai um pouco além dos modelos dos livros de física, porque hoje eles têm instrumentos mais específicos como o microscópio por efeito túnel. As evidências são experimentos baseados em choque de átomos com o acelerador de partículas, refrigeradores de gases com orientação por campo magnético para resfriar a temperatura e análises com o microscópio de efeito túnel”.

De acordo com El-Hani, Tavares e Rocha (2004, p.287), “este aluno não somente reconheceu, [...], a natureza conjectural dos modelos científicos, como também levou em consideração a dependência teórica da observação, em particular quando mediada por instrumentos”.

6.2.1.6 Sexta questão

Na tabela 6, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas em função da análise da sexta questão.

Tabela 6 - Categorias de respostas da sexta questão

Questão 6		
Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode se transformar? A) Se você acredita que as teorias científicas não mudam, explique porquê. Defenda sua resposta com exemplos. B) Se você acredita que as teorias científicas de fato mudam. Explique porque as teorias mudam. C) Explique porque nós nos preocupamos em aprender teorias científicas, considerando que as teorias que aprendemos poderão mudar. Defenda sua resposta com exemplos.		
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)
1. Teorias científicas podem mudar, ao surgir uma teoria melhor, a partir de novas descobertas, evidências, novos fatos. É necessário aprendê-las para o acompanhamento de evolução do conhecimento científico e das próprias teorias. (Adaptado de TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001).	6	7
2. Teorias científicas podem mudar, devido ao avanço tecnológico. É necessário aprendê-las, porque praticamente todas as novas teorias baseiam-se nas antigas. (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001)	2	4
3. Teorias científicas podem mudar, porque são modelos. É necessário aprendê-las, porque praticamente todas as novas teorias baseiam-se nas antigas.	8	5
4. Respostas que não se encaixam nas categorias.	3	1
TOTAL	19	17

De acordo com Teixeira, El-Hani e Freire Jr (2001), esta questão tem como objetivo verificar a visão dos licenciandos sobre “[...] a natureza das teorias científicas, que estão sujeitas a transformações e até derrocadas, seja como partes de um mesmo sistema paradigmáticos ou competindo com outros paradigmas, apoiados em pressupostos e concepções diferentes”.

Todos os estudantes apresentaram uma visão adequada, em relação a esta questão, tanto na primeira como na segunda aplicação, pois consideraram que as teorias estão sujeitas a modificações.

Em ambos os casos, pode-se afirmar que não houve modificação, em relação ao número de estudantes, cujas as respostas enquadraram-se nas categorias estabelecidas, tendo em vista o número de estudantes envolvidos, 19, na primeira aplicação, e 17, na segunda.

Os estudantes cujas respostas enquadram-se na categoria dois têm uma visão limitada, pois reconhecem que as teorias científicas mudam devido ao avanço tecnológico, ou seja, em função de novos dados. Dois exemplos mostram esta visão:

“b) Para mim, é certo que as teorias científicas mudam. Aliás, hoje em dia, acredito que as teorias científicas evoluem, englobam a teoria anterior ou consideram-na caso particular. O avanço da ciência e da tecnologia anda de mãos dadas com o poder, com a evolução/mudança das teorias científicas e com a necessidade de se desenvolver ou utilizar um novo conceito. Novos remédios, novos tratamentos, novas formas de energia, novas armas (letais ou não-letais) surgiram com base em um avanço, uma nova descoberta, que alterou/modificou/aprimorou uma teoria anterior. Mas isto

não quer dizer que a teoria anterior não valha mais. Talvez seja porque, naquele momento anterior ela servia perfeitamente para explicar tudo o que estava ocorrendo. c) A história nos diz que a ciência evoluiu e, com isso, muitas teorias mudaram. Isso induz a um raciocínio de que iremos passar por novas mudanças nas teorias científicas. No entanto, o estudo da ciência e da evolução da ciência nos acumulou conhecimento a tal ponto que sabemos que também é necessário estudar e lidar com conceitos ultrapassados ou até mesmo errados, porque funcionam em algum caso. Por exemplo: a corrente elétrica percorre um circuito a partir do pólo negativo, pois sabemos que os portadores de carga (elétrons) saem do pólo negativo e migram dentro do condutor no sentido do pólo positivo. Esse conceito é muito mais recente. O conceito anterior diz que a corrente elétrica sai do pólo positivo para o negativo. Sabemos que o conceito não está certo e, entretanto, continuamos usando este referencial, apenas dizendo que este é considerado o “sentido tradicional” da corrente e a teoria correta é chamada de “sentido real” da corrente elétrica”

“b) Acredito na mudança, pois o ser humano não é um ser perfeito, portanto, comete erros e enganos. Como a ciência é construída pelos homens, logicamente ela possui falhas. Mas, com a evolução tecnológica, cada vez mais esta probabilidade de erro diminui, pois as observações passam a ser cada vez mais precisas. c) Por que para a construção do conhecimento deve haver uma base, além disto só podemos criticar uma teoria, estudá-la, analisá-la, se a conhecermos. É com base neste conhecimento que poderemos verificar suas falhas, para então corrigi-la ou até mesmo formular outra que a substitua. Além do mais se o ser humano se baseasse na imprecisão da ciência, não haveria evolução, nem do conhecimento, nem da espécie”.

É interessante a resposta de um aluno, na primeira aplicação da questão:

“Sim, as teorias mudam, não só mudam mas podem ser totalmente descartadas. Enquanto teoria, não está definitivamente comprovada. No momento que estiverem comprovadas, passaram a ser leis e aí sim serão definitivas. Mas será que as leis são definitivas??? As teorias são aceitas pois são formas de explicar fatos desconhecidos e não comprovados”.

Este posicionamento mostra uma visão inadequada sobre a possibilidade de transformação da teoria científica, por se referir à idéia de que as teorias se transformam em leis.

Uma visão adequada sobre as razões, para uma mudança no desenvolvimento da teoria científica pode ser encontrada nas seguintes respostas, classificadas como categoria um:

“b) Eu acredito que as teorias podem mudar, mas não obrigatoriamente. Sempre que um cientista molda uma teoria e ela é aceita significa que para os padrões e recursos da época ela é válida, mas com o tempo pode ser questionada e desmentida. A própria teoria sobre o átomo ou o cosmos são exemplos disso. c) Para mim parece claro que até para se duvidar e criticar é necessário conhecer o que se está discutindo. Então como evoluir, se não temos a base ou a teoria mais recente para nos basearmos? O crescimento da ciência, na minha opinião se baseia nisso, melhorar e crescer sobre aquilo que já conhecemos”.

“a) As teorias científicas são substituídas por outras que explicam melhor as observações de experimentos.c) Conhecimento estático (que não muda) é informação. Não há conhecimento verdadeiro ou absoluto mas sim teorias do conhecimento. O conhecimento é algo que muda a medida em que as suas teorias mudam. Quando estudamos as Leis de Newton e depois estudamos o Princípio da Relatividade de Einstein não estamos estudando unicamente as teorias, mas sim sua evolução”.

Vários alunos citaram, como demonstração da possibilidade de mudança, a relação entre a teoria de Newton e de Einstein, que, por sinal, é o exemplo preferido de Popper, tendo em vista que a teoria da relatividade de Einstein *“[...] foi capaz de explicar fenômenos que falsificaram a teoria de Newton enquanto ao mesmo tempo podia igualar a teoria de Newton nas áreas onde esta tinha sido bem sucedida”* (CHALMERS, 1997, p.76). Algumas falas dos alunos:

“b) Sim. As teorias não só podem, como se transformam de fato. As teorias mudam porque estamos em constante processo de evolução/adequação com o mundo que nos cerca. Somos havidos em desvendarmos todos os fenômenos do universo; c) Nos preocupamos em aprender teorias científicas porque queremos as “explicações” de tudo. A teoria newtoniana até o início do século passado era totalmente aceita. Os postulados de Einstein foram capazes, de certa forma, de engloba-la e ainda abranger algumas particularidades outrora desconsideradas”;

“b) As teorias com o passar do tempo podem ir se modificando com o progresso nas pesquisas científicas, esses progressos podem alterar essas teorias que até então eram ditas como sendo corretas; c) Mesmo que as teorias possam mudar elas não estão totalmente erradas, elas apenas devem ser usadas de uma forma mais restringida e não de uma forma geral. Ex. Mecânica Clássica e Mecânica Quântica”;

“b) As teorias científicas mudam sim, elas são constituídas de modelos e que muitas vezes servem para uma determinada época, mas para outra não. Com o passar do tempo, teorias novas ou teorias complementares surgem e tomam o lugar das velhas resolvendo aquelas questões que a teoria anterior não resolvia de forma que abrangem uma solução para uma quantidade maior de problemas; c) Aprendemos teorias porque mesmo que mudem serão a base para aprendermos a próxima e nos atualizarmos, assim como a nova teoria pode não desqualificar a outra totalmente como aconteceu com as equações da relatividade de Einstein que tornaram as equações de Newton um caso particular das suas equações”.

6.2.1.7 Sétima questão

Na tabela 7, estão apresentadas as categorias, produzidas a partir da análise das respostas estabelecidas da análise da sétima questão.

Tabela 7 - Categorias de respostas da sétima questão

Questão 7		
Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos os dinossauros se extinguiram. Entre as hipóteses formuladas pelos cientistas, para explicar a extinção, duas gozam de maior apoio. A primeira, formulada por um grupo de cientistas, sugere que um imenso meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e acarretou uma série de eventos que causou a extinção. A segunda hipótese, formulada por um outro grupo de cientistas, sugere que grandes e violentas erupções vulcânicas foram responsáveis pela extinção. Como essas conclusões diferentes são possíveis, se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso e utilizaram o mesmo conjunto de dados, para obter suas conclusões?		
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)
1. Quantidade insuficiente de dados, para uma solução conclusiva.	4	4
2. É possível que os cientistas extraíam conclusões diferentes, a partir dos mesmos dados, porque se utilizam da criatividade e imaginação, e seus valores sociais e culturais são distintos, o que os leva a respostas diferentes (EL-HANI <i>et al</i> 2004).	5	10
3. A busca por uma resposta, a competição, leva os cientistas a `empurrarem` uma saída (EL-HANI <i>et al</i> 2004).	2	1
4. Respostas não compreendidas.	8	1
TOTAL	19	17

Na categoria quatro, “Respostas não compreendidas”, quando da primeira aplicação oito alunos dos dezenove se enquadraram nela. Destacam-se respostas do tipo:

“Em relação à resposta da questão anterior afirmo que quanto mais alto e maior o castelo mais complexa será sua estrutura e mais difícil de estudá-la. Ao formular várias hipóteses para sua construção os cientistas se perdem em suas argumentações, complicando coisas simples para poder incluir as inúmeras nuances do castelo que pode estar ruindo na base”;

“Sim, as duas conclusões usam as leis e princípios da física”

“As duas idéias se relacionam com a natureza e seus fenômenos”.

Percebe-se, nesta categoria, que houve uma evolução dos estudantes, em função da redução considerável de respostas não compreendidas. Essa evolução pode ser explicada pelas aulas teóricas sobre epistemologia, ministradas ao longo do semestre.

Um estudante respondeu:

“Geralmente com um mesmo conjunto de dados pode-se chegar a leis diferentes se levarmos em conta só a parte empírica. Como esses efeitos são possíveis para as duas proposições é necessário conseguir novos dados para averiguar aqueles que condizem com apenas uma teoria”.

Para ele, levando em conta só a parte empírica, existe a possibilidade de se chegar a duas teorias sobre o mesmo fato.

Ao final da disciplina, houve um aumento na categoria dois, dobrando o número de estudantes em relação ao início do semestre. Respostas, a seguir, mostraram a evolução dos estudantes, no decorrer do semestre:

“Sim, pois a conclusão parte da visão que eles atribuem, possuem do conjunto de dados que analisarem. Cada grupo pode ter o seu conhecimento e isto interfere na conclusão que eles atribuem aos dados”,

“Cada grupo de cientistas interpreta as mesmas informações de forma diferente, cada grupo interpreta de acordo com sua especialidade ou formação”

“São pessoas diferentes e possuem uma linha de pensamento diferente, que vêem os dados disponíveis de forma diferente e conseqüentemente obtém conclusões diferentes”.

A categoria um engloba as respostas dos estudantes que consideram a possibilidade do posicionamento dos cientistas convergirem para um modelo único. Neste caso, seria estabelecido um consenso, uma única conclusão, se houverem dados suficientes. Esta manifestação pode estar relacionada com a idéia que a produção do conhecimento é cumulativa. Por exemplo:

“Acho que a quantidade de dados disponíveis é insuficiente para se bater o martelo e afirmar, com certeza. Desta forma as duas hipóteses poderiam se encaixar de forma que uns tem uma opinião e as outras tem outra”,

“É que não se sabe ao certo o que aconteceu, cada um acha o que quiser, pois não temos provas concretas para ter certeza”

“Geralmente com um mesmo conjunto de dados pode-se chegar a leis diferentes se levarmos em conta só a parte empírica. Como esses efeitos são possíveis para as duas proposições é necessário conseguir novos dados para averiguar aqueles que condizem com apenas uma teoria”.

Sob o ponto de vista de Chalmers (1997, p.214), “[...] o objetivo de se desenvolver teorias é provar aos outros que se tem razão”.

6.2.1.8 Oitava questão

Na tabela 8, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas a partir da análise da oitava questão.

Tabela 8 - Categorias de respostas da oitava questão

Questão 8		Os cientistas realizam experimentos/investigações científicas quando estão tentando encontrar respostas para as questões que eles propõem. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação, durante suas investigações? A) Se sim, então em que estágio das investigações você acredita que os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade: projeto e planejamento, coleta de dados, após a coleta de dados? Por favor, explique porque os cientistas usam a imaginação e a criatividade. Forneça exemplos, se for apropriado. B) Se você acredita que os cientistas não usam a imaginação e a criatividade, por favor, explique porquê. Forneça exemplos, se for apropriado.	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Os cientistas usam a imaginação e a criatividade, durante todo o estágio da investigação.	5	2	
2. Os cientistas utilizam a imaginação e a criatividade, durante parte da investigação.	7	8	
3. Os cientistas utilizam a imaginação e a criatividade, durante a investigação, mas não foi informado em que estágio.	4	7	
4. Respostas que não se encaixam nas categorias anteriores.	3	0	
TOTAL	19	17	

Nenhum estudante considerou a possibilidade de os cientistas não utilizarem a criatividade e a imaginação, ao longo de suas investigações. Este posicionamento mostra o reconhecimento, por parte dos estudantes, do “*papel da subjetividade na atividade científica*” (EL-HANI et al, 2004). Este grupo de estudantes acredita que o desenvolvimento do conhecimento científico utiliza emoções, em sentido amplo, ao contrário do senso comum.

Apesar disto, um aluno mostrou um posicionamento empirista-indutivista, na sua resposta. Ele respondeu:

“Sim, eles utilizam a imaginação e a criatividade para formular as teorias. Seria no início das investigações, quando estão supondo determinado “conhecimento” que será comprovado posteriormente”.

É interessante, igualmente, observar respostas do tipo:

“Sim, usa-se a imaginação e a criatividade durante todo o processo. Durante uma pausa, um intervalo, que a mente processa outras informações diferentes do assunto em questão abre-se espaço para enxergar sob outros pontos de vista. Penicilina foi descoberta com mofo de pão. Lei de ampère por brincadeira genética com ervilhas”

“Por mais que eles procurem se basear apenas em fatos e em evidências, a imaginação e a criatividade são parte deles e inevitavelmente irá influenciar. Acredito que tais fatores aparecem em todas as etapas, é a criatividade auxiliada pelo conhecimento que os faz passar de uma etapa para a outra”.

Está explícito, aqui, o posicionamento dos alunos, em relação à utilização da criatividade e imaginação, em todas as etapas da investigação.

Na segunda aplicação, em relação a esta questão, houve grande aumento de alunos, na categoria três. A análise das respostas que se enquadraram nesta categoria, permitiu verificar que elas induzem à utilização da criatividade e imaginação, em todas as etapas do trabalho científico. Por exemplo:

“Na minha opinião a imaginação e a criatividade são os principais aspectos da inteligência humana, é através da imaginação que chegamos a grandes dúvidas, foi através dela que o homem se perguntou por que as estrelas se mantêm fixas no céu, ao contrário de todos os corpos observados na terra, e foi através da criatividade humana, aliadas a cálculos e observações que foram formuladas as teorias geocêntricas e heliocêntricas, ou seja, ao meu ver a imaginação e a criatividade são os combustíveis para o desenvolvimento científico”.

6.2.1.9 Nona questão

Na tabela 9, estão apresentadas as categorias de respostas, estabelecidas com base na análise da nona questão.

Tabela 9 - Categorias de respostas da nona questão

Questão 9		
Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, pensam que a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura, na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais, e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. A) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta, com exemplos. B) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.		
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)
1. A ciência reflete valores sociais e culturais.	9	8
2. A ciência é universal.	5	8
3. A ciência pode ser universal e refletir valores sociais.	4	1
4. Não respondeu.	1	0
TOTAL	19	17

Percebe-se, ao olhar a tabela 9, que não houve modificações significativa em relação às respostas da primeira para a segunda aplicação em relação à primeira categoria.

Na primeira categoria, “A ciência reflete valores sociais”, grande parte das respostas sugere que a sociedade exerce controle sobre a Ciência. Destacam-se duas respostas:

“Os valores sociais e culturais refletem na ciência de cada meio onde está inserida. A dominação social em termos de recursos disponíveis, e na parte cultural com restrição a denominados assuntos relacionados principalmente com política e religião.”

“A ciência assim como nós, é influenciada por fatores externos. Várias invenções, que surgiram com um objetivo, foram utilizados para outros. Grandes descobertas surgiram em épocas de guerra e de conflitos. A religião mesmo condenou Galileu por suas teorias. Copérnico deixou para publicar sua teoria heliocêntrica só a beira da morte por saber que sofreria repressão.”

Utilizando como referência Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), pode-se dizer que estes licenciandos, ao optarem pela idéia de ciência refletindo valores sociais, mostram que não possuem uma visão deformada do conhecimento científico, pois estão reconhecendo a influência da sociedade sobre tal conhecimento.

Por outro lado, os que optaram pela categoria dois, *“A ciência é universal”*, apresentam visão distorcida sobre o conhecimento científico. É o que se constata, pois, de acordo com Cachapuz, Praia e Jorge (2000b apud PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, p.141):

Trata-se, pois, de os professores mudarem as suas próprias concepções e representações sobre a própria ciência, relativas à compreensão de problemas científicos mais vastos, que englobam questões como as políticas, sociais, culturais, religiosas e econômicas e que enquadram, assim, as mudanças científicas e mesmo as rupturas paradigmáticas a elas inerentes.

Dois licenciandos, na primeira aplicação do questionário, e um, na segunda, consideraram que a ciência pode ser universal e refletir aspectos sociais. As respostas, a seguir transcritas, refletem este posicionamento:

“Acho que a ciência tende a ser universal, mas como é desenvolvida por humanos e estes têm valores culturais, crenças e morais diferentes acho que ela é influenciada.”

“Ela deveria ser universal, mas depende sim de modelos e padrões sociais. Parece antigo, mas o preconceito, a preguiça, a politicagem, a pseudo-filosofia que envolve quem não está no meio e não entende, impede o avanço da ciência.”

“Acredito que ambas as afirmativas estão corretas. Pois a ciência é universal sim, suas leis são válidas para qualquer parte do mundo. Mas ela também reflete valores culturais e principalmente políticos e econômicos; porque, infelizmente para a pesquisa são necessários recursos financeiros, e, as empresas ou governos financiam o que mais interessa ao seu desenvolvimento e crescimento.”

6.2.2 Análise e discussão das respostas ao questionário 2

Dos 21 alunos da turma, 18 responderam a este questionário, na primeira aplicação, e 17, na segunda aplicação.

6.2.2.1 Primeira questão

Na tabela 10, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas por meio da análise da primeira questão.

Tabela 10 - Categorias de respostas da primeira questão

Questão 1	O que você lembra do que já foi ensinado no seu curso sobre teorias de ensino-aprendizagem?	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)
1. Lembra e justifica.	4	10
2. Não lembra ou, se lembra de alguma coisa, é de algo vago (pouca coisa).	10	5
3 Respondeu à pergunta, levando em conta só a disciplina de Teorias da Aprendizagem, e não as outras do curso.	4	2
TOTAL	18	17

Verifica-se, na primeira aplicação, que dez licenciandos se encaixava na categoria 2: Não lembra ou, se lembra de alguma coisa, é de algo vaga. É importante ressaltar que os alunos, com exceção de um, já haviam cursado a disciplina de Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem que se encontra na grade curricular, no segundo semestre do curso (ANEXO B). As respostas a seguir exemplificam o posicionamento:

“Lembro alguma coisa sobre alguns teóricos, mas muito vago”.

“Lembro que estudei mas não me recordo plenamente do que pregava cada teoria”.

“Pra ser sincero acho que não lembro muita coisa, em geral que é necessário motivar, tratar bem e construir um bom ambiente”.

“Não recordo muita coisa, lembro de teorias construtivistas e do ensino tradicional”.

Na segunda aplicação, no entanto, houve uma mudança significativa em relação a esta pergunta. Acredita-se que ocorreu esta mudança, em função das aulas teóricas ministradas e que os alunos, ao produzirem confeccionarem suas unidades didáticas, usaram o pensamento destes teóricos, aprofundando o assunto.

Em relação à primeira categoria, os alunos tiveram um crescimento da primeira para a segunda aplicação. Merece destaque o posicionamento de um dos licenciandos, tendo em vista o aproveitamento que ele teve na disciplina Metodologia de Ensino de Física I:

“Foi ensinado, na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, sobre diversas teorias de aprendizagem, com maior ênfase nas construtivistas. Também foram analisadas estas teorias, apontando seus prós e seus contras; assim como, a sua aplicação em sala de aula, principalmente no ensino de Física (que é o foco desta disciplina). Vimos também a importância da realização de experiências em sala de aula; a diferença entre experiência e demonstração,... Também aprendi que é importante buscar uma aprendizagem significativa para o nosso aluno; e, não apenas imbutir-lhe o conhecimento. Foi muito proveitosa esta disciplina para mim; pois, acrescentou muito em fundamentação teórica para meu exercício do magistério.”

Este aluno posicionou-se somente em relação a uma disciplina, mas não sobre a de Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem.

Na categoria, três: “Responderam à pergunta, levando em conta só a disciplina de Teorias da Aprendizagem, e não as outras do curso”, uma resposta que traduz este posicionamento foi a seguinte:

“Para ser sincero, não foi ensinado nada, dificilmente encontrarei uma cadeira no restante do meu curso que seja tão insignificante e “fútil” quanto à cadeira sobre Teoria do Desenvolvimento e da Aprendizagem, a minha revolta pode ser justificada pelo fato de não termos aprendido nada sobre as metodologias de ensino-aprendizagem, as quais constam no cronograma da disciplina. Não sei por que razão a professora tentou “inovar”, mas foi muito infeliz com essa atitude. Talvez, a frustração seja devido ao despreparo do educador. O conteúdo que foi passado para nós, alunos, foi os tipos de pedagogias existentes, ou pelo menos a maioria delas: Pedagogia Tradicional, crítica social dos conteúdos, libertadora, etc. O que aprendi sobre ensino-aprendizagem, foi na cadeira Metodologia de Ensino de Física I, que fala das diferentes linhas de metodologias de ensino que podem ser postas em práticas, usando como referências às teorias de vários “pensadores”, principalmente os pensadores da teoria construtivista, Piaget, Vygotsky, Freire, Ausubel”.

6.2.2.2 Segunda questão: Você já estudou os seguintes autores? Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire. Se sim, escreva o que lembra de cada um.

Na tabela 11, apresentam-se as categorias de respostas, estabelecidas pela análise da segunda questão.

Tabela 11 - Categorias de respostas da segunda questão

Questão 2		Você já estudou os seguintes autores? Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire. Se sim, diga o que lembra de cada um.	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Sim, todos - descreveu brevemente o pensamento dos autores.	0	15	
2. Sim, alguns - descreveu brevemente o pensamento destes autores.	5	0	
3. Não.	3	0	
4. Sim, mas não recordou de nada ou, se recordou, foi vago.	10	2	
TOTAL	18	17	

A categoria três, “Não”, mostra que alguns licenciandos entendem que não tiveram aulas atrativas sobre este assunto. Com a revisão destes autores, nas aulas de Metodologia de Ensino de Física I, mostrou-se a importância das teorias de ensino-aprendizagem, para a transposição didática de conteúdos de Física. Tanto é verdade que, na segunda aplicação, todos os alunos da turma se posicionaram, dizendo que conheciam os quatro autores listados na pergunta e quinze descreveram o pensamento destes.

Algumas respostas, da primeira e da segunda aplicação, merecem destaque, mostrando o conhecimento adquirido, em relação ao assunto, no decorrer do semestre:

Primeira aplicação:

“Só Piaget e Vygotsky. Piaget: construtivista, sugere que o aluno construa o conhecimento tendo não um professor mas um mediador. Vygotsky é interacionista”.

“Sim. Já estudei os autores há alguns semestres e não pratiquei. Por isso não me lembro as coisas separadas de cada um deles”.

“Sim exceto Ausubel. Piaget e Vygotsky foi muito artificial. Lembro que um deles é seguidor das idéias do outro. Acho que o nome dele é Jean Piaget. Paulo Freire sim. Li bastante. Minha mãe é fanática assim como minha prima. É o educador brasileiro mais renomado no exterior, inclusive mais que no Brasil. Acredita que o conhecimento deva ser construído como a teia de rede e não em linha. Que sempre deve ser valorizado o meio-sócio cultural que o educando está inserido”.

Segunda aplicação:

“a) Piaget: Estágios de desenvolvimento mental: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal. Construção do conhecimento: esquema, assimilação, acomodação, adaptação e equilíbrio. b) Vygotsky: Elementos mediadores: Instrumentos e signos. O termo aprendizagem para ele, designa a via pela qual o indivíduo adquire atitudes, conhecimentos e habilidades, tendo como ponto de partida a sua interação com o ambiente e com outros sujeitos. c) Ausubel: Aprendizagem significativa ocorre por descoberta e por recepção. Faz uso dos

organizadores prévios. São materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de idéias consistentemente relacionadas entre si. Se Ausubel tivesse que reduzir toda a psicologia da educação a um único princípio, formularia este: de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante consiste no que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo. d) Freire: Para Freire, não há docência sem discência. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Faz uso da educação dialogada e o ponto de partida de tal educação é a experiência existencial do educando. O educando é considerado num contexto de vida (realidade), passível de ser conhecido e modificado. A partir desta compreensão de educação, Freire introduziu os conceitos de “universo temático” e “tema gerador”, determinados pelas relações homem-mundo.”

“Piaget estudou a maneira como o ser humano adquire o conhecimento, teoria chamada de Epistemologia genética. Foi um dos fundadores da linha construtivista. Vygotsky construiu uma teoria de desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, Nela a aquisição de conhecimentos ocorre pela interação do sujeito com o meio. Ausubel outro construtivista, estudou a forma de obtenção de conhecimento através da interação dos conhecimentos que o aluno já possui (subsunçores) com os que ele irá obter de maneira mecânica ou significativa. Paulo Freire trata de uma teoria de alfabetização, utilizando-se do contexto onde o aluno está inserido para desenvolver o conteúdo.”

Pelas respostas dadas, na segunda aplicação, percebe-se, claramente, que a forma de abordagem deste assunto repercutiu positivamente nos alunos.

6.2.2.3 Terceira questão

Na tabela 12, apresentam-se as categorias de respostas estabelecidas da análise da terceira questão.

Tabela 12 - Categorias de respostas da terceira questão

Questão 3		Além dos autores da questão 2, você estudou outros teóricos de ensino-aprendizagem? Se sim, diga qual(is) e faça um breve relato sobre ele(s).	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Sim, com relato.	4	3	
2. Sim, sem relato.	2	1	
3. Não. Não lembra. Não respondeu.	9	4	
4. Mencionou autores de epistemologia.	2	9	
TOTAL	18	17	

Nesta questão, foram estabelecidas quatro categorias de respostas. A categoria quatro, “Mencionou autores de epistemologia”, teve um crescimento da primeira para a segunda aplicação. Quase a metade dos alunos (9) mencionou como teóricos de ensino-aprendizagem, Laudan, Kuhn, Lakatos e Popper, que foram justamente os epistemólogos analisados em sala de aula. Percebe-se que, para esses alunos, não existe linha de separação entre teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia. Acredita-se que isto tenha ocorrido, em função das poucas aulas ministradas sobre o assunto e, talvez, da visão simplista da natureza da ciência destes alunos. Talvez, se a pergunta três fosse modificada, direcionando a outros teóricos, esta pequena confusão não tivesse ocorrido.

Algumas respostas literais de alunos, mostrando uma tentativa de resumir o posicionamento de cada um epistemólogos:

“Sim, Popper, Kunt, Lakatos, Laudan. Popper: A sua filosofia é denominada de racionalismo crítico. Para ele o conhecimento científico é criado, construído e não descoberto num conjunto de dados empíricos. Kunt: A epistemologia de Kunt encara o desenvolvimento científico como uma seqüência de períodos de ciência normal, nos quais a comunidade científica adere a um paradigma. Lakatos: A sua epistemologia é voltada para a metodologia dos programas de pesquisa, onde ele procura uma explicação lógica para o saber científico. Laudan: Laudan propõe uma teoria da ciência como solução de problemas. Ele criou o conceito de tradição de pesquisa, onde ela fornece ferramentas para a solução de problemas. O seu critério de demarcação é a racionalidade e a progressividade das teorias estão intimamente ligadas à eficiência delas na solução de problemas.”

“Lakatos, o progresso na metodologia de Lakatos, é baseada num processo totalmente empírico. Popper, considerado como o criador do termo “Racionalismo Crítico”, rejeita a metodologia do empirismo e ao observacionalismo/indutivista da ciência. Kuhn, considera que a evolução da ciência se dá através da quebra de paradigmas, ou seja, uma teoria é substituída por outra que seja mais completa e evoluída. Laudan, lançou o conceito de tradição de pesquisa. A sua teoria propõe uma ciência direcionada na solução de problemas.”

“Sim. Kuhn- acredita no caráter construtivo. Popper- É um racionalista crítico, utiliza a teoria dos três mundos para o problema cérebro-mente. Lakatos- o principal é o interior de cada indivíduo. Feyerabend- é um crítico do racionalismo. Ele é contra o método dos demais pensadores.”

Uma resposta da primeira aplicação do questionário merece ser transcrita:

“Estudei alguma coisa sobre Feyerabend. Ele critica muito a idéia de não se aproveitar todo o conhecimento que a ciência nos oferece nas deduções das teorias científicas. É muito contra o uso de um único método. Não estudei Feyerabend como teórico de ensino-aprendizagem, mas acho que se encaixa”.

Ele concorda que Feyerabend não é teórico de ensino-aprendizagem, mas, mesmo assim, o listou. Seria interessante saber a resposta deste aluno, na segunda aplicação, mas, como os questionários não têm identificação isso não foi possível.

Em relação às respostas pertinentes à primeira categoria, não houve grandes modificações, da primeira para a segunda aplicação, quanto ao posicionamento dos alunos, o que já era esperado. Isso se deve ao fato de que, no decorrer das aulas teóricas ministradas, praticamente só foram mencionados os teóricos listados na pergunta dois: Piaget, Vygotsky, Freire e Ausubel. O teórico de ensino-aprendizagem listado foi Skinner. Lendo as respostas que incluíam Skinner, a pesquisadora lembrou da disciplina que cursou, no início de 1970, chamada Psicologia da Educação, ministrada por um psicólogo. Na época, o professor enfocou o semestre inteiro somente este teórico. Assim, vale lembrar que já se passaram mais de 30 anos, o que chama a atenção para importância que ainda hoje é dada para Skinner, nas disciplinas pedagógicas. Ressalta-se que a proponente do projeto acredita ser importante que, nessas disciplinas, os professores devem focar o pensamento de comportamentalistas, cognitivistas e humanistas, para que o licenciando possa decidir a sua linha de atuação.

6.2.2.4 Quarta questão

Na tabela 13, apresentam-se as categorias de respostas estabelecidas da análise da quarta questão.

Tabela 13 - Categorias de respostas da quarta questão

Questão 4		Você vê alguma relação entre teorias de ensino-aprendizagem e a metodologia de ensino de Física? Explique.	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Sim. Não explicou. Explicou de forma muito vaga.	7	2	
2. Sim. Com alguma explicação.	9	13	
3. Não vê relação. Talvez exista relação. Não sabe se existe relação.	2	2	
TOTAL	18	17	

Foram criadas três categorias de respostas.

Analisando a tabela 13, percebe-se que, na segunda categoria, houve um aumento de alunos que explicaram como viam a relação entre teorias de ensino-aprendizagem e a metodologia de ensino de Física. Na segunda aplicação do questionário, alguns alunos assim se manifestaram:

“Sim. Acho que durante este semestre foi possível verificar esta relação entre as teorias de ensino-aprendizagem e metodologia de ensino de Física. Isto foi possível verificar, devido aos trabalhos desenvolvidos por cada dupla, que utilizou uma teoria, de um determinado autor e colocou em prática na metodologia.”

“Sim. Existe uma relação entre teorias de aprendizagem e metodologia do ensino de Física. O professor deve ter uma formação pedagógica suficientemente sólida para saber como lidar com a aprendizagem dos seus alunos. Porém, acredito que é praticamente impossível seguir uma única teoria sempre, pois o que serve em um determinado caso não serve para outro. É por esta razão que há necessidade de se estudar várias teorias de ensino-aprendizagem.”

“Sim. Pois podemos seguir uma delas como base para o planejamento e aplicação de nossa aula. Elas estão diretamente relacionadas à forma de construção do conhecimento que queremos que o nosso aluno tenha. É uma pena que grande parte dos educadores siga Skinner; ou até mesmo, não siga nenhuma teoria, por falta de conhecimento das mesmas.”

“Sim, pois podemos usar, relacionar as teorias de ensino-aprendizagem para ensinar o conteúdo de física aos alunos.”

Na primeira aplicação, um aluno mostrou um posicionamento radical, em relação a esta pergunta. Ele disse não acreditar que exista necessidade da relação entre teorias de ensino-aprendizagem e metodologia de ensino. Como não apareceu nenhuma resposta semelhante a esta, na segunda aplicação do questionário, imagina-se que seu posicionamento tenha mudado.

6.2.2.5 Quinta questão

Na tabela 14, apresentam-se as categorias de respostas estabelecidas da análise da quinta questão.

Tabela 14 - Categorias de respostas da quinta questão

Questão 5		Você já leu os PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais) para o Ensino Médio? Se sim, quais são as ênfases para o ensino de Física, sugeridas nesse documento?	
Categorias	Primeira aplicação (número de alunos)	Segunda aplicação (número de alunos)	
1. Sim. Lembra de algumas ênfases.	0	11	
2 Sim. Não lembra as ênfases ou não quer comentá-las.	2	3	
3 Não. Deixou em branco.	15	3	
4 Sim, mas a justificativa não está relacionada com os PCN's.	1	0	
TOTAL	18	17	

Quinze alunos responderam na primeira aplicação que não tinham lido os PCN's. Estranha-se este fato tendo em vista que a maioria destes estudantes encontram-se no quarto semestre do curso e de acordo com a grade curricular já deviam ter cursado Políticas educacionais.

Apesar de terem sido abordados os PCN's, em sala de aula, três alunos, ao responderem o questionário na segunda aplicação afirmaram que não tinham lido o documento. Um dos alunos respondeu todas as perguntas com um 'Não', na primeira aplicação, sendo que isto também foi

registrado na segunda. Esse(s) aluno(s) mostrou(aram) descaso, ao responder os questionários. Por outro lado, a maior parte dos alunos respondeu com um, 'sim', e listou algumas ênfases. Em função disso criou-se uma nova categoria de respostas, a categoria um. Eles escreveram:

“Sim. Os PCN’s enfatizam em trazer a Física para a realidade do aluno, para o concreto, o seu dia-a-dia, em dar ao ensino novas dimensões. Eles propõem procurar novas visões que passem um conhecimento rico e assimilável para os alunos.”

“Sim. Já li os PCN’s para Física no Ensino Médio. Ênfases sugeridas (sob meu ponto de vista): Quebrar o paradigma de ensinar os conteúdos de forma desarticulada, meramente decorando teorias e aplicando-as em um número imenso de exercícios. Ensinar Física de maneira que permita ao aluno enxergar e interpretar o fenômeno de maneira ampla e também particular, não descartando o que ele sabe e não impondo o conhecimento de Física como algo pronto e acabado. Revelar a beleza da Física sob o ponto de vista prático e também filosófico. Rediscutir a Física, possibilitando uma melhor compreensão do mundo. Relacionar a Física com aspectos do cotidiano, ressaltando que a Física está em qualquer lugar.”

“Sim. Os PCN’s dão ênfase para a construção de seres pensantes, com autonomia e iniciativa, mas que saibam trabalhar em equipe, desta forma defendem a aplicação do ensino de física de forma ampla em termos de associá-lo com a vida do educando, prendendo a atenção do mesmo com o esclarecimento de dúvidas do cotidiano, e mais que isso, como o desafio a capacidade criadora, com problemas e experimentos que viabilizem obstáculos que desenvolvam o raciocínio crítico do aluno.”

Ao se analisarem os PCN’s, com os licenciandos, mostrou-se que este documento pode ser um guia para a preparação de suas aulas. Neste sentido, estes licenciandos devem pensar na Física como ciência e não uma matéria repleta de ‘fórmulas’.

7 CONCLUSÕES

O grande desafio nesta dissertação foi demonstrar que é possível a integração entre a pesquisa em ensino de Física e a formação do futuro professor, através de modificações realizadas na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, do curso de Licenciatura em Física da UNISINOS. Um dos objetivos dessa disciplina era planejar e desenvolver atividades experimentais, que dizem respeito a fenômenos físicos, interpretando teorias e leis relacionadas a esses fenômenos. Verificava-se, como discutido neste trabalho, que, apesar de a disciplina ter o nome de “Metodologia de Ensino de Física”, não passava de uma mera “Instrumentação para o Ensino de Física”. Isso ficava evidente, pois, na verdade, os licenciandos tinham as seguintes preocupações: montar experimentos, na maior parte das vezes, de baixo custo; elaborar relatórios e apresentá-los ao grupo de colegas. Surgiu, então, a ideia de desenvolver este projeto, buscando uma integração entre a investigação no ensino de Física (com ênfase nas teorias de ensino-aprendizagem, na epistemologia e em conteúdos específicos) e a formação de professores.

No desenvolvimento da pesquisa, foram aplicados dois questionários e, principalmente, consideradas as unidades didáticas, elaboradas pelos estudantes da disciplina, no decorrer de 2005/1. Analisando esses instrumentos, acredita-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Para atingir os objetivos específicos desta dissertação, foram iniciados os trabalhos com a pesquisa, em publicações diversas, bem como o levantamento bibliográfico sobre o pensamento de vários autores, com o fim de verificar a possibilidade da integração entre pesquisa e ensino de Física, em benefício da formação do futuro professor. Assim, foi-se buscando encontrar os caminhos a serem trilhados, para as modificações da disciplina, visando à integração entre os conhecimentos específicos e os pedagógicos. O trabalho mostrou, neste aspecto, indícios de integração entre os dois conhecimentos, como sugerem as unidades didáticas elaboradas pelos licenciandos. Ressalta-se que a dificuldade em tal integração deve-se ao fato de se buscá-la apenas em uma disciplina do currículo. Este processo deveria ser fomentado ao longo da formação inicial, nos cursos de licenciatura em geral.

As respostas aos questionários possibilitam a reflexão sobre as aulas teóricas, ministradas no início do semestre de 2005/1. Parece que elas não foram suficientes para alterar a postura de alguns licenciandos, no que se refere às mudanças em concepções sobre epistemologia. Verificou-se um posicionamento empirista-indutivista de alguns licenciandos, quando da segunda aplicação do questionário um.

Em relação ao questionário dois, verificou-se que houve um progresso dos alunos, no assunto teorias de ensino-aprendizagem, pois as respostas na segunda aplicação, comparadas com as da primeira, demonstram que eles mudaram de postura, posicionando-se corretamente.

Em função destes aspectos, algumas mudanças foram feitas, quando da nova aplicação desta pesquisa, em 2006/1, 2007/1, 2008/1 e 2009/1. A parte de campo, aplicada inicialmente em 2005/1, teve prosseguimento, sendo integrada totalmente a esta disciplina nos semestres posteriores. O mesmo ocorreu na disciplina de Metodologia de Ensino de Física II, quando a professora

ministrante achou por bem, devido às peculiaridades, aplicá-lo. Salienta-se que, em 2006/2, houve uma mudança do currículo do curso de Licenciatura em Física da UNISINOS e a disciplina foco da presente dissertação teve seu nome alterado para Ambiente de Aprendizagem de Física I (ANEXO N), justamente para que sua ementa se aproximasse da sua nova forma de abordagem. Nesse sentido, ocorreram algumas mudanças, durante a aplicação do projeto, visando a melhorias. Foram traçadas as seguintes competências, a serem alcançadas pelos licenciandos, neste novo formato:

- *Selecionar, planejar e desenvolver, com conhecimento, atividades experimentais, utilizando metodologias e instrumentos adequados, considerando os interesses e saberes dos alunos do ensino fundamental e médio, e possibilitando a implementação de recursos alternativos, conforme a realidade das escolas;*
- *Planejar e desenvolver atividades experimentais que possibilitem ao aluno do ensino fundamental e médio a construção e reconstrução das relações lógico-matemáticas envolvidas no fenômeno físico estudado e no estabelecimento das leis que o descrevem;*
- *Construir e reconstruir roteiros de trabalho, fundamentados em teorias de ensino-aprendizagem ou de epistemologia, apresentando-os na forma de relatórios elaborados de acordo com as normas da ABNT;*
- *Demonstrar uma postura ética na elaboração dos relatórios, observando as normas de autoria;*
- *Utilizar, com desenvoltura, diferentes recursos técnicos nas apresentações das atividades experimentais;*
- *Participar de grupos de estudo utilizando ambientes virtuais de aprendizagem.*

Comparando estas competências com aquelas previstas na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, verifica-se que houve inclusões de itens, justamente para que ela se integrasse à nova metodologia, fruto desta dissertação de mestrado. Pode-se afirmar que, a partir da aplicação deste projeto, os licenciandos elaboram suas unidades didáticas, com um olhar preocupado, em relação à aprendizagem de seus futuros alunos, e, também, que estão abertos a mudanças, na forma de ensinar e aprender.

Por fim, conclui-se que, com as modificações inseridas na disciplina, os conhecimentos específicos de Física foram trabalhados, por estes licenciandos, não na sua forma acabada. Isto foi feito, com sustentação nos resultados de algumas pesquisas em ensino de Física, enfatizando-se teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia da Física. Com esse novo formato, as aulas deixaram o modelo tradicional, adotando um programa inovador, no qual os alunos participaram ativamente da construção de unidades didáticas.

Portanto, contemplou-se o espaço disponível na disciplina Metodologia de Ensino de Física I para superar a suposta oposição entre conteudismo e pedagogismo, através de elaboração das unidades didáticas, de forma a facilitar a transposição didática, isto é, a promover transformação dos objetos de conhecimento em objetos de ensino. De acordo com Delizoicov et al (2002), esta transposição didática pode ser otimizada, se os resultados de pesquisa, nas diferentes áreas - assim como os novos materiais didáticos - forem levados para a sala de aula, nos cursos de licenciatura. Este é o local ideal para a 'disseminação' dos novos conhecimentos e materiais didáticos produzidos.

O produto educacional, proveniente desta dissertação, consistiu na elaboração de uma página na internet, no sítio da UNISINOS, cuja descrição para sua utilização encontra-se no APÊNDICE A. Nesta página, encontra-se o material utilizado nas aulas iniciais do semestre e algumas unidades didáticas, elaboradas pelos estudantes. Este material pode ser utilizado por professores dos cursos de Licenciatura em Física, que ministram disciplinas com este enfoque, pelos licenciandos como suporte para planejamentos semelhantes, e, também, para suas futuras aulas.

No APÊNDICE E encontram-se referências da divulgação parcial deste projeto em eventos.

Espera-se que este projeto seja uma contribuição para o desenvolvimento de atividades integradoras, tendo em vista a visão conteudista que os professores assumem. Vale lembrar, neste sentido, Candau (2001), quando discute que dominar o conteúdo específico tem um significado amplo. Significa compreender o conteúdo, considerando os seus diferentes enfoques metodológicos e suas respectivas bases epistemológicas. Assim, encerra-se esta conclusão com duas passagens de unidades didáticas, como a síntese da possibilidade de integração, que foi o objetivo deste estudo.

- *“Preparar uma unidade didática com experimento seguindo a teoria de Ausubel foi uma experiência complexa, trabalhosa, mas que trouxe à tona vários pontos que nos fizeram refletir. Entre eles, definição dos assuntos, determinação dos conhecimentos prévios, ancoramento com assuntos já dominados, escolha de subsunçores para os pontos onde pudesse não haver conhecimento prévio, mas destacamos que nos chamou a atenção a questão dos detalhes: Ausubel prega um detalhamento completo de todas as etapas do processo. A linguagem deve ser clara, o conteúdo completo, nenhuma informação omitida, os passos devem estar ligados uns com os outros, sempre relacionando o que vem a seguir com o que está sendo feito. Não podem ser puladas etapas da seqüência, as listagens de conteúdos e material devem conter até os itens que julgamos ser “desnecessários” (pois já estamos acostumados com eles). O detalhamento nos faz refletir que uma aula, um trabalho, um teste, um relatório, uma prova, pode não responder às nossas expectativas, por falta de detalhamento naquilo que subentendemos como já assimilado e pronto”.*
- *“Com o desenvolvimento do presente trabalho podemos acompanhar, desde as mais remotas teorias sobre o movimento dos astros até a recente teoria da relatividade de Einstein, viajando por épocas distantes onde o absolutismo da igreja católica marchava sobre os ideais científicos. Concluimos que a determinação científica e a busca do homem pelo conhecimento do mundo que o rodeia vencem os mais rígidos obstáculos, e através de erros teóricos formam-se paradigmas que só serão quebrados, em meio a uma visível crise de conceitos, superados, então, pela teoria mais abrangente, estabelecendo um novo paradigma. Assim foi com o paradigma de Aristóteles, com o paradigma de Newton, e talvez, no futuro, com o paradigma de Einstein.”*

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003. 102 p. (Questões da nossa época, 104).

ANDRÉ, Marli et al. Estado da arte da formação de professores no Brasil. **Educação e Sociedade**, Campinas, SP, ano 20, v. 20, n. 68, p. 301-309, dez. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73301999000300015>. Acesso em: 20 jan. 2008.

ARRUDA, José Ricardo Campelo; MARÍN ANTUÑA, José. Un sistema didáctico para la enseñanza - aprendizaje de la física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 3, p. 329-350, set. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v23n3/v23n3a11.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

ARRUDA, Sergio de Mello; SILVA, Marcos Rodrigues da; LABURÚ, Carlos Eduardo. Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 1, p. 97-106, 2001. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID70/v6_n1_a2001.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2008.

AU, Kathryn H. Mudanças no ponto de vista de uma professora sobre a instrução compreensiva interativa. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Tradução: Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 263-278.

BOLZAN, Doris Pires Vargas; ISAIA, Sílvia Maria de Aguiar. Aprendizagem docente na educação superior: construções e tessituras da professoralidade. **Educação**, Porto Alegre, RS, ano 29, n.60, p. 489-501, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/viewFile/489/358>>. Acesso em: 02 set. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação - CNE. Parecer CNE/CES 1.304/2001. Diretrizes nacionais curriculares para os cursos de física. Despacho do Ministro em 4 dez. 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 dez. 2001, Seção 1, p. 25. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130401Fisica.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2009.

_____. _____. Resolução n.º 1, 18 de fevereiro de 2002. Diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 mar. 2002, Seção 1, p. 8. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2008.

_____. _____. **Parecer CNE 009, de 8 de maio de 2001**. Diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Disponível em: <http://www.cref2rs.org.br/legislacao/parcne_09.asp>. Acesso em: 07 jan. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Proposta de diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica, em cursos de nível superior**. Ministério da Educação, maio 2000. Disponível em: <http://www.tdx.cesca.es/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0812102-101715/32Apendicepropostaformacao.pdf>. Acesso em: 28 out. 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de diretrizes e bases da educação nacional - LDB. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 03 out. 2004.

_____. _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - Física. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf> Acesso em: 22 ago. 2008.

_____. _____. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2009.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 07 set. 2008.

BRITO, Licurgo Peixoto de. **Ensino de física através de temas**: uma experiência de ensino na formação de professores de ciências. 2004. Disponível em: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/cts/painel_licurgo.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2009.

CAMARGO, Sérgio; NARDI, Roberto. Formação de professores de física: os estágios supervisionados como fonte de pesquisa sobre a prática de ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - Revista ABRAPEC**, Belo Horizonte, MG, v. 3, n. 3, p. 34-55, set./dez. 2003. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V3N3/v3n3a3.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

CANDAU, Vera M. Universidade e formação de professores: que rumos tomar? In: _____. (Org.). **Magistério construção cotidiana**. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1997. p. 30-50.

CHALMERS, Alan F. **O que é ciências afinal?** Tradução: Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense 1997.

COLE, Michael. Desenvolvimento cognitivo e escolarização formal: a evidência da pesquisa transcultural. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Tradução: Fani A. Tessler. Prefácio de Luis C. Moll. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 85-105.

COVOLAN, Silvia Cristina Teodoro. Utilização dos preceitos da teoria da atividade: a história da ciência como instrumento na construção de conceitos físicos. **Caos: Revista Eletrônica de Ciências Sociais**, João Pessoa, PB, n. 4, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.cchla.ufpb.br/caos/04-fis.html>>. Acesso em: 12 jan. 2009.

CUPANI, Alberto. A filosofia da ciência de Larry Laudan e a crítica do "positivismo". **Manuscrito, Revista Internacional de Fisofia**, Campinas, SP, v. 17, n. 1, abr. 1994.

D'ÁVILA, Ana Rita Lourenço Nogueira. **Utilização de materiais de baixo custo no ensino de Física**. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) -- Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Bauru, Bauru, SP, 1999. Disponível em: <www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mono-ana.htm>. Acesso em: 07 set. 2008.

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. 364 p. (Coleção Docência em formação).

EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID118/v9_n3_a2004.pdf>. Acesso em: 16 abril 2009.

FERNANDES, Cleoni Maria Barboza; BASTOS, Amélia Rota Borges de. A formação pedagógica do professor universitário no espaço da pós-graduação. **Revista Travessias**, Cascavel, PR, n. 1, p. 1-12, 2007. Disponível em: <http://www.unioeste.br/prppg/mestrados/letras/revistas/travessias/ed_001/educacao/A%20FORMA%C7%C3O%20PEDAG%D3GICA%20DO%20PROFESSOR%20UNIVERSIT%C1RIO.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

_____. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 3. ed. Notas: Ana Maria Araújo Freire. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

FREITAS, Denise de; VILLANI, Alberto. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 7, n. 3, set. 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n3/v7_n3_a3.htm>. Acesso em: 21 jan. 2009.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, SILVA, Roberto Dirceu da. A história da ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 10, n. 3, p. 491-500, 2004. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=38&layout=abstract>>. Acesso em: 12 maio 2009.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001. (Coleção Questões da nossa época, v. 26).

GOODMANN, Yetta M.; GOODMANN, Kenneth. S. Vygotsky em uma perspectiva da “linguagem integral”. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Tradução: Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 219-244.

KÖHNLEIN, Janete Francisca Klein. **Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEED0408.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

LAUDAN, Larry. **La ciencia y el relativismo: controversias básicas en filosofía de la ciencia**. Madrid: Alianza, 1993. 205 p. (Alianza Universidad, 762).

LONGUINI, Marcos Daniel; NARDI, Roberto. Uma pesquisa sobre a prática reflexiva na formação inicial de professores de Física. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 4, n. 2, p. 1-13, dez. 2002. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4213.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2009.

MACIEL, Lizete Shizue Bomura; SILVA, Eliana Maria Corrêa Higino; BUENO, Samuel Siqueira. A pesquisa na formação do professor: um olhar sobre a leitura no ensino fundamental. In: SHIGUNOV NETO, Alexandre; MACIEL, Lizete S. B. **Reflexões sobre a formação de professores**. São Paulo: Papirus, 2002. p.173-192.

MALLMANN, Elena Maria; BASTOS, Fábio da Purificação de; MÜLLER, Felipe Martins. Problematização do conteúdo-metodologia como estratégia para fortalecer o diálogo-problematizador. **Revista Linguagens & Cidadania**, Santa Maria, RS, ed. 9, jan./jun. 2003. Disponível em: <http://www.ufsm.br/lec/01_03/FabioMuller.htm>. Acesso em: 21 jan. 2009.

MARANDINO, Martha. A formação continuada de professores em ensino de ciências: problemática, desafios e estratégias. In: CANDAU, Vera M. (Org.). **Magistério: construção cotidiana**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1997. p. 160-183.

MARINHO, Simão Pedro Pinto. **Um projeto alternativo para iniciação em tecnologias digitais na formação inicial de professores de ciências e biologia**. 2003. Disponível em: <<http://www.nonio.uminho.pt/documentos/actas/actchal2003/05comunicacoes/Tema7/05SimaoMarinho.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/12-3/artpdf/a1.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

MEDEIROS, Alexandre; BEZERRA FILHO, Severino. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da Física. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewissue.php?id=20>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

MIGUEL, Antônio et al. Princípios para as licenciaturas: uma reflexão sobre a formação de professores de matemática, química e física. **Ciência & Ensino**, Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 14-16, jun. 1997.

MOLL, Luis C. Introdução. In: **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Tradução: Fani A. Tessler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 3-27.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais no ensino da física**. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1992. (Texto de apoio ao professor de física, n. 3).

_____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2003.

_____.; OSTERMANN, Fernanda. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1999. (Texto de apoio ao professor de física, n. 10).

MOREIRA, Plínio Cavalcanti; DAVID, Maria Manuela Martins Soares. O conhecimento matemático do professor: formação e prática docente na escola básica. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, RJ, n. 28, jan./abr. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n28/a05n28.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1999.

OSTERMANN, Fernanda. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 13, n. 3. dez. 1996. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cccef/port/13-3/index.html>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

_____; MOREIRA, Marco Antônio. **A Física na formação de professores de ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS. 1999.

_____; REZENDE, Flavia. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa em ensino na área de Ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, 2009. (no prelo)

PACHANE, Graziela Giusti. Políticas de formação pedagógica do professor universitário: reflexões a partir de uma experiência (UNIT). In: TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro (Org.). **A experimentação na aprendizagem de conceitos físicos sob a perspectiva histórico-social**. Piracicaba: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2000. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/27/gt11/t116.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

_____. Teoria e prática na formação pedagógica do professor universitário: elementos para discussão. **Publicatio UEPG**: Ciências humanas, ciências sociais aplicadas, lingüística, letras e artes, Ponta Grossa, PR, v. 13, n. 1, p. 13-24, jun. 2005. Disponível em: <http://www.uepg.br/proresp/publicatio/hum/2005_1/02.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2009.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadros. Física e filosofia: uma aproximação através de um texto na disciplina estrutura da matéria. In: ENCUESTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS, 1., 2002. Burgos, España. **Anais eletrônicos ...** Burgos, España, 2002. Disponível em: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigos2/v3n2a1.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2008.

PIETROCOLA, Mauricio (Org.). **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: UFSC, 2001.

PRAIA, João Félix; CACHAPUZ, Antônio Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 8, n. 1, 2002. Disponível em: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo5/a10r8v1.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2008.

QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campello. Processos de formação de professores artistas-reflexivos de física. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 22, n. 74, p. 97-119, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v22n74/a07v2274.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2009.

QUEIROZ, Glória Regina Pessôa Campello; GUIMARÃES, Luiz Alberto; FONTE BOA, Marcelo Cordeiro. O professor artista-reflexivo de física, a pesquisa em ensino de física e a modelagem analógica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)**, Belo Horizonte, MG, v. 1, n. 3, set./dez. 2001. Disponível em: <<http://rcef.fis.unb.br/rcef/frame.php?url=http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

REZENDE, Flavia et al. InterAge: um ambiente virtual construtivista para formação continuada de professores de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 20, n. 3, p. 372-390, dez. 2003. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/20-3/artpdf/a4.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2008.

ROSA, Cleci Werner da. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio - Pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 5, n. 2, out. 2003. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v5_n2/cleci_corr.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2009.

_____; ROSA, Alvaro Becker da. O ensino de física na Universidade de Passo Fundo: uma investigação nos objetivos das atividades experimentais. **Educere: Investigación arbitrada**, Mérida, VE, v. 11, n. 37, p. 327-332, abr./jun. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v11n37/art19.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2009.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **A teoria de Vygotsky**. 2003. Disponível em: <http://fisica.uems.br/arquivos/instrumentacao/Capitulo_5.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2009.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António (Coord.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 77-91. (Coleção: Temas de Educação).

SCIELO. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 30 abr. 2009.

SILVEIRA, Fernando Lang da. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 13, n. 3. p. 197-218, dez. 1996. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/13-3/index.html>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

_____; OSTERMANN, Fernanda. A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 1, p. 7-27, 2002.

TEIXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, Charbel Niño; FREIRE JR., Olival. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - Revista ABRAPEC**, Belo Horizonte, MG, v. 1, n. 3, p. 11, set./dez. 2001. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V1-3/v1n3a10.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

TERRAZZAN, Eduardo A. As diretrizes curriculares para formação de professores da educação básica e os impactos nos atuais cursos de licenciatura. JORNADA DA LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFSC, 1., Florianópolis, 2003. **Textos da Mesa Redonda**, 2003. Disponível em: <<http://www.cienciasbiologicas.ufsc.br/reforma/eduterr.htm>>. Acesso em: 02 set. 2008.

TOMAZZELO, Maria Guiomar Carneiro; GURGEL, Célia Margutti do Amaral. Prática experimental em Física: como ir além? In: TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro (Org.). **A experimentação na aprendizagem de conceitos físicos sob a perspectiva histórico-social**. Piracicaba: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2004. p. 11-32.

TUDGE, Jonathan. Vygotsky, a zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Tradução: Fani A. Tesseler. Prefácio de Luis C. Moll. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p.151-168.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 29 abr. 2009.

VIANNA, Deise Miranda; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Do fazer ao ensinar ciência: A importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 2, ago. 2001. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a1.htm>. Acesso em: 21 jan. 2009.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem**. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

_____. **Psicologia pedagógica**: edição comentada. Tradução: Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VIGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7. ed. Tradução: Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ícone, 2001. (Coleção Educação Crítica).

VILLANI, Alberto. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 7, n. 2, p.169-181, 2001. Disponível em: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo/4/filosofiaensino.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

_____; FRANZONI, Marisa. A Competência dialógica e a formação de um grupo docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 33, dez. 2000. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n3/v5_n3_a3.htm>. Acesso em: 21 jan. 2009.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 5. ed. Organizadores: Michael Cole et al. Tradução: José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

WERLANG, Rafael Brum; SCHNEIDER, Ruth de Souza; SILVEIRA, Fernando Lang da. Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 30, n. 1, p. 1503.1-1503.9, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a14v30n1.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2009.

ZUCCO, César; PESSINE, Francisco B. T.; ANDRADE, Jailson B. de. Diretrizes curriculares para os cursos de química. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 22, n. 3, p. 454-461, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n3/1102.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2008.

APÊNDICE A - Produto educacional

Disponibilizou-se no endereço <<http://professor.unisinos.br/angelab/Metodologia%20de%20Ensino%20de%20F%edsica/>> o produto educacional proveniente da reformulação da disciplina Metodologia de Ensino de Física I, para que o mesmo possa ser utilizado por professores de curso de licenciatura em Física em disciplinas com este enfoque, como também por estudantes.

Nesta página estão reunidos: Textos dos teóricos de ensino-aprendizagem e as respectivas apresentações, textos que versam sobre os epistemólogos analisados e lâminas correspondentes, exemplos de unidades didáticas elaboradas pelos estudantes, indicações de sites e de bibliografias adicionais.

A página de abertura apresenta o formato apresentado na figura 3.



Figura 3: Aparência da página inicial

A parte superior da página inicial é dividida em seis abas:

- Início
- Introdução
- Teorias de ensino-aprendizagem
- Epistemologias contemporâneas
- Unidades didáticas
- Links e livros complementares

Clicando-se na aba introdução abre um texto que explica como utilizar este material disponibilizado.

A aba “Teorias de ensino-aprendizagem” está dividida em três partes: Lâminas, Livros e Textos.

As lâminas, como sugere o nome, são as mesmas utilizadas nas aulas teóricas ministradas no início do semestre. São em número de quatro representando cada um dos teóricos estudados: Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire. Na parte superior direita de cada um dos textos é possível realizar cópia das lâminas em formato pps.

Indicam-se alguns livros de autores reconhecidos nesta área.

Como em periódicos de publicação nacional encontra-se grande número de pesquisadores nesta área achou-se por bem indicar alguns destes textos que estão disponibilizados para cópia.

A aba “Epistemologias contemporâneas” segue o mesmo critério adotada na anterior, ou seja, está subdividida em: Lâminas, Textos e Livros.

Apresenta-se na aba “Unidades didáticas” exemplos das mesmas, elaboradas pelos licenciandos que participaram da aplicação deste projeto.

Finalizando, na aba links e livros de apoio, colocou-se endereços de revistas com publicação online de interesse nesta pesquisa, do ambiente virtual de aprendizagem InterAge, como também textos que versam sobre este ambiente, e um texto de apoio em formato de livro sobre Mapas Conceituais.

APÊNDICE B – Cronograma de Apoio

2005-1 Metodologia do Ensino de Física I

Aula/semana	Assunto
1ª. aula 21-02-2005	- Apresentação da disciplina. - Composição dos grupos (02 componentes por grupo) - Aplicação do questionário.
2ª. aula 28-02-2005	Planejamento das unidades didáticas: Qual experimento e em quem se fundamenta
3ª. aula 07-03-2005	Revisão: Teorias de ensino-aprendizagem. Introdução e Piaget
4ª. aula 14-03-2005	Revisão: Teorias de ensino-aprendizagem. Vygotsky e Ausubel
5ª. aula 21-03-2005	Revisão: Teorias de ensino-aprendizagem. Freire
6ª. aula 28-03-2005	Revisão: Teorias de ensino-aprendizagem. Fechamento
7ª. aula 04-04-2005	Epistemologia – Método científico
8ª. aula 11-04-2005	Epistemologia - Popper
9ª. aula 18-04-2005	Epistemologia - Kuhn
10ª. aula 25-04-2005	Epistemologia - Lakatos
11ª. aula 02-06-2005	Epistemologia - Laudan
12ª. aula 09-05-2005	Preparação das unidades didáticas
13ª. aula 16-05-2005	Preparação das unidades didáticas
14ª. aula 23-05-2005	Apresentação: Duplas 1 e 2
15ª. aula 30-05-2005	Apresentação: Duplas 3 e 4
16ª. aula 06-06-2005	Apresentação: Duplas 4 e 5
17ª. aula 13-06-2005	Apresentação: Duplas 6 e 7
18ª. aula 20-06-2005	Apresentação: Duplas 8 e 9
19ª. aula 27-06-2005	Apresentação: Dupla 10 e 11
20ª. aula 04-07-2005	Fechamento da disciplina. Aplicação dos questionários 1 e 2

40h-aula – escolas

- Visitar o laboratório de Física de uma escola. Entregar relatório com dados da visita.
- Assistir, caso seja possível, uma aula de laboratório. Entregar relatório de observação da aula.

APÊNDICE C – Bibliografia complementar

BIEHL, Luciano Volcanogio. **A ciência ontem, hoje e sempre**. Canoas: ULBRA, 2003. 220p.

CADERNO Catarinense de Ensino de Física. Departamento de Física – EFSC. Campus Universitário - Trindade Florianópolis – SC.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Física: **Proposta para um ensino construtivista**. São Paulo: EPU, 1989.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 11. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 165 p.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001. 257 p. (Debates 115).

LAKATOS, Imre. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid: Alianza, 1993. 315 p. (Alianza Universidad 349).

LAUDAN, Larry. **La ciencia y el relativismo**: controversias básicas en filosofía de la ciencia. Madrid: Alianza, 1993. 205 p. (Alianza Universidad762).

MOREIRA, Marco Antônio; LEWANDOWKI, Carlos Ernesto. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Da Universidade, 1983.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**. Coleção Publicações Acadêmicas do CESPE/UnB. Série: Fórum Permanente de Professores. Brasília: UnB. C1999. 130p.

MOREIRA, Marco A.; OSTERMANN, Fernanda. Teorias Construtivistas. **Textos de apoio ao professor de Física**. n.10. Porto Alegre: UFRGS

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORAIS, Regis de. **Filosofia da Ciência e da Tecnologia**. 5ed. Campinas-SP: Papyrus, 1988.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan G. **Construindo o Conhecimento**: Uma abordagem para o ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1988.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002. 123 p.

POPPER, Karl Raimund. **A lógica da investigação científica**. São Paulo: Abril Cultural, 1980. 236 p. (Os pensadores)

THUILLIER, Pierre. **De Arquimedes a Einstein**: A face oculta da invenção científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1994

VYGOTSKY, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2001. 228 p.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 135 p

APÊNDICE D – Questionário 2**QUESTIONÁRIO 2**

1 - O que você lembra do que já foi ensinado no seu curso sobre teorias de ensino-aprendizagem?

2 - Você já estudou os seguintes autores? Se sim, diga o que lembra de cada um.

- a) Piaget
- b) Vygotsky
- c) Ausubel
- d) Freire

3 - Além dos autores da questão 2, você estudou outros teóricos de ensino-aprendizagem? Se sim, diga qual(is) e faça um breve relato sobre ele(s).

4 - Você vê alguma relação entre teorias de ensino-aprendizagem e metodologia de ensino de Física? Explique.

5 - Você já leu os PCN's (parâmetros curriculares nacionais) para o ensino médio? Se sim, quais são as ênfases para o ensino de Física sugeridas nesse documento?

APÊNDICE E – Publicações e/ou apresentações

Este trabalho foi parcialmente apresentado e/ou publicado nos seguintes eventos:

- BERLITZ, Angela Maria Jacobus; OSTERMANN, Fernanda. Pesquisa em ensino de Física e formação de professores: uma integração possível a partir da disciplina de Metodologia de Ensino de Física I. Poster apresentado com publicação de resumo no **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005, Bauru. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. v. 05. p. 01-10.
- BERLITZ, Angela Maria Jacobus Berlitz; OSTERMANN, Fernanda. Resultados preliminares de uma experiência de inovação didática na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I do curso de Licenciatura em Física da UNISINOS. Poster apresentado com publicação de resumo no **I Encontro Estadual de Ensino de Física**, 2005, Porto Alegre. Atas do I Encontro Estadual de Ensino de Física. Porto Alegre : UFRGS, 2005. v. 1. p. 181-182.

ANEXO A – Projeto pedagógico

3. NOVO PROJETO PEDAGÓGICO

3.1 FUNDAMENTAÇÃO DA PROPOSTA

Ainda persiste no meio escolar a visão de que ao professor de Física no Ensino Médio caiba, por excelência, uma função propedêutica, com vistas à preparação do aluno para uma realidade vindoura, provavelmente encontrada no nível superior. A iniciação ao estudo de Física viria a ser útil para aquele estudante que desejasse seguir uma carreira na pesquisa ou em algum curso abrangido pelas Ciências Exatas ou Tecnológicas. Ao estudante que encaminhe seus estudos para as demais áreas ou que opte pelo ingresso imediato no mercado de trabalho ou, ainda, que seja privado de qualquer uma dessas opções, nos estritos limites dessa perspectiva e de suas implicações, a Física seria de importância discutível.

Entendemos que o trabalho de um professor que oriente suas ações a partir dessa visão possa contribuir para o fortalecimento de uma realidade que Souza (1995) denomina de “seletividade escolar”. Esses são os termos com os quais a autora se refere à baixa taxa de escolarização, caracterizando os ensinos fundamental e médio no Brasil como altamente seletivos. Ainda que Souza (1995) associe a seletividade escolar à perversidade subjacente a uma lógica que denomina “pedagogia da repetência”, tomamos a liberdade de agregar a essa linha de raciocínio as questões motivacional e cultural como um dos fatores intervenientes no processo. Assumindo o ponto de vista de uma função meramente propedêutica para o ensino de Física, o estudante, ainda que de forma inconsciente, estará sujeito a classificar a Física como necessária ou não, de acordo com a perspectiva subjetiva de sua possível utilidade vindoura, e a si próprio como competente ou não para o seu estudo, já a partir do sucesso ou insucesso nos primeiros e incipientes ensaios.

Ao discordarmos desse ponto de vista, buscamos situar-nos em uma perspectiva que, com referência aos objetivos do ensino básico de Física, se reporta ao momento presente e preconiza, nos termos propostos por Zanetic, “a transformação da Física num elemento cultural vivo, inquieto e inquietante que, se necessita da



técnica experimental e matemática para sua construção e difusão, trabalha também com o imaginário” (1989: 203-204). O resgate do caráter cultural do conhecimento físico favorece o diálogo com as demais ciências e com áreas de conhecimento cuja afinidade com a Física nem sempre é evidente. Tanto a conveniência desse diálogo quanto o seu caráter de “não-evidente” transparece em outro texto de Zanetic: “associar ciência e imaginação, trabalho científico e trabalho literário, ciência e arte, enfim, parece ainda muito estranho, mesmo quando aderimos ao paradigma da interdisciplinaridade” (1998: 1).

Mas, a capacidade de fazer as associações da ciência com a imaginação e com a arte, do trabalho científico com o literário, e, por que não dizer, da física com outras ciências, com política, com história e com o conhecimento popular não exigiria do professor uma formação específica em cada uma dessas áreas? Se déssemos a essa pergunta uma resposta afirmativa, passaríamos a nos situar no campo da provável impossibilidade. Afinal, isto requereria o equivalente a diversos cursos de graduação.

Partimos, no entanto, do pressuposto de que um professor, mesmo na área de sua formação específica, jamais possa ser detentor de todo o conhecimento. Sem desmerecer a formação específica, a questão se remete para uma abertura da visão de mundo e das interações que o homem com ele estabelece individual ou socialmente, para a predisposição à educação continuada e para a crítica e autocrítica no saber e no fazer.

Visão de mundo e das interações que o homem com ele estabelece individual ou socialmente

Com a presente proposta, pretendemos questionar a validade de uma abordagem tradicional do processo ensino-aprendizagem, na qual, segundo termos empregados por Mizukami, “a realidade é algo que será transmitido ao indivíduo” (1986: 9). Essa abordagem pressupõe que a contribuição que o indivíduo possa dar para a compreensão e para o domínio do mundo físico e social que o cerca dependeria do nível de apropriação das teorias e dos avanços de conhecimento acumula-



dos no decorrer do tempo. Levados em conta tais pressupostos, a educação seria concebida como um *produto*, caracterizado pela “transmissão de idéias selecionadas e organizadas logicamente” (Ibidem: 11). Mizukami (1986) designa o esquema do correspondente processo de educação formal de *atomístico*. Interpretamos este designativo como que incorporando a visão de que os saberes escolares pudessem ser *obtidos* de maneira fragmentada e compartimentalizada, na medida em que o conhecimento de um todo orgânico e lógico seria alcançado pela justaposição de *parcelas*, de *tópicos*, de *capítulos*, de *disciplinas*, ou de *unidades seqüenciais*. Uma proposta curricular deveria buscar, então, oferecer um conjunto de temas prévia e criteriosamente selecionados a serem desenvolvidos numa seqüência lógica. Uma vez “garantida a continuidade das idéias, sem rupturas e sem crises” (Ibidem: 11), a escola teria cumprido sua função educativa de ajustamento social.

Em abordagem que nos parece mais pertinente, “homem e mundo serão analisados conjuntamente, já que o conhecimento é o produto da interação entre eles” (Ibidem: 60). Sob essa perspectiva, o conhecimento não se constitui no substrato da descrição de uma realidade externa passível de transmissão, nem pode apresentar o *status* de definitivo ou estável. “O estado atual do pensamento é relativo a um momento histórico e muda muito depressa, da mesma forma que o conhecimento passado sempre mudou” (Ibidem: 69). Esse processo de permanente mudança se desenvolve em cada sujeito através de suas interações – sejam elas motoras, verbais ou mentais – com o objeto.

Na medida em que destacamos a perspectiva da natureza interacionista do conhecimento, buscamos valorizar o desenvolvimento cognitivo através da construção contínua de um sujeito, em sua interação com o meio, levando em conta também e especialmente que essa construção se apresenta como um ato reflexivo – no sentido de *construir-se* – do homem no mundo com o objetivo de sua transformação. O mero ensino de conteúdos extraídos de uma ciência suposta concluída e pronta para o *consumo*, não contribui para a construção em nenhum desses dois sentidos.

O conhecimento científico, enquanto, pela sua própria natureza, objeto de reflexão e de questionamento, é construído dentro de uma realidade histórica e socio-



cultural na qual o sujeito se situa. É sob esse prisma que abraçamos a proposta de Zanetic (1989) de que se transforme a física escolar num elemento cultural vivo. A abrangência do desafio de uma tal transformação não se restringe apenas ao âmbito da Universidade. O empenho na busca da concretização desse ideal, através da relação dialógica com os componentes da realidade escolar, deve ser parte integrante do perfil formativo desejável do egresso.

A Universidade é um dos múltiplos *laboratórios*, nos quais o estudante de física há de encontrar espaço para o exercício da inserção dos elementos de sua própria história e, por que não dizer, de sua *bagagem sociocultural* no processo de construção de seu conhecimento da Física como Ciência e como uma possível ponte para facilitar a comunicação com os interlocutores do dia-a-dia. Esse exercício pressupõe um currículo que leve em conta as contribuições e as interações humanas, características de uma sociedade em permanente mudança.

Buscamos nos orientar por uma visão de currículo que valoriza a multiplicidade dos saberes e a articulação com a realidade educacional com a qual interage o estudante, na qualidade de professor, de futuro professor ou de profissional com atividade que se relaciona com o ensino e a aprendizagem de física. Dentro dessa realidade, ou, melhor, dessas diversas realidades, "cabe [...] continuar buscando alternativas para fortalecer as múltiplas culturas silenciadas ou negadas que constituem nossas sociedades e que precisam ser ouvidas, discutidas e trabalhadas em nível de escola" (Osowski, 1997: 112).

O empenho no sentido de fortalecer as *múltiplas culturas* requer, em primeiro lugar, a disponibilidade para vivenciar realidades multifacetadas. A limitação do espaço para esse *vivenciar* ao âmbito da Universidade acarretaria também uma séria limitação da própria multiplicidade. Esse pressuposto torna imperioso que sejam valorizadas no currículo do Curso aqui proposto as atividades desenvolvidas fora dos estritos limites de uma grade curricular, bem como aquelas que o estudante porventura já desenvolva como profissional no ensino de Física.

O reconhecimento da importância de tais atividades para a vivência de múltiplas realidades não invalida que sejam, com finalidade idêntica e de forma comple-



mentar, agregadas a essas iniciativas a promoção do diálogo e a troca de experiências com estudantes de outros cursos e de outros Centros de Ensino, Pesquisa e Extensão. Parafraseando Larrosa (1995), acreditamos que a experiência da formação e da transformação da subjetividade possa viabilizar-se através da participação ativa em uma pluralidade, entendida não apenas como multiplicidade, mas também, e, sobretudo, como intersubjetividade. A responsabilidade de escolher os caminhos para a busca desse diálogo é compartilhada com o próprio estudante, na medida em que lhe compete eleger disciplina optativa e disciplina de livre escolha.

Crítica e autocrítica no saber e no fazer e a educação continuada

Agregamos, ao pressuposto de que seja impossível a detenção de todo o conhecimento em uma área específica, a consciência de que conhecimento e cultura sejam elementos em permanente transformação, tanto em escala individual, quanto coletiva, para propor que o compromisso da Universidade para com o aluno não se encerre por ocasião de sua formatura. Em consonância com o que acentua a Pedagogia Inaciana, "é essencial acrescentar à transmissão da cultura o preparo para a participação significativa no progresso desta cultura" (1994: 72). A participação significativa é, fundamentalmente, um ato compartilhado. Seu domínio não fica restrito ao âmbito do ensino, mas pressupõe integração efetiva entre ensino, pesquisa e extensão.

A reflexão sobre o ato pedagógico é, antes de mais nada, uma atividade de pesquisa. Tanto o estudante quanto o egresso devem ter acesso aos resultados e aos processos que caracterizam tais atividades. Seus elementos dão suporte e referência ao ensino na graduação e na pós-graduação e à extensão. Consideramos fundamental que o currículo do Curso de Licenciatura em Física oportunize uma iniciação abrangente ao estabelecimento desse suporte, abrindo caminhos, ao invés de fechá-los, iniciando o desafio da busca da educação continuada sem encerrar-se em si mesmo.

A identificação com os objetivos do Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, recentemente aprovado, nos autoriza a afir-



mar que se abre um caminho para que a proposta de um currículo que procura valorizar a multiplicidade dos saberes não permaneça restrita à graduação. A receptividade e a avaliação positiva das sucessivas atividades de extensão, tais como encontros mensais de professores de Física do Ensino Médio e de Ciências do ensino fundamental desenvolvidas por iniciativa da Coordenação do Curso de Licenciatura em Física e do LAFI – Laboratório de Física e Instrumentação, ou os Cursos de Aperfeiçoamento de Professores de Física do Ensino Médio, ligados ao Programa Pró-Ciências, com o apoio da CAPES e da FAPERGS, representam mostras da importância da interação com esses profissionais de ensino. Tais ações podem contribuir para a articulação entre as vivências, aspirações e questionamentos de profissionais, muitas vezes em busca de um apoio intersubjetivo para seu fazer pedagógico, e o conhecimento produzido e refletido na Universidade. Entendemos que este seja um possível caminho para tornar real a meta preconizada pelo paradigma inaciano: “levar à aquisição de hábitos permanentes de aprendizagem, que fomentem a intensidade da experiência, a compreensão reflexiva que supere o interesse individual, e os critérios de uma ação responsável” (Pedagogia Inaciana, 1994: 66).

A formação específica

A importância que estamos atribuindo à permanente busca de novos parâmetros para o exercício profissional do egresso, à pluralidade dos constituintes dos saberes escolares e à intersubjetividade como elemento fundante do processo de construção do conhecimento sob hipótese alguma implica revogação do caráter de essencialidade usualmente conferido à formação específica. Guiamo-nos pelo que expressam Carvalho e Gil-Pérez: “todos os trabalhos investigativos existentes mostram a gravidade de uma carência de conhecimentos da matéria, o que transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro de texto” (1993: 21).

Desdobramos em três aspectos a abrangência do significado de *formação específica*. O primeiro diz respeito ao domínio da Física como Ciência e como disciplina escolar. O segundo se reporta ao processo ensino-aprendizagem, no qual enfatizamos que um professor de Física na educação básica é, em primeiro lugar, um profissional em educação. O terceiro, destacado na pedagogia inaciana com os



termos *aprender a aprender* (Pedagogia Inaciana, 1994: 36), indica ser de pouca valia o estudo, quer de temas ligados à Física, quer à Educação, sem o exercício prévio ou concomitante da reflexão e do relacionamento com a experiência pessoal.

Carvalho e Gil-Pérez (1993) referem-se ao domínio da Ciência no exercício do magistério com os termos *conhecer a matéria a ser ensinada*. Adotaremos aqui esses mesmos termos, porém com a ressalva de que se entenda a expressão *ser ensinada* num sentido amplo, ressaltando sua relação íntima com a ótica do aluno, isto é, com a aprendizagem e com a educação. Desmembrado desta relação, o ato de ensinar poderia caracterizar o professor como “um funcionário das instituições [...] especialista em reprodução [...]. Um Educador, ao contrário, é um fundador de mundos, mediador de esperanças, pastor de projetos” (Alves, 1991: 29).

Transcrevemos a seguir um conjunto de tópicos apresentado por Carvalho e Gil-Pérez (1993: 22), e que julgamos pertinente para sintetizar o que entendemos por *conhecer a matéria*, dentro da formação específica do professor de Ciências (incluída aqui a Física) na educação básica. Convém lembrar que esses tópicos complementam um pressuposto primeiro, que é o conhecimento da Ciência em questão (no caso, a Física).

- A. Conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos (sem o que os referidos conhecimentos surgem como construções arbitrárias). Conhecer, em especial, quais foram as dificuldades e obstáculos epistemológicos (o que constitui uma ajuda imprescindível para compreender as dificuldades dos alunos).
- B. Conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos, isto é, a forma como os cientistas abordam os problemas, as características mais notáveis de sua atividade, os critérios de validação e aceitação das teorias científicas.
- C. Conhecer as interações Ciência/Tecnologia/Sociedade associadas à referida construção, sem ignorar o caráter, em geral dramático, do papel social da Ciências; a necessidade da tomada de decisões.
- D. Ter algum conhecimento dos desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas, para poder transmitir uma visão dinâmica, não fechada, da Ciência. Adquirir, do mesmo modo, conhecimentos de outras matérias relacionadas, para poder abordar problemas afins, as interações entre os diferentes campos e os processos de unificação.



O terceiro aspecto que mencionamos como integrando a abrangência do significado de *formação específica* é o desenvolvimento da habilidade de *aprender a aprender*. Segundo o que preconiza a pedagogia inacioniana, esse desenvolvimento inicia com a *experiência*, entendida aqui como valorização da própria experiência do aluno: “fatos, sentimentos, introspecções e intuições” (1994: 36). A adoção desse suporte aproxima os procedimentos indicados para *aprender a aprender* ao que acabamos de mencionar como ponto de partida no processo ensino-aprendizagem.

Levadas em conta as bases nas quais se assenta a experiência, a pedagogia inacioniana enfatiza a construção da consciência dos alunos, a partir da reflexão, que inclui atitudes, valores, crenças e modos de pensar. Como fechamento de um processo de contínua inter-relação, experiência e a reflexão passam a fundamentar a ação, entendida como exercício de transformação.

Entendemos que o trinômio experiência-reflexão-ação, além de fornecer resposta a problemas educativos, auxiliam o professor ou futuro professor em sua formação pessoal.

3.2 OBJETIVOS DO CURSO

O Curso de Licenciatura em Física tem por objetivos:

- formar o professor de Física do Ensino Médio, com visão de Ciência construída em uma realidade sociocultural, que conceba a Educação como processo de construir-se como pessoa dentro dessa realidade, transformando-a, e que busque exercitar esses pressupostos através da prática reflexiva e da educação continuada;
- complementar a formação do professor ou futuro professor de Física do Ensino Médio através do exercício de atividades que lhe agreguem, conforme a opção escolhida, a capacitação de lecionar temas de Ciências Físicas, na área de Ciências Naturais, no Ensino Fundamental ou na produção de material didático-pedagógico, com recursos computacionais, para o ensino de Física.

3.3 PERFIL FORMATIVO E PROFISSIONAL DO EGRESSO

O professor de Física egresso da UNISINOS deverá ter conhecimento de Física e da inter-relação das ciências, de modo a poder dar ao ensino um enfoque interdisciplinar, utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais e situar o conhecimento científico dentro de uma perspectiva sociocultural.

Na qualidade de professor, deverá estar apto a selecionar e seqüenciar conteúdos, preparar atividades, avaliar o aprendizado do aluno e utilizar uma prática reflexiva e de inovação, empenhando-se na busca de sua própria formação continuada. Deverá ser capaz de desenvolver com os alunos atividades que permitam conceber a presença da Física no cotidiano, quer na interpretação de fenômenos do ambiente natural, quer na do ambiente construído. Por outro lado, deverá contribuir para que seus estudantes entendam a Física como ciência, desenvolvam noções sobre seu valor e suas limitações como conhecimento da natureza, seu sentido pragmático e os impactos tecnológicos que provoca, de modo a formar dela uma concepção que, gradativamente, venha a distingui-la de mitos e sensacionalismos.

Finalmente, deverá ser capaz de utilizar a linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados, bem como seguir as normas vigentes para a sua apresentação.

3.4 PLANO CURRICULAR

O processo de reestruturação curricular apoiou-se na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/96, na proposta de Diretrizes Curriculares da Comissão de Especialistas do MEC e nas Diretrizes internas da Universidade através das Resoluções nº 039/99 do CONSUN e nº 005/99 da Reitoria.

O novo plano curricular do Curso de Licenciatura em Física visa propiciar o desenvolvimento de conhecimento teórico-prático de Física e de sua aplicação tecnológica, porque entendemos que a segurança na arte de ensinar está relacionada



com o domínio da matéria a ser ensinada¹. Paralelamente, existe o compromisso de desenvolver e valorizar os aspectos éticos e humanos no fazer pedagógico. Esses aspectos serão trabalhados não apenas nas disciplinas humanísticas de orientação cristã, mas em todas as disciplinas de Física ao longo do curso, uma vez que a construção do conhecimento científico foi realizado por seres humanos inseridos dentro de um contexto social e a UNISINOS crê que o seu compromisso fundamental com a sociedade é o de promover a cultura do homem, que provém do homem e é para o homem. (Credo - Missão e Perspectivas - Plano Estratégico 1999 - 2004: 30).

Assim, as disciplinas do curso deverão contemplar temas e atividades que se enquadrem nas seguintes categorias:

Temas relativos à Física

Além das disciplinas atuais, onde se apresentam os fenômenos básicos e os princípios fundamentais da Física Clássica, outras deverão incluir a revisão e o aprofundamento do conhecimento em áreas clássicas que constituem o arcabouço da Física, como a Mecânica, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo. A Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica serão apresentadas como os pilares da Física Contemporânea, onde ganharão ênfase especial assuntos de maior interesse na atualidade, quer pela sua importância teórica, quer considerando a sua aplicação prática, como Física do Estado Sólido, das Partículas e da matéria condensada. A apresentação de todos esses assuntos deverá sempre enfatizar os aspectos básicos que conferem à Física a sua identidade como ciência: a interação experiência-teoria na construção do conhecimento; a formulação de modelos; o uso da Matemática como a linguagem capaz de expressar tais modelos de maneira precisa, isenta de ambigüidades e útil; e a onipresença da Física em nosso dia-a-dia como propulsora dos avanços tecnológicos de que usufruímos a todo o momento.

¹ Reafirmamos entender a expressão *matéria a ser ensinada* em um sentido amplo, tal como proposto por Carvalho e Gil-Pérez (1993).



Temas relativos à Matemática

Constituem a base das habilidades e dos conhecimentos matemáticos destinados a possibilitar a construção formal adequada dos conteúdos de Física e a sua utilização em situações práticas, incorporando o uso de recursos computacionais.

Temas relativos à história, aos fundamentos e à estrutura da Ciência

Destinam-se a discutir, de forma simplificada e objetiva, tópicos de História da Ciência e de Epistemologia. São temas de particular importância, pois quem se ocupa com o ensino de ciências precisa ter uma visão crítica e uma noção clara do alcance e do significado do conhecimento científico, bem como de suas relações com outras áreas do conhecimento e da atividade humana, para poder traduzi-lo de maneira precisa e fiel. Sem esta preocupação, corre-se o risco de contribuir para a disseminação de versões distorcidas ou mitos.

Temas relativos a outras disciplinas científicas

O estudo dos fundamentos de Química, de Físico-Química, de Educação Ambiental e de elementos de Biologia deverá contribuir para complementar a formação científica do futuro professor.

Temas relativos à formação humanística de orientação cristã

Estes têm função de contribuir para formação integral do futuro professor, conferindo-lhe as necessárias dimensões do conhecimento antropológico, histórico, político, ético e social.

O quadro 1 mostra as disciplinas humanísticas de orientação cristã que integram o curso.

Quadro 1 - Disciplinas Humanísticas de Orientação Cristã

DISCIPLINAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
Fundamentos Antropológicos	4	1
América Latina: História e Atualidade	4	2
A América Latina e o Desenvolvimento Sustentável	4	4
Filosofia da Ciência	4	7
Ética Geral	4	8

B

Temas relativos à formação didático-pedagógica e à instrumentação

As disciplinas que fundamentam a formação didático-pedagógica do futuro professor lhe proporcionam a prática de ensino supervisionada e o instrumentam especificamente para o ensino de Física tanto no nível médio como no fundamental. Nestas, discutir-se-ão a formulação e a organização de conteúdos, a avaliação de atividades e de desempenhos no ensino e na aprendizagem de Física, a validade, a construção e a utilização de equipamentos para aulas de laboratório e a incorporação de recursos de informática ao ensino. A formação didático-pedagógica será especialmente enfatizada nas disciplinas pedagógicas e de prática de ensino distribuídas ao longo do curso. O quadro 2, a seguir, mostra o conjunto dessas disciplinas. Salientamos, no entanto, que a preocupação com a formação pedagógica estará presente nas demais disciplinas do curso.

Quadro 2 - Disciplinas Pedagógicas

DISCIPLINAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem	4	2
Políticas Educacionais	4	3
Metodologia de Ensino de Física I	4	4
Metodologia de Ensino de Física II	4	6
Prática de Ensino em Nível Médio I - Física	6	5
Prática de Ensino em Nível Médio II - Física	6	7
Prática de Ensino III - Ciências *	6	8

* Disciplina da Opção 1

Temas específicos das Opções oferecidas

Buscando oportunizar ao professor ou futuro professor de Física do Ensino Médio o complemento de sua formação, o presente projeto curricular lhe oferece duas Opções: ou a Instrumentalização para o Ensino de Ciências ou a Produção de Material Instrucional com Recursos Computacionais. A oferta dessas Opções contempla a flexibilização curricular, sugerida pela Comissão de Especialistas da Física do MEC, a fim de oferecer alternativas aos egressos.

Ainda que o Curso de Licenciatura em Física esteja direcionado para a formação de professores que atuarão no Ensino Médio, a primeira Opção complementarará sua capacitação para o ensino de temas relacionados à Física na área de



Ciências Naturais em nível Fundamental (5ª a 8ª séries), ou para interagir significativamente e com conhecimento de causa com grupos de professores aos quais, dentro do quadro docente de cada escola, caiba essa tarefa. Essa opção abre a perspectiva de uma ação contextualizada e de caráter continuado, tendo em vista que é no nível fundamental que se formam as estruturas de pensamento sobre as quais o estudante constrói os conceitos físicos. A Opção 1 tem caráter interdisciplinar, onde a formação para lecionar Física na área de Ciências Naturais se dará integradamente com professores e licenciandos do Curso de Licenciatura em Biologia.

Com a escolha da Opção 2, o professor desenvolverá a capacidade de criar recursos e instrumentos que possam vir a otimizar seu desempenho profissional, mediante a produção de material didático-pedagógico na área computacional para o ensino da Física. O domínio dos recursos computacionais com vistas à sua aplicação na prática pedagógica, ou, ao menos, a iniciação nesse campo do saber não apenas contribuirá para uma relativa autonomia de ação, mas também para a competência na interação com o fazer pedagógico de grupos de professores de áreas afins. As disciplinas específicas da Opção 2 serão oferecidas também, como atividades de extensão, ou na forma de cursos seqüenciais, de acordo com regulamentação da Universidade, a professores de Física em exercício, que busquem complementar sua formação. Associada ao desenvolvimento e ao uso de recursos computacionais está, talvez, a perspectiva de ordem tecnológica mais promissora para a otimização do trabalho do professor.

Ao concluir 110 créditos, o aluno deverá escolher uma das Opções. O diplomado que desejar fazer também a outra Opção, deverá cursar, adicionalmente, os créditos que a ela correspondem. (Vide quadro 3).

O novo currículo da Física tem uma carga horária de 2850 h-a, equivalentes a 190 créditos, incluindo o Trabalho de Conclusão, a disciplina optativa, a de livre escolha, e as correspondentes à Opção. O curso exigirá, adicionalmente, 60 h-a de atividades complementares e 230 h-a de atividades de prática de ensino nas esco-

las. A Opção 1 exigirá mais 60 h-a na Escola de Ensino Fundamental. A carga horária está distribuída ao longo de 8 semestres.

O plano curricular com periodização, seqüência, pré-requisitos e créditos, deste projeto de Revisão Curricular, apresenta-se no quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Plano Curricular do Curso de Licenciatura em Física

SEQ	Nº	DISCIPLINAS	h-aula	CRÉD	PRÉ-REQUISITO
1	11128	Fundamentos Antropológicos	60	4	-
1	60055	Geometria Analítica	60	4	-
1	60110	Cálculo I	60	4	-
1	60170	Técnicas Experimentais	60	4	-
1	60049	Química Básica	60	4	-
2	10029	América Latina: História e Atualidade	60	4	-
2	10074	Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem	60	4	-
2	60111	Cálculo II (Obs. 1)	60	4	60110
2	61073	Física Calor (Obs. 2)	60	4	60110
2	60197	Física-Mecânica	90	6	60110
30010 - Laboratório de Produção de Textos (Obs. 4) ou 31100 - Exame de Proficiência em Língua Portuguesa (Obs. 4)					
3	10046	Políticas Educacionais (Obs. 3)	*	4	12 créditos
3	60198	Gravitação, Ondas e Mecânica dos Fluidos	60	4	60197
3	61074	Elettricidade I	60	4	60197
3	60112	Cálculo III	60	4	60111, 60055
3	62060	Físico-Química I	60	4	61073
3	60123	Informática na Educação, Matemática e Física	60	4	10074
4	10174	A América Latina e o Desenvolvimento Sustentável	60	4	-
4	60113	Cálculo IV	60	4	60112
4	60122	Equações Diferenciais	60	4	60112
4	61075	Elettricidade II	60	4	61074
4	60199	Mecânica Clássica	60	4	60197, 60112
4	10188	Metodologia de Ensino de Física I (Obs.5)	*	4	60198, 61073
5	70061	Laboratório de Instrumentação Eletroeletrônica	30	2	61075
5	60201	Física Relativística	30	2	61075
5	60202	Mecânica Estatística	60	4	61073, 60122
5	60203	Mecânica Quântica	60	4	60122, 60113
5	61067	Ótica	60	4	61075, 60198
5	10190	Prática de Ensino em Nível Médio I - Física (Obs.6)	*	6	80 créditos
5	61060	Introdução a Astrofísica	60	4	60198
6	60204	Física do Estado Sólido	60	4	60203
6	60045	Física Aplicada E	60	4	70061
6	79012	Teoria Eletromagnética	60	4	61075, 60113
6	10189	Metodologia de Ensino de Física II (Obs. 5)	*	4	61067
6		Disciplina Optativa	60	4	-
6	60196	Origens e Evolução da Física	60	4	110 créditos
7	60205	Física Nuclear	60	4	60203
7	10191	Prática de Ensino em Nível Médio II - Física (Obs. 6)	*	6	10190
7	10178	Filosofia da Ciência	60	4	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 1	60	4	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 1	90	6	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
7	60053	Trabalho de Conclusão	120	8	124 créditos

8	60195	Tópicos de Física Contemporânea	60	4	60203
8	10010	Ética Geral	60	4	–
8	.....	Específica da Opção 1	*	6	20038
8	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
8	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
8		Disciplina de Livre Escolha	60	4	–
Opção 1: Instrumentalização para o Ensino de Ciências (Obs. 9)					110 créditos
7	60133	Introdução ao Sistema Terra	60	4	110 créditos
7	20038	Laboratório de Ciências	90	6	110 créditos
8	10182	Prática de Ensino III - Ciências (Obs. 7)	*	6	20038
Opção 2: Produção de Material Instrucional com recursos computacionais (Obs. 8 e 9)					110 créditos
7	60063	Computação Algébrica	60	4	110 créditos
8	60064	Técnicas de Ensino via Computador	60	4	110 créditos
7	60193	Simulação Computacional I	60	4	110 créditos
8	60194	Simulação Computacional II	60	4	60193

* Veja páginas 35 e 36.

Observações

1. Sugere-se cursar simultaneamente ou antes de Física-Mecânica.
2. Sugere-se cursar simultaneamente ou após a disciplina Física-Mecânica.
3. Nessa disciplina, o aluno deverá dispor de 30 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 60 h-a na Universidade.
4. Ao ter concluído 70 créditos, o aluno deverá ter sido aprovado no exame de proficiência em Língua Portuguesa ou ter cursado a disciplina Laboratório de Produção de Textos como pré-requisito para matrícula nas disciplinas seguintes.
5. Nessas disciplinas, o aluno deverá dispor de 40 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 60 h-a na Universidade.
6. Nessas disciplinas, o aluno deverá dispor de 60 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 60 h-a na Universidade.
7. Nessas disciplinas, o aluno deverá dispor de 60 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 90 h-a na Universidade.
8. Para os alunos que escolherem a Opção 2, recomenda-se que tenham familiaridade com uma linguagem de programação como Basic ou outra mais avançada.
9. Ao concluir 110 créditos, o aluno deverá escolher uma das Opções. O diplomado que desejar fazer também a outra Opção, deverá cursar, adicionalmente, os créditos que a ela correspondem.

Carga horária total do curso: 2850 h-a + 60 h-a de Atividades Complementares + 230 h-a de atividades de prática de ensino nas escolas.

Número total de créditos: 190

Disciplina optativa e disciplina de livre escolha

Como parte da proposta de flexibilização dos currículos de graduação da nova LDB, incluiu-se no plano curricular do curso de Licenciatura em Física uma disciplina optativa e uma de livre escolha. As disciplinas optativas, listadas no quadro abaixo, pretendem proporcionar ao aluno complementar sua formação técnica e humanística. A disciplina de livre escolha, por sua vez, oportuniza ao aluno decidir e buscar o conhecimento que considerar mais necessário ou desejável para complementar a sua formação.

CÓDIGO	DISCIPLINAS OPTATIVAS	CRÉD.	PRÉ-REQUISITO
10064	*Sociologia da Educação	4	-
21018	Biologia Geral	4	
30021	*Inglês Instrumental para Ciências Exatas	4	-
60206	Introdução à Bioastronomia	4	61060
60119	*Álgebra Linear	4	60055
60125	*Astronomia de Posição	4	-
60126	*Introdução à Biofísica	4	61074
63107	*Fund. Matem. p/ Contr. e Automação Industrial	4	60122
65051	*Algoritmos	4	-

* Disciplinas comuns a outros cursos

Atividades complementares

Em conformidade com a sugestão da Comissão de Especialistas do MEC, prevê-se a valorização de atividades acadêmicas extraclasse. No currículo serão obrigatórias 60 h-a de atividades complementares.

O quadro que segue mostra as atividades complementares e o número máximo de h-a correspondentes.

Atividades complementares	Nº máx. de h-a
Cursos de extensão	20
Monitoria	20
Cursos de especialização que atendam a legislação do MEC	40
Atividades de iniciação científica	40
Premiação em trabalhos de pesquisa	40
Participação em palestras, seminários e eventos de natureza acadêmica	20
Apresentação de trabalhos em eventos de natureza acadêmica	30
Publicação de trabalhos em veículos com corpo editorial reconhecido	50
Viagens de estudo	20

Observação: Os critérios de pontuação serão estabelecidos pela Comissão de Coordenação do Curso. O aproveitamento de outras atividades será submetido ao Conselho de Centro.

Exame de Proficiência em Língua Portuguesa

O exame de proficiência em Língua Portuguesa servirá para testar a aptidão do aluno na leitura, interpretação, análise e redação de textos. Os alunos não aprovados, ou aqueles que se julgarem não preparados para prestar o exame, deverão cursar a disciplina Laboratório de Produção de Textos. Assim, o aluno poderá optar por realizar o Exame de Proficiência ou cursar a disciplina alternativa. Em qualquer um dos casos não serão contabilizados créditos.

A Proficiência em Língua Portuguesa ou a aprovação na disciplina Laboratório de Produção de Textos é condição necessária para prosseguir no curso, após a conclusão de 70 créditos. A partir daí, ocorrem as disciplinas, especialmente as que envolvem prática de ensino, que exigem, cada vez mais, a capacidade de expressão oral e escrita. Na disciplina Metodologia de Ensino de Física I, do 4º semestre, por exemplo, o aluno deverá desenvolver atividades práticas de física na forma de apresentações demonstrativas ou de experimentos em grupos, bem como elaborar, avaliar e reformular roteiros de experimentos e, ainda, redigir relatórios.

As normas para o Exame de Proficiência serão estabelecidas pelo Centro de Ciências da Comunicação (Centro 3), respeitadas as normas gerais da Universidade.

Recursos Didáticos e Tecnológicos

A Física é uma ciência que se caracteriza pela experimentação. Galileu é considerado o introdutor do método experimental na Física, acreditando que qualquer afirmativa relacionada com um fenômeno deveria estar fundamentada em experiências e em observações cuidadosas. Na virada do século XX, as concepções do antigo mestre ainda são consideradas essenciais para o bom entendimento e ensino da Física. Ao antigo filósofo e cientista, porém, jamais poderia ocorrer que



experimentos, como, por exemplo, o da torre de Pisa, pudessem ser simulados em uma máquina ou que uma experiência concreta pudesse ser analisada, com representação gráfica e tratamento estatístico dos dados, com a maior facilidade através de uma interface acoplada ao computador. Tanto a Física clássica quanto a contemporânea, presentes no nosso cotidiano ou não, deverão ser aprendidas e ensinadas, não só, mas também, com a utilização de recursos tecnológicos de última geração. Entendemos que deve haver um equilíbrio entre a utilização da simulação computacional e do laboratório tradicional. O manuseio de equipamentos de laboratório na montagem de experiências é muito importante para a formação do futuro profissional. Com essa preocupação, os laboratórios de ensino de Física passaram a ser reestruturados e reequipados a partir de 1998. Os laboratórios servem não apenas ao curso de Física, mas a todos os outros cursos que apresentam disciplinas básicas de Física em seus currículos. Entre esses cursos destacam-se os de Engenharia, com os quais o Curso de Licenciatura em Física possui disciplinas em comum. Tão importante quanto equipar os laboratórios tradicionais é equipar as nossas salas de aula com computadores para a utilização de *softwares* instrucionais do tipo MAPLE, MATHEMATICA, MODELLUS, entre outros.

Ressaltamos aqui a importância do Laboratório de Física e Instrumentação - LAFI - criado junto ao antigo Departamento de Física em 1986, quando foi reativada a Licenciatura em Física na Universidade, para dar suporte às disciplinas de Física e Instrumentação, até hoje comuns aos cursos de Física e Matemática. Durante mais de dez anos foram desenvolvidos vários projetos de pesquisa em Ensino de Física no LAFI com Bolsas de Iniciação Científica concedidas pela FAPERGS e UNISINOS para alunos da Matemática, Física e Biologia. O material instrucional resultante dessas atividades está sendo e continuará a ser utilizado, especialmente nas disciplinas que envolvem prática de ensino no Curso de Licenciatura em Física. Além disso, pretende-se que o LAFI continue desempenhando o papel de articulador com a comunidade escolar externa, através do qual o nosso aluno, participando de projetos de pesquisa, encontros, cursos de extensão, etc., possa se inserir gradativamente na vida profissional.



ANEXO B – Currículo

O plano curricular com periodização, seqüência, pré-requisitos e créditos, deste projeto de Revisão Curricular, apresenta-se no quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Plano Curricular do Curso de Licenciatura em Física

SEQ	Nº	DISCIPLINAS	h-aula	CRÉD	PRÉ-REQUISITO
1	11128	Fundamentos Antropológicos	60	4	–
1	60055	Geometria Analítica	60	4	–
1	60110	Cálculo I	60	4	–
1	60170	Técnicas Experimentais	60	4	–
1	60049	Química Básica	60	4	–
2	10029	América Latina: História e Atualidade	60	4	–
2	10074	Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem	60	4	–
2	60111	Cálculo II (Obs. 1)	60	4	60110
2	61073	Física Calor (Obs. 2)	60	4	60110
2	60197	Física-Mecânica	90	6	60110
30010 - Laboratório de Produção de Textos (Obs. 4) ou 31100 - Exame de Proficiência em Língua Portuguesa (Obs. 4)					
3	10046	Políticas Educacionais (Obs. 3)	*	4	12 créditos
3	60198	Gravitação, Ondas e Mecânica dos Fluidos	60	4	60197
3	61074	Eletricidade I	60	4	60197
3	60112	Cálculo III	60	4	60111; 60055
3	62060	Físico-Química I	60	4	61073
3	60123	Informática na Educação, Matemática e Física	60	4	10074
4	10174	A América Latina e o Desenvolvimento Sustentável	60	4	–
4	60113	Cálculo IV	60	4	60112
4	60122	Equações Diferenciais	60	4	60112
4	61075	Eletricidade II	60	4	61074
4	60199	Mecânica Clássica	60	4	60197; 60112
4	10188	Metodologia de Ensino de Física I (Obs.5)	*	4	60198; 61073
5	70061	Laboratório de Instrumentação Eletroeletrônica	30	2	61075
5	60201	Física Relativística	30	2	61075
5	60202	Mecânica Estatística	60	4	61073; 60122
5	60203	Mecânica Quântica	60	4	60122; 60113
5	61067	Ótica	60	4	61075; 60198
5	10190	Prática de Ensino em Nível Médio I - Física (Obs.6)	*	6	80 créditos
5	61060	Introdução à Astrofísica	60	4	60198
6	60204	Física do Estado Sólido	60	4	60203
6	60045	Física Aplicada E	60	4	70061
6	79012	Teoria Eletromagnética	60	4	61075; 60113
6	10189	Metodologia de Ensino de Física II (Obs. 5)	*	4	61067
6		Disciplina Optativa	60	4	–
6	60196	Origens e Evolução da Física	60	4	110 créditos
7	60205	Física Nuclear	60	4	60203
7	10191	Prática de Ensino em Nível Médio II - Física (Obs. 6)	*	6	10190
7	10178	Filosofia da Ciência	60	4	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 1	60	4	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 1	90	6	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
7	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
7	60053	Trabalho de Conclusão	120	8	124 créditos

8	60195	Tópicos de Física Contemporânea	60	4	60203
8	10010	Ética Geral	60	4	—
8	.....	Específica da Opção 1	*	6	20038
8	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
8	.....	Específica da Opção 2	60	4	110 créditos
8	.....	Disciplina de Livre Escolha	60	4	—
Opção 1: Instrumentalização para o Ensino de Ciências (Obs. 9)					110 créditos
7	60133	Introdução ao Sistema Terra	60	4	110 créditos
7	20038	Laboratório de Ciências	90	6	110 créditos
8	10182	Prática de Ensino III - Ciências (Obs. 7)	*	6	20038
Opção 2: Produção de Material Instrucional com recursos computacionais (Obs. 8 e 9)					110 créditos
7	60063	Computação Algébrica	60	4	110 créditos
8	60064	Técnicas de Ensino via Computador	60	4	110 créditos
7	60193	Simulação Computacional I	60	4	110 créditos
8	60194	Simulação Computacional II	60	4	60193

* Veja páginas 35 e 36.

Observações

1. Sugere-se cursar simultaneamente ou antes de Física-Mecânica.
2. Sugere-se cursar simultaneamente ou após a disciplina Física-Mecânica.
3. Nessa disciplina, o aluno deverá dispor de 30 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 60 h-a na Universidade.
4. Ao ter concluído 70 créditos, o aluno deverá ter sido aprovado no exame de proficiência em Língua Portuguesa ou ter cursado a disciplina Laboratório de Produção de Textos como pré-requisito para matrícula nas disciplinas seguintes.
5. Nessas disciplinas, o aluno deverá dispor de 40 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 60 h-a na Universidade.
6. Nessas disciplinas, o aluno deverá dispor de 60 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 60 h-a na Universidade.
7. Nessas disciplinas, o aluno deverá dispor de 60 h-a no semestre para realização de atividades na escola, além das 90 h-a na Universidade.
8. Para os alunos que escolherem a Opção 2, recomenda-se que tenham familiaridade com uma linguagem de programação como Basic ou outra mais avançada.
9. Ao concluir 110 créditos, o aluno deverá escolher uma das Opções. O diplomado que desejar fazer também a outra Opção, deverá cursar, adicionalmente, os créditos que a ela correspondem.

Carga horária total do curso: 2850 h-a + 60 h-a de Atividades Complementares + 230 h-a de atividades de prática de ensino nas escolas.

Número total de créditos: 190

ANEXO C – Caracterização da Disciplina Metodologia de Ensino de Física I em 2005-1

PRÓ-REITORIA DE ENSINO E PESQUISA
DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO ACADÊMICA
CARACTERIZAÇÃO DE DISCIPLINA

Identificação

Disciplina: 10188 - Metodologia de Ensino de Física I

Ano/semestre: 2005/1

Créditos acadêmicos: 4

Horas aula: 100

Teóricas: 60

Práticas: 40

Centro: 1 - Centro de Ciências Humanas

Área de conhecimento e aplicação: 112 - Educação

Identificação sumária dos conteúdos

- Metodologia de ensino de Física.
- A experimentação em física como recurso didático-pedagógico.
- Experiências e atividades de manipulação de material concreto, centradas no estudo da mecânica da partícula, dos corpos rígidos, dos fluidos e da gravitação.
- Elaboração de roteiros e de relatórios de atividades experimentais.

Objetivos da disciplina

- Selecionar fenômenos físicos da mecânica e da Termodinâmica que apresentem interesse para o ensino fundamental e médio.
- Planejar e desenvolver atividades experimentais que envolvam esses fenômenos, interpretando teorias e leis que os descrevam.
- Conduzir, em escola de nível fundamental ou médio, as atividades planejadas, mediante a interação com os alunos, com vistas à construção dos conhecimentos em mecânica. Interagir com a realidade da escola, buscando aproveitar os recursos por elas oferecidos e influir, com criatividade, na implementação de recursos alternativos.

Exigências prévias de conhecimentos e habilidades

1. **DE CONHECIMENTOS:** Noções de metodologias de ensino de Física. Conhecer os princípios básicos da mecânica da partícula, dos corpos rígidos, dos fluidos e da gravitação, bem como da Calorimetria e da Termodinâmica.

2. **DE HABILIDADES:** Manusear corretamente equipamentos de laboratório e trabalhar com recursos da informática. Planejar situações de ensino e aprendizagem.

Padrões mínimos de desempenho

1. **DE CONTEÚDOS:** Selecionar e planejar experimentos compatíveis com os conteúdos e o nível cognitivo dos estudantes. Avaliar os resultados e apresentá-los em relatórios com formato de publicação.
2. **DE HABILIDADES:** Elaborar, avaliar e reformular roteiros de experimentos. Redigir relatórios. Manipular material concreto na realização de experiências. Desenvolver atividades práticas de física na forma de apresentações demonstrativas ou de experimentos em grupos.

Conteúdos programáticos

1. **Cinemática:** Movimentos Uni e Bidimensionais.
2. **Dinâmica:** Leis de Newton.
3. **Energia e Momento:** Energia. Momento Linear. Momento Angular. Princípios de Conservação: da Energia, do Momento Linear e do Momento Angular.
4. **Termometria:** temperatura. Termômetros. Escalas termométricas.
5. **Dilatação térmica:** dilatação dos sólidos e dos líquidos. Comportamento dos gases.
6. **Calor:** Calor como forma de energia. Fontes de calor. Transferência de calor. Capacidade térmica. calor específico.
7. **Mudanças de fase:** Calor latente. Influência da pressão na temperatura de mudança de fase.
8. **Termodinâmica:** As leis da Termodinâmica. Entropia.
9. **Estática de fluidos:** Pressão. Princípio de Pascal. Princípio de Arquimedes.
10. **Dinâmica de fluidos:** vazão. Equação da continuidade. Equação de Bernoulli.
11. **Gravitação universal:** Os sistemas geo e heliocêntrico. As leis de Kepler. O sistema solar. A lei da gravitação universal de Newton. Órbitas, planetas e satélites. Variações da aceleração da gravidade. As estações do ano. As fases da lua. Os eclipses. As marés.

Metodologias, técnicas e recursos de ensino e de avaliação de aprendizagem

1. **METODOLOGIAS DE ENSINO:** 60 h-aula na UNISINOS para preparar e organizar os experimentos, sua apresentação e o material didático correspondente, sob a orientação do professor. 40 h-aula nas escolas de ensino fundamental e médio para desenvolver as atividades práticas previamente planejadas, com a assessoria do professor.
2. **AValiação de Aprendizagem:** Planejamento e execução dos experimentos. Material didático elaborado para as aulas práticas. Relatório das atividades desenvolvidas. Fichas de acompanhamento.
3. **RECURSOS DIDÁTICOS E TECNOLÓGICOS RECOMENDADOS:** Laboratórios de física, material e equipamentos de laboratório. Programas educacionais para computador e outros recursos tecnológicos disponíveis nas escolas.

Bibliografia básica

LUZ, Antônio Máximo R. da.; ÁLVARES, Beatriz A. **Curso de física**. 4.ed. São Paulo: Scipione, 2000. v.1. 392p.

_____. **Curso de física**. 4.ed. São Paulo: Scipione, 2000. v. 2. 906p.

MOREIRA, Marco Antônio; LEWANDOWSKI, Carlos Ernesto. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: da Universidade, 1983. 117p.

Bibliografia complementar

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan G. **Construindo o conhecimento: Uma abordagem para o ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1988. 127p.

CADERNO CATARINENSE DE ENSINO DE FÍSICA. Departamento de Física - UFSC. Campus Universitário - Trindade, Florianópolis - SC

ANEXO D - Cronograma da disciplina

ÁREA DE CONHECIMENTO E APLICAÇÃO: 112 – Educação

DISCIPLINA: 10188 – Metodologia de ensino de Física I

OBJETIVOS:

Selecionar fenômenos físicos da mecânica e da termodinâmica que apresentem interesse para o ensino fundamental e médio.

Planejar e desenvolver atividades experimentais que envolvam esses fenômenos, interpretando teorias e leis que o descrevam.

Visitar escolas de nível fundamental ou médio, com o fim de conhecer o laboratório de Física, assistir aulas de laboratório ministradas pelos professores de Física. Interagir com a realidade da escola, buscando aproveitar os recursos por elas oferecidos e influir, com criatividade, na implementação de recursos alternativos.

Número de créditos: 04

Carga horária da disciplina: 60 horas-aula – UNISINOS

40 horas-aula – Escolas

CRONOGRAMA PARA EXECUÇÃO DO PROGRAMA – 2004/1

AULA	ASSUNTO
1 ^a – 17/02	Apresentação da disciplina. Distribuição de tarefas.
2 ^a – 24/02	Feriado
3 ^a – 02/03	Comunicação das experiências a serem apresentadas
4 ^a – 09/03	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Cinemática e dinâmica
5 ^a – 16/03	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Cinemática e dinâmica
6 ^a – 23/03	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Energia e momento
7 ^a – 30/03	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Energia e momento
8 ^a – 06/04	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Termometria e Dilatação térmica
9 ^a – 13/04	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Termometria e Dilatação térmica
10 ^a – 20/04	Prova A (sobre os conteúdos das aulas anteriores)
11 ^a – 27/04	Comunicação do Grau A. Planejamento de oficinas no ensino fundamental e médio.
12 ^a – 04/05	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Calor e mudanças de fase
13 ^a – 11/05	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Termodinâmica e Estática dos fluidos
14 ^a – 18/05	Apresentação de experimentos e entrega de relatórios: Dinâmica dos fluidos e Gravitação Universal
15 ^a – 25/05	Discussão dos experimentos que serão realizados nas oficinas.
16 ^a – 01/06	Oficina: Ensino fundamental
17 ^a – 08/06	Oficina: Ensino médio
18 ^a – 15/06	Prova B (abrangendo todo o conteúdo da disciplina)
19 ^a – 22/06	Aula síntese e Comunicação do grau B
20 ^a – 29/06	Integralização do grau C

AVALIAÇÃO:

Serão realizadas duas provas, conforme o cronograma. As atividades experimentais serão avaliadas a partir de seu planejamento, de sua apresentação em sala de aula, do seu relatório e, também, através de fichas de acompanhamento.

Grau A: Resulta da média ponderada da prova A (peso 5), da atividade experimental (peso 5)

Grau B: Resulta da média ponderada da prova B (peso 4), da atividade experimental (peso 4) e da oficina (peso 2)

Tendo em vista que as atividades experimentais são consideradas essenciais e não passíveis

de recuperação, o Grau C será resultante da média ponderada do resultado da prova de substituição/recuperação realizada na 20ª semana com peso, conforme esteja sendo substituído o Grau A (peso 5) ou o Grau B (peso 4), e do resultado da avaliação das atividades experimentais, já apurado durante o semestre e mantido com seu peso original.

BIBLIOGRAFIA:

LUZ, Antônio Máximo R da; ÁLVARES, Beatriz A. **Curso de Física**. 4.ed., São Paulo: Scipione, 2000, volumes 1 e 2.

MOREIRA, Marco Antônio; LEWANDOWKI, Carlos Ernesto. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Da Universidade, 1983.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan G. **Construindo o Conhecimento**: Uma abordagem para o ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1988.

ANEXO E – MODELO DE RELATÓRIO DE UM GRUPO APRESENTADO EM 2004/1

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
METODOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA I

MÁQUINAS TÉRMICAS

Alunos:

TURMA 33

17/05/2004

Fundamentos teóricos

Máquinas térmicas são dispositivos que convertem calor em trabalho, e vice-versa: por exemplo máquinas a vapor, motores a explosão, refrigerados, etc.

Se todo o calor absorvido por uma máquina térmica fosse integralmente transformado em trabalho, teríamos o caso ideal de rendimento cem por cento. Mas a experiência mostra que isto não é possível, o que constitui o Segundo Princípio da Termodinâmica.

Enunciado de Clausius

"O calor só pode passar, espontaneamente, de um corpo de maior para outro de menor temperatura."

Enunciado de Kelvin

"É impossível construir uma máquina térmica que, operando em ciclo, extraia calor de uma fonte e o transforme integralmente em trabalho."

Ciclo de Carnot: Ciclo teórico que permite o maior rendimento entre as máquinas térmicas. Onde Q_1 é a quantidade de calor extraída da fonte quente e Q_2 é a quantidade de calor perdido para o meio, o rendimento de um ciclo é dado por:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Carnot mostrou que o máximo rendimento possível entre duas temperaturas T_1 e T_2 , depende exclusivamente dessas temperaturas, independentemente da natureza do sistema que percorre o ciclo, isto é:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \text{ou} \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Se $T_2 = 0$, isto é, zero absoluto, teoricamente teríamos rendimento 100%. Disponível em: <http://www.fisica.net/vestibular/resumos/termodinamica.php>

Sem máquinas térmicas não teríamos nenhuma força motriz para os automóveis, caminhões etc, pois motores a gasolina, álcool e Diesel são máquinas térmicas. Todos os motores de combustão interna são máquinas que liberam calor. Aviões a jato são máquinas de calor. A potência nuclear é simplesmente usada como fonte de calor em turbinas a vapor, a fim de produzirem eletricidade. Examinando-se, cuidadosamente, a imensa maioria dos engenhos de que utilizamos, percebemos que são máquinas de calor. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala17/17_09.asp>

EXPERIÊNCIA

OBJETIVO: Demonstrar o funcionamento e aplicação de uma máquina a vapor através de um modelo didático.

MATERIAIS:

MATERIAL	OBSERVAÇÕES
1 lata de óleo de soja	
1 cano metálico	Quanto mais fino melhor
1 circulo de papelão	De 10cm de diâmetro
8 retângulos metálicos ou plásticos	De diâmetro 5cm x 3cm para servir de pás para a turbina
1 eixo metálico	Ex. uma agulha de tricô
Madeiras, pregos e suporte metálico	2 com aproximadamente 20cm x 4cm e 1 com 20cm x 20cm, para a construção dos suportes

Durepox , água e fonte de calor	
---------------------------------	--

PROCEDIMENTOS:

1. Faça um furo com um prego na lata de óleo e retire o produto, dimensione este furo para que caiba exatamente o cano metálico. Insira o cano e vede bem com o durepox formando uma espécie de caldeira.
2. No círculo do papelão faça cortes simétricos ao longo do perímetro para acoplar as pás, e fure o centro para passar o eixo afim de construir uma turbina, veja a figura 1.
3. Monte uma armação de madeira conforme a figura 2 e encaixe a turbina.
4. Pelo cano insira na lata de óleo 200ml de água e coloque a lata horizontalmente sobre a fonte de calor.
5. Em frente à saída do cano, também horizontal, coloque a turbina. Sua montagem deve ficar semelhante a da Figura 3.

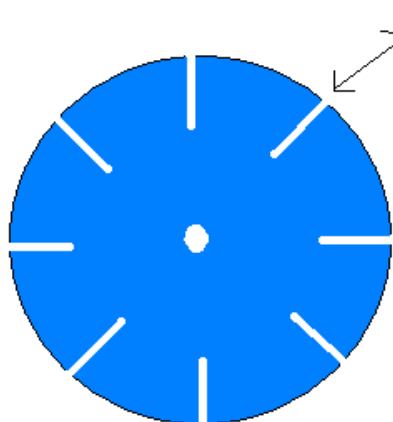


Figura 1

COLOQUE EM CADA
UM DOS CORTE OS
8 RETÂNGULOS

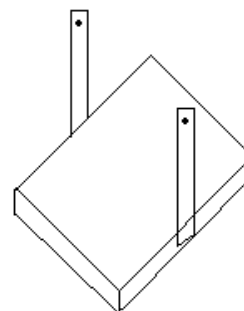


Figura 2

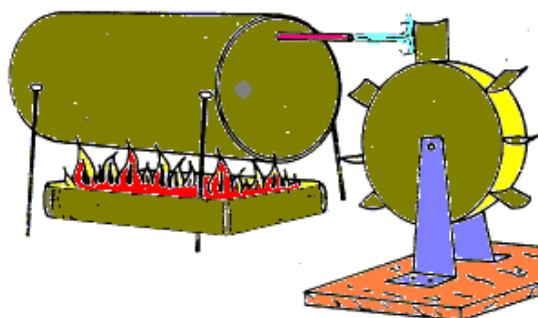


Figura 3

Fonte: Feira de ciências

Questões:

1. Por que a pressão dentro da lata aumenta?
2. Que transformação de energia está envolvida no processo?
3. É válida a utilização de máquinas térmicas na obtenção de energia elétrica? De que forma isto é possível.

Obs.: Quando a água começar a ferver veremos um jato de vapor saindo pelo cano. No caso do cano ser muito grosso é preciso esmagar um pouco a ponta para o jato de vapor sair com mais pressão fazendo a turbina girar.

Cuidados que se deve tomar ao fazer esta experiência:

1. Tomar cuidado com a fonte de calor.
2. Não aquecer demais a lata para não elevar demasiadamente a pressão no seu interior
3. A lata aquece bastante um simples toque nela pode causar uma grande queimadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, J. **Fundamentos de física-1: mecânica**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995. 330p.

FEIRA DE CIÊNCIAS.08-Maquinas Térmicas. Disponível em:
<http://www.feiradeciencias.com.br/sala08> . Acesso em: 17 mai 2004.

FISICA.NET. Termodinâmica. Disponível em:
<http://www.terra.com.br/fisicanet/cursos/termodinamica/termodinamica.html>. Acesso em: 17 mai 2004.

ANEXO F – QUESTIONÁRIO 1

DADOS BIOGRÁFICOS

Data de Nascimento __/__/__ Sexo _____
 Semestre do curso: _____
 Lecionas Física? _____ Se, sim para quais séries: _____

QUESTIONÁRIO - 1

- 1) Na sua visão, o que é ciência?
- 2) O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a física, a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?
- 3) O que é um experimento?
- 4) O desenvolvimento do conhecimento científico **requer** experimentos?
 - a) Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.
 - b) Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.
- 5) Livros-texto de ciência freqüentemente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras), com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando ao redor daquele núcleo.
 - a) Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca da estrutura do átomo?
 - b) Que evidências específicas, ou tipos de evidências, **você pensa** que os cientistas utilizaram para determinar com que um átomo se parece?
- 6) Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode transformar-se?
 - a) Se você acredita que as teorias científicas não mudam, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos.
 - b) Se você acredita que as teorias científicas de fato mudam. Explique por que as teorias mudam.
 - c) Explique porque nós nos preocupamos em aprender teorias científicas, considerando que as teorias que aprendemos poderão mudar. Defenda sua resposta com exemplos.
- 7) Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos os dinossauros se extinguiram. Entre as hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, duas gozam de maior apoio. A primeira formulada por um grupo de cientistas, sugere que um imenso meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e acarretou uma série de eventos que causou a extinção. A segunda hipótese, formulada por um outro grupo de cientistas, sugere que grandes e violentas erupções vulcânicas foram responsáveis pela extinção. Como essas **conclusões diferentes** são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso a e **utilizaram o mesmo conjunto de dados** para obter suas conclusões?
- 8) Os cientistas realizaram experimentos/investigações científicas quando estão tentando encontrar respostas para as questões que eles propuseram. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações?
 - a) Se sim, então em que estágio das investigações você acredita que os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade: projeto e planejamento, coleta de dados; após a coleta de dados? Por favor, explique por que os cientistas usam a imaginação e a criatividade. Forneça exemplos se for apropriado.
 - b) Se você acredita que os cientistas não usam a imaginação e a criatividade, por favor, explique por que. Forneça exemplos se for apropriado.
- 9) Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a

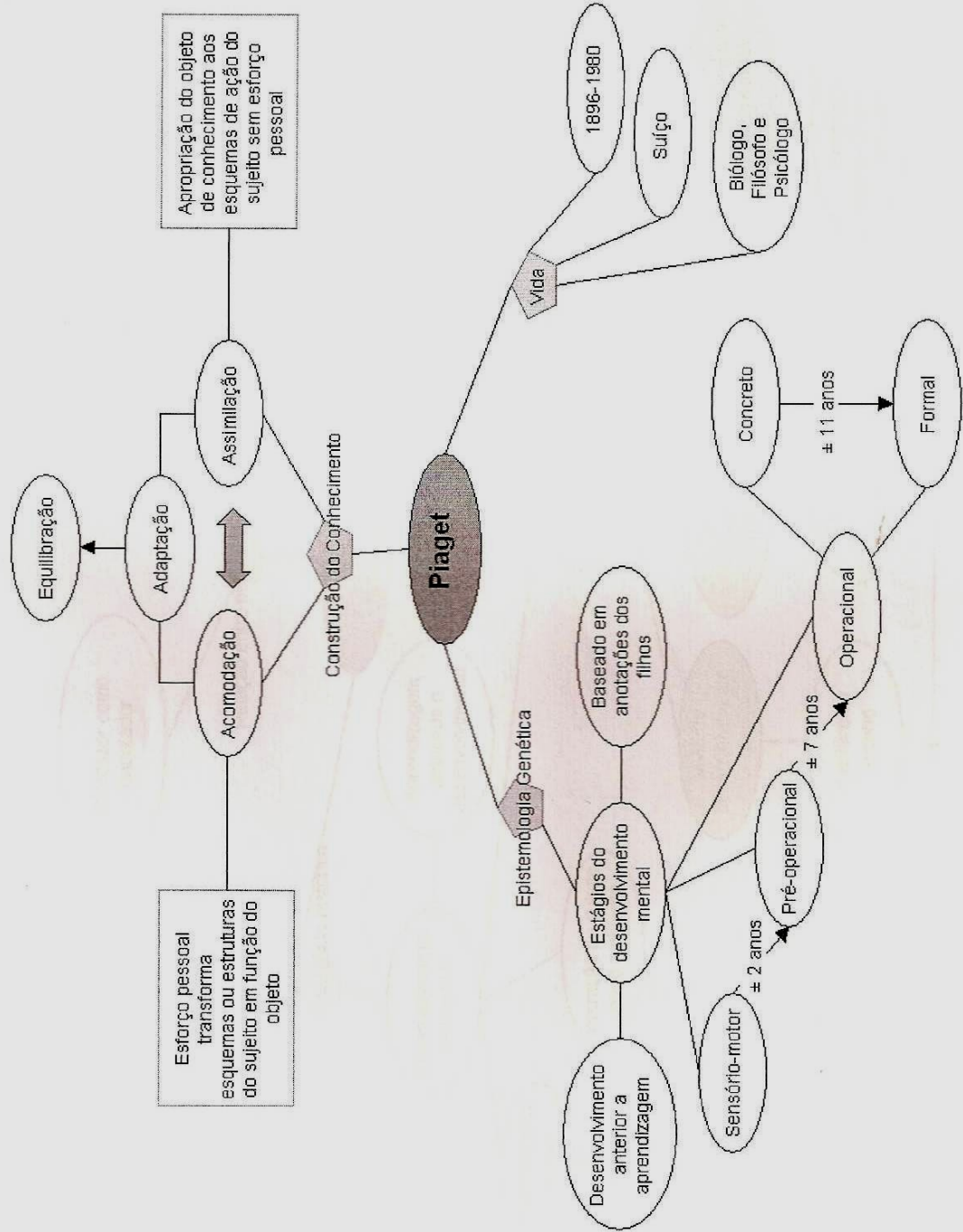
ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

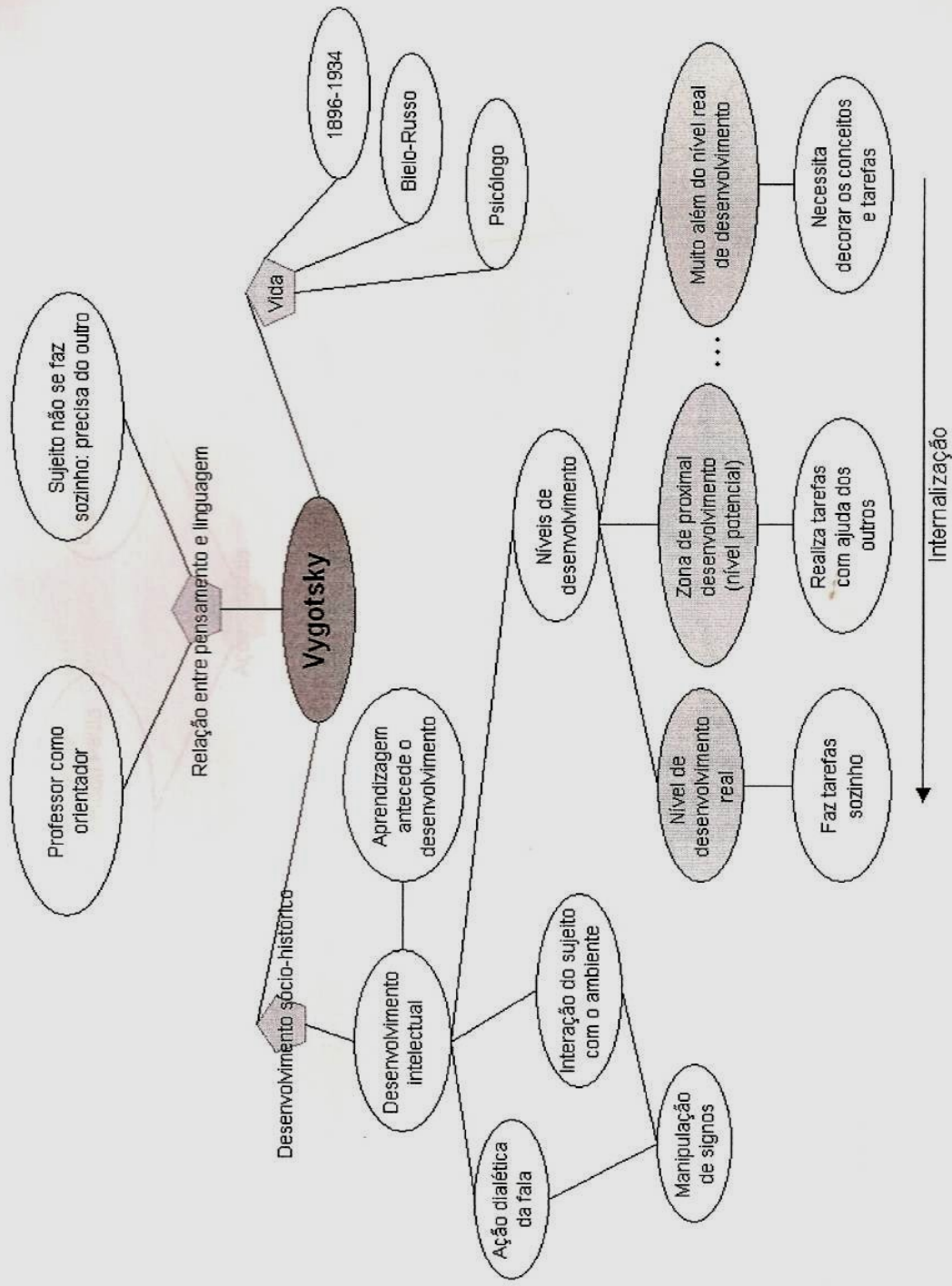
b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

ANEXO G –Mapas conceituais elaborados pelos alunos em 2005/1

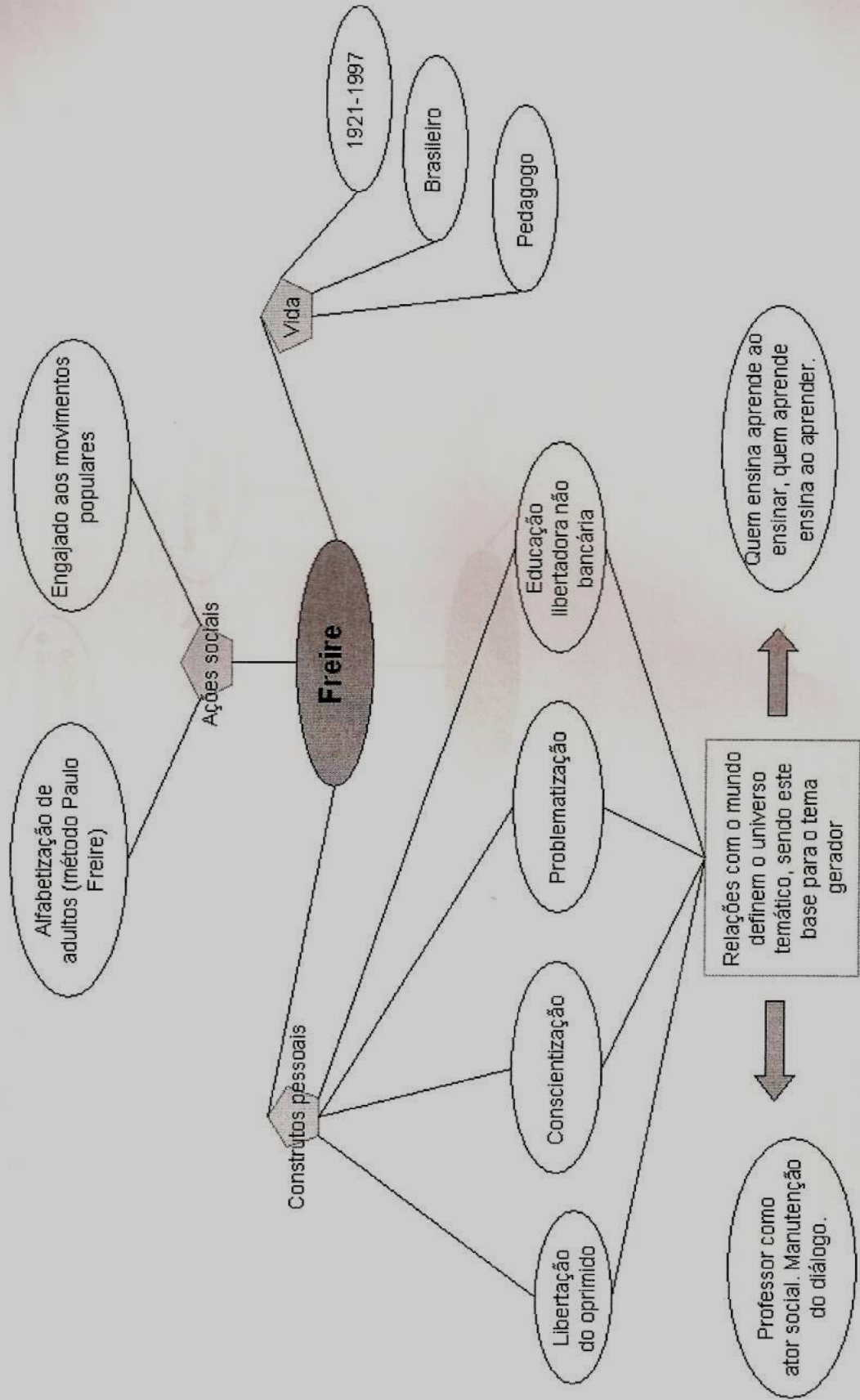
Jean Piaget



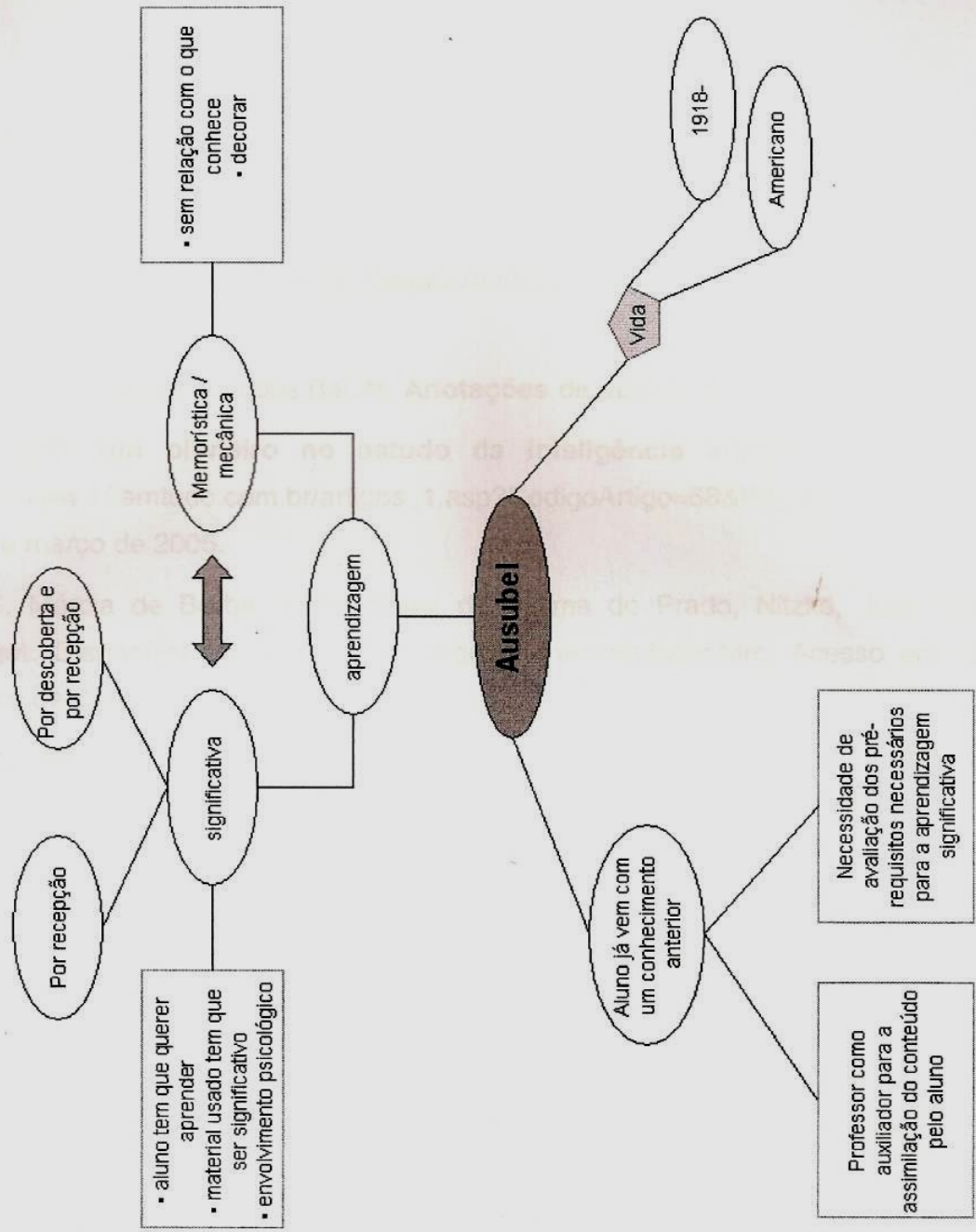
Lev S. Vygotsky



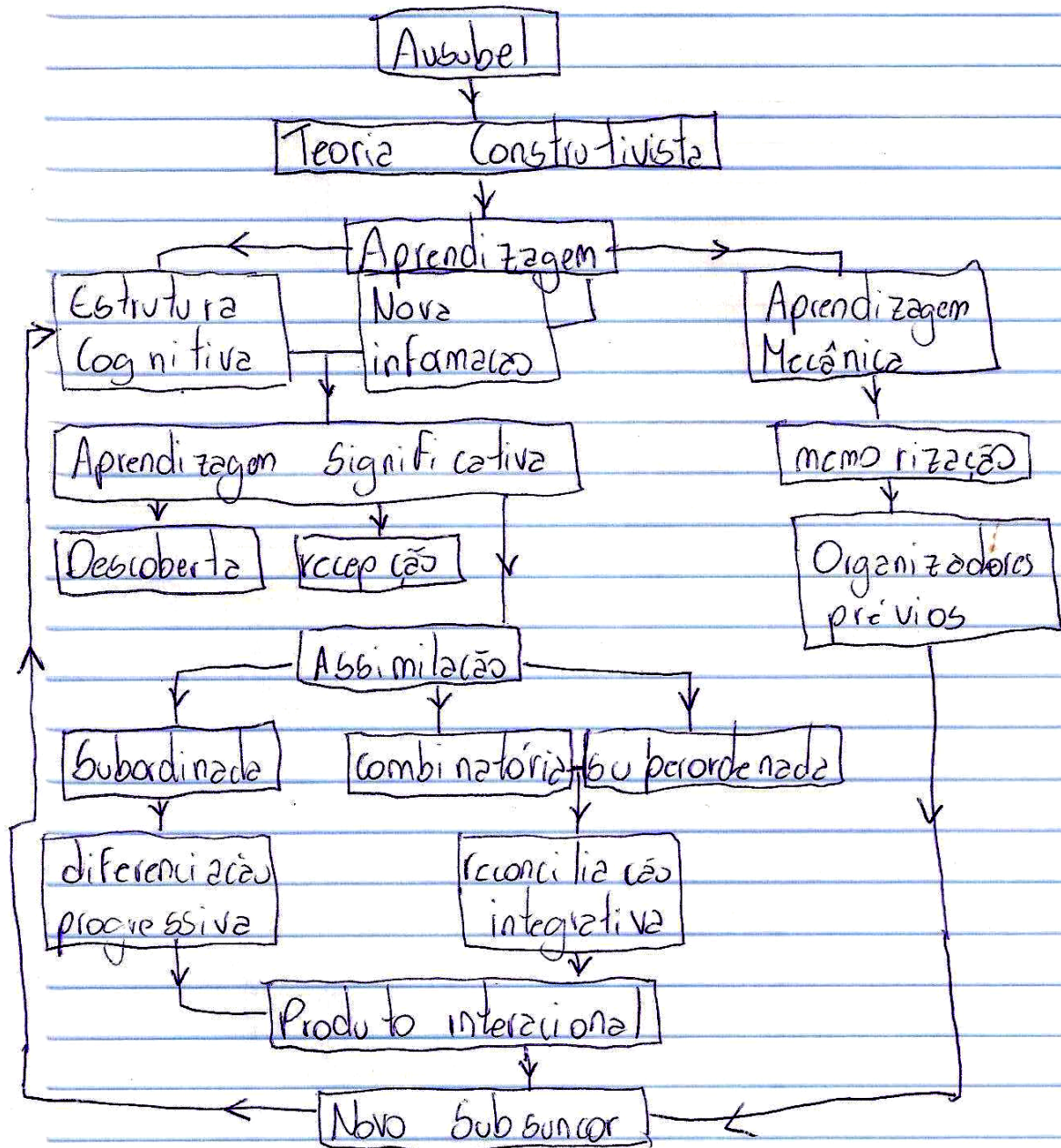
Paulo Freire

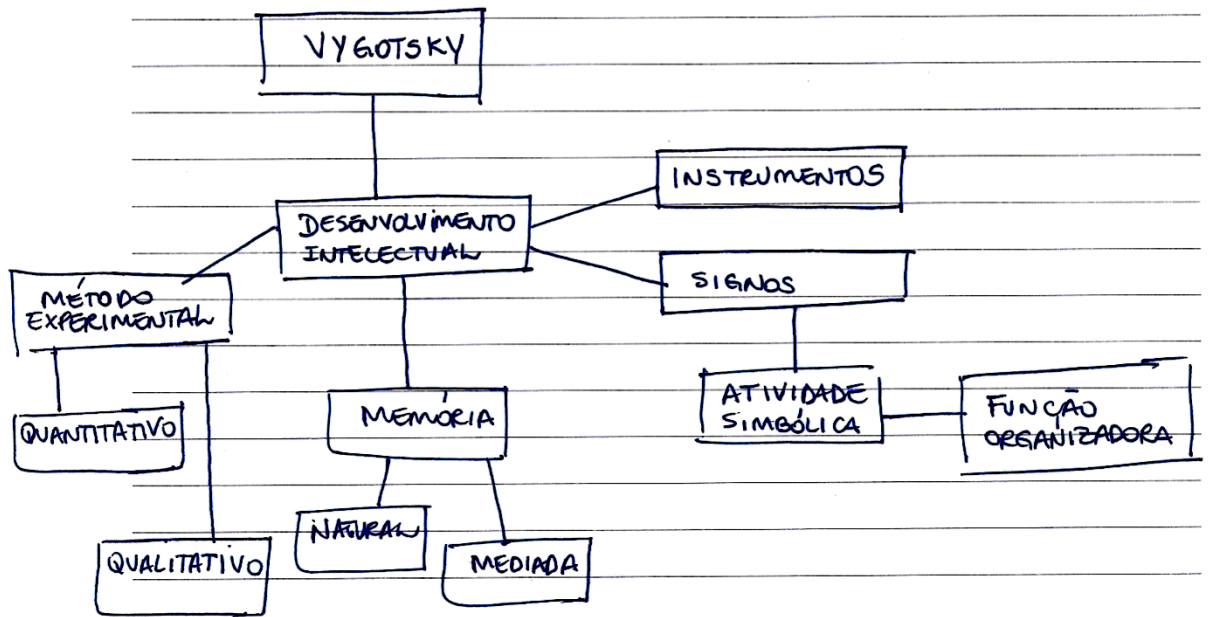
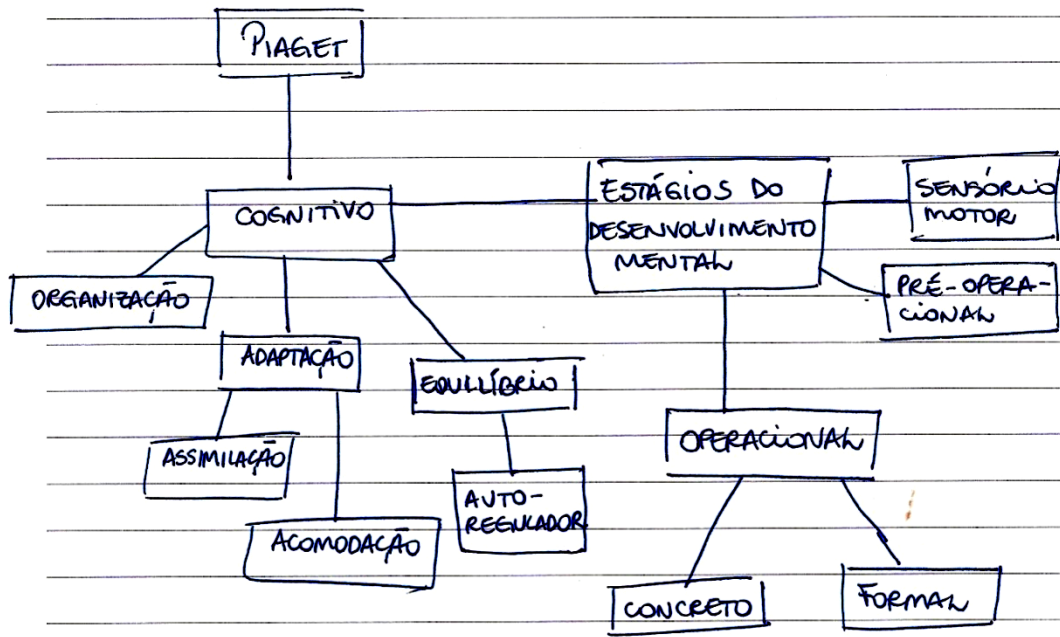


David Paul Ausubel



Mapeamento conceitual de Ausubel





ANEXO H - Questões sobre o método científico

- a) Como os livros didáticos veiculam a visão de método científico?
- b) Como Chalmers contesta a visão empirista-indutivista em seus três primeiros capítulos do livro O que é ciência afinal? CHALMERS, A. F. O que é ciências afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.
- c) De que forma prevalece a visão empirista-indutivista de ciências nos PCN's?
- d) Entrevistar dois professores, um de Física (ensino médio) e outro de Ciências (ensino fundamental) e verificar sua postura frente a visão empirista-indutivista.

Fonte: Mestrado Profissional em ensino de Física. Adaptado de questionário aplicado na Disciplina História e epistemologia no ensino de Física em 2003.

ANEXO I – Questões sobre a epistemologia de Popper

Referência para as respostas do questionário:

A filosofia da ciência de Karl Popper: O racionalismo crítico. (SILVEIRA, 1996, p.197-218)

a) De que forma é possível salvar uma teoria da refutação?

b) Quais são as críticas que Popper fez ao critério de demarcação positivista, a verificabilidade, e que critério ele propôs?

c) O que é a teoria do balde mental? Porque Popper a considera falsa? Como Popper denomina a sua teoria do conhecimento? Como pode ser sintetizada a teoria do conhecimento popperiano?

Fonte: Mestrado Profissional em ensino de Física. Disciplina: História e epistemologia no ensino de Física.

ANEXO J – Planilha com as respostas aos questionários 1 e 2

QUESTIONÁRIO 1

Questão 1: Na sua visão, o que é ciência?

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Na minha visão, ciência é o estudo da descoberta. É ela que investiga as teorias antes de serem colocadas em prática, ou seja, ela experimenta os fatos.	2	Ciência é, na minha visão, a metodologia da invenção de relações que conectam fenômenos naturais e, envolvendo nesse processo, a tentativa de redução a princípios primeiros a fim de buscar a razão das coisas serem como são.	5
Na minha visão, ciência é tudo que o homem consegue capturar, manipular e desenvolver a nível de conhecimento de um ponto de vista objetivo.	1	Ciência é um processo de investigação dos processos e objetos de nosso mundo, onde busca-se um aumento no conhecimento da humanidade.	2
Ciência para mim é o estudo e a pesquisa de um acontecimento de forma racional, buscando a sua exploração de forma exata.	1	Ciência é a investigação sobre determinado assunto, com o objetivo de se encontrar suas características e classifica-lo.	2
Ciência é o estudo de tudo o que acontece na natureza (plantas, animais, homem), e todos os fenômenos da natureza. A ciência pode ser comprovada através de experimentos.	3	Na minha visão ciência é algo que está em constante modificação. Algo criado através de revoluções científicas no decorrer dos anos, por vários teóricos, cientistas, para comprovar fatos evidentes para eles.	4
É a ciência que estuda todos os fenômenos que atuam na natureza.	5	Ciência é uma atividade humana que busca compreender as supostas leis que regem uma ordem de comportamento da natureza.	4
A ciência, no meu ver, é apenas um setor do conhecimento humano baseado no axioma “apenas o que é perceptível aos sentidos é científico e digno de análise”. E que essa análise deve ser feita a partir da lógica, através do já fundamento “método científico”. Considerando como “sentidos” não apenas os sentidos humanos, mas também suas aprimorações (aparelhagens, etc.).	1	Na minha opinião a ciência pode ser definida como um conjunto de idéias aceitas ao menos pela maior parte dos cientistas, sendo que muitas idéias aceitas hoje pelo meio científico são refutadas por alguns grupos, idéias estas testadas e utilizadas como base de estudo para a compreensão de fenômenos observados na natureza, no macro ou no micro cosmos.	4
No meu ponto de vista é uma palavra com um sentido bem amplo, que caracteriza o estudo aprofundado do homem na formação de um conjunto de idéias sobre um determinado assunto.	4	A ciência, do meu ponto de vista, é uma área de conhecimento preocupada em entender e explicar racionalmente as coisas, os fenômenos, enfim, buscando soluções para problemas não esclarecidos, tratamento e cura de doenças.	4
É o estudo do meio físico, químico e biológico. É o estudo do que as “coisas” são como são e por que são de determinada maneira. Para mim ciência é a busca pelo conhecimento completo do “mundo” que nos rodeia.	4	Ciência é uma tentativa que algumas pessoas (cientistas) fazem de retratar a realidade. Nunca é definitiva, pois o que é aceito hoje pode não ser amanhã. É resultado de trabalho coletivo e sua evolução se dá de forma lenta e gradativa.	4
É toda e qualquer “investigação” embasada em descobertas anteriores e em postuladas, deduções, etc. ... que contribuem para evolução em todas as formas de conhecimento.	4	Conjunto organizado de conhecimentos relativos a um determinado objeto, especialmente os obtidos mediante a observação, a experiência dos fatos e um método próprio. Também é um saber que se adquire pela leitura e meditação.	1
Ciência é disciplina que estuda determinado fenômeno relacionando-os com causa e efeito.	4	A ciência é uma construção do ser humano e toda a evolução é baseada no conhecimento humano.	5
No meu ponto de vista, há duas formas de interpretar: a maneira mais definida e pela qual as pessoas entendem do que estamos falando é a ciência exata, física, química, matemática.	4	Ciência é o conhecimento. Conjunto de conhecimentos adquiridos ou produzidos, acumulados com o tempo, dotados de universalidade e objetividade que permitem sua	3

Associa-se com experimentos, pesquisa de campo, laboratórios, descobertas que podem melhorar a vida das pessoas em termos de saúde, tecnologia avançada, etc. Mas ciência pode também ser o conjunto de informações sobre algum assunto, incluindo o detalhamento de cada item. Daí “brotam” Ciência Humanas, Ciências Exatas e Ciências Econômicas.		transmissão, e estruturados com métodos, teorias e linguagens próprias, que visam compreender e orientar a natureza e as atividades humanas.	
Ciência é o estudo de alguma coisa, como por exemplo a clonagem de seres vivos atualmente animais e no futuro quem sabe humana. Os avanços tecnológicos giram tudo ao redor da ciência.	2	É o conjunto de conhecimentos adquiridos através de leituras, pesquisas, experimentos. Ciência é pesquisa, é busca por conhecimentos, por descobertas,...	2
Ciência é um conjunto de informações, idéias, experiências, pesquisas de um dado ramo de conhecimento. É a aglutinação de informações de diversas áreas da investigação humana, tanto nos fenômenos da natureza, no estudo da vida, , do pensamento e até mesmo do comportamento humano.	4	Investigação de alguma coisa baseada em teorias e fundamentos que podem comprova-la ou testa-la de maneira que possa ser continuada desde que tenha alguma falha inicialmente ou não foi totalmente comprovada, definida. Ciência é reflexão de valores sociais e culturais de cada época.	3
É o estudo de fenômenos (determinados) verificando suas causas, conseqüências, que determinam situações específica.	4	Na minha visão, ciência é tudo aquilo que investiga, estuda e questiona determinados assuntos. É o conhecimento exato e racional de determinados fatos.	2
É o que estuda os meios físicos, químicos e biológicos.	5	É uma disciplina que trata de fenômenos naturais ou não	5
Ciência na minha visão é um conjunto de estudos realizados sobre assuntos diversos que se baseia em defender teorias com base em comprovação, prática e experiências.	1	Para mim ciência é o estudo dos acontecimentos existentes (físicos e naturais) como também o desenvolvimento de conhecimento para facilitar da vida humana.	4
Ciência envolve pesquisa, metodologia, hipóteses e conclusões em relação a determinadas áreas de estudo. Física é uma ciência como matemática, química, filosofia, religião, direito, arquitetura, etc. ...também o são, pois todas essas áreas envolvem os parâmetros acima descritos. A ciência deve se basear em estudos concretos e está sempre em mutação, pois novas e dinâmicas áreas de estudo estão sempre aparecendo a partir de outras.	1	Ciência, além de ser a interpretação dos fenômenos naturais, é a descoberta do novo, o estudo histórico de física, química, etc, mas não como verdades absolutas, tudo sendo possível de questionamentos.	4
Ciência faz parte do nosso dia a dia ela esta relacionada com tudo o que fazemos e o que somos.	5		
É o estudo dos fenômenos naturais.	4		

Questão 2: O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a física, a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Se diferencia pelo fato de suas “investigações” sobre um determinado assunto se comprovarem, primeiro na teoria e logo após na prática.	1	O que torna a ciência diferente das outras várias formas de investigação é o fato da testabilidade, ou seja uma teoria pode ser refutada quando colocada a prova em testes científicos.	1
O que difere a ciência das outras atividades humanas é a conjugação de seu caráter lógico – dedutivo com a possibilidade de uma comprovação empírica através de	2	A ciência ou outra disciplina científica, são passíveis de comprovação, modificação, seus fatos podem ser comprovados na prática, algo que não ocorre com a religião, filosofia, etc.	1

experiências.			
O principal fator que torna a ciência diferente das outras formas de investigação é que ela busca a compreensão dos acontecimento de forma racional e exato, abstendo-se de credo e de opiniões particulares, tornando-se desta forma neutro e separado dos acontecimentos externos.	5	A ciência (Física, Biologia, Química,...) é inconstante, a qualquer momento pode haver queda ou surgimento de alguma teoria; ou seja, ela não está acabada, nem pronta. Já a Religião e a Filosofia se baseiam em teorias prontas e acabadas, também não há busca pela sua comprovação como há nas Ciências.	1
Ela é algo mais exato, algo que pode ser provado através de um experimento. Não é somente uma dedução teórica. Além disso, a ciência estuda, investiga, deduz na prática as suas teorias, algo que não é possível na filosofia.	2	Ela se encontra visualmente no nosso dia a dia, ela possui uma teoria e uma prática ao alcance dos olhos, é mais concreta. As outras formas de investigação fica mais em discussões, em teoria, na crença de cada um.	1
O que torna a ciência (física, biologia,...) diferente de religião, filosofia, é que os cientistas teóricos ou experimentais, formulam enunciados e depois os verificam, formulam hipóteses que podem ser comprovadas através de experimentos, muito ao contrário de filósofos, que não tem como comprovar o que dizem.	2	O principal fator que diferencia a ciência das outras atividades humanas é, em meu acordo, a existência da possibilidade de testar empiricamente suas teorias. Todo conteúdo informativo de uma teoria científica pode ser testado de forma concreta (material), ou seja, podemos observar com os sentidos a partir de determinado enunciado e comparar para saber sua aplicabilidade.	2
Difere-se apenas pela fundamentação (axiomas distintos), visto que filosofia e religião também se utilizam da lógica, não vejo outra distinção.	5	Acredito que a principal diferença esta no fato que áreas como física e biologia entre outras, estudam fatos reais e existentes, enquanto que filosofia e religião tratam de assuntos metafísicos.	5
É difícil definir, poderia dizer que busca explicar coisas concretas. Mas então me deparo com a matemática que muitas vezes é extremamente abstrata, ou com a física que as vezes é mais intuitiva do que lógica, mas talvez a resposta esteja no fato de que estas disciplinas científicas não busquem problematizar ou mistificar os fenômenos da vida e sim torná-los previsíveis e lógicos, mesmo que o caminho para isso seja muitas vezes o abstrato intuição.	5	A ciência se diferencia da religião, principalmente por não apresentar intermediários nem revelações. Outra diferença consiste no objetivo da ciência, que é a de compreender e tentar controlar a natureza, e para isso precisa ser eficiente, as leis e princípios devem funcionar. Na ciência, as palavras tem um significado preciso, restrito, não podem dar margem a interpretações. Na religião e filosofia, ocorre justamente o contrário, as palavras ou frases estão carregadas de símbolos e significados, de múltiplos sentidos.	1
É que ciência é a matéria, os fenômenos,... ;ou seja, coisas que sabemos que existem fisicamente, para entendê-las, utilizá-las, aperfeiçoá-las, etc. Enquanto religião, filosofia... estuda o comportamento humano, hipóteses de experiências, etc. Enquanto a ciência investiga e prova, as "ciências humanas" divagam, questionam...	5	A objetividade e inflexibilidade na busca de respostas concretas que interpretem os acontecimentos naturais e mesmo os artificiais são características da ciência, já as demais formas de investigação não são tão focadas, por lidarem com temas abstratos, não sujeitos a pesquisas empíricas ou busca a respostas objetivas.	1
O fato de podermos através dela ter a explicação de vários acontecimentos do nosso cotidiano, como: porque a maçaneta da porta é gelada no inverno? A ciência nos dá muitas respostas que outras formas de investigações não nos da.	1	A ciência é uma revolução científica que abrange as disciplinas científicas como a física e a biologia que difere das disciplinas da filosofia e religião. Pois a física requer uma base de teoria fundamentada em experimentos práticos enquanto a filosofia estuda basicamente a teoria.	2
A ciência é diferente de outras disciplinas no aspecto de relacionar a causa com o efeito e podendo se fazer o experimento para analisá-lo.	2	A capacidade que estas têm de serem demonstradas na prática,ou seja que experimentos comprovem a parte teórica.	2
Do meu ponto de vista, a ciência necessita de uma análise prévia, experimentos, comprovações por teoria e prática de que algo é assim porque responde desta forma á	2	Acredito que seja o vinculo com o experimental, ou seja, a ciência busca descrever situações que são observadas, ou prevê-las, tudo isso em termos quantitativos diferente da religião que possui	2

experiência. Em cima, ela é primeiro experimentado para depois ser escrita teoricamente, matematicamente. As demais ciências são imaginadas, teorizadas, escritas por um ou mais "intelectuais" que pregam aquela forma de pensar e agir, que indicam princípios. Ou seja, ela é primeiro escrita e entendida para ser posta em prática (se possível) depois.		caráter fundamentalista a ciência sempre põe a prova suas teorias, seja pelo método experimental ou mesmo teórico. Já a filosofia tem, certamente, o mesmo objetivo das pesquisas científicas, ou seja: buscar a verdade e, atualmente, vincula suas convicções aos dados experimentais obtidos pela física, por exemplo. Porém, a filosofia, não se preocupa com quantidades específicas de dados, mas sim reflete sobre a real significância de todos eles em contexto global que seja passível de redução aos três princípios da lógica (permissão de cognoscitividade).	
A ciência de certa maneira se restringi mais no "palpável", na parte objetiva, ou melhor dizendo, ver para crer. Enquanto que outras formas de investigação (religião, filosofia) que também não deixam de ser ciência, se de tem mais em idéias abstratos.	3	Vejo a ciência exata diferente da religião ou filosofia por causa da maneira diferente de tratar e investigar as coisas. As ciências exatas baseiam-se no concreto, no palpável, enquanto que a religião considera o espírito, o místico, o milagre.	1
A ciência se torna uma disciplina científica porque usa experiências para comprovar as leis no qual gira o funcionamento motores elétricos, hidráulicos, enquanto que a filosofia se baseia basicamente em teorias.	2	Ela difere das outras por tentar racionalizar as idéias e abster-se de opiniões ao verificar os fatos e tentar dar uma resposta imparcial.	1
A necessidade de sua comprovação; de uma demonstração que valide a descoberta.	1	É o fato dela ser racional, onde o conhecimento pode ser verificado.	1
A resposta. O ponto de vista. Disciplinas como física, biologia tem respostas limitadas, mais específicas. Já religião, filosofia abre margem a discussões e diferentes opiniões e respostas.	5	A ciência é diferente de outras formas de investigação, pois ela possui teorias que tem fundamentos e podem ser comprovadas ou melhoradas a partir de um dado levantado (conhecimento)	1
Acho que a diferença principal esta no fato de se tentar montar modelos onde se podem explicar os fenômenos com base em comprovação e testes, não só com fé ou se baseando em Deus, por exemplo.	2	A ciência é uma disciplina que tem respostas mais exatas e utiliza métodos experimentais, é uma disciplina objetiva; já a religião e a filosofia abrangem respostas mais amplas influenciadas por diferentes culturas	2
Que nelas descobrimos os porquês que aqueles acontecimentos ocorrem daquela forma, e não simplesmente dizemos o fato, através da ciência explicamos com cálculos e teorias o porquê que um acontecimento do dia a dia se realiza daquela maneira.	2	Religião, filosofia, é ficar pensando no que aconteceu, sobre a existência do mundo, na vida. Já a ciência é diferente, pois estudamos também o que outros já descobriram, porém com uma visão de questionamentos, com entusiasmo de podermos fazer novas descobertas á partir das já existentes.	1
Acredito que a religião também pode ser considerada uma ciência quando parte de uma investigação séria, podem se comprovar seus resultados continuamente.	3		
O método utilizado o qual é feito através de experimentos que sustentam uma teoria.	2		

Questão 3: O que é um experimento

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
É uma forma prática de textualizar um conhecimento seja este humano ou científico, este tem como principal ferramenta a visualização e a participação dos alunos	4	É um teste tanto físico como mental de algo, ou seja posso desenvolver um experimento de forma científica ou realizá-la de forma mental.	4
É um ato que seria comprovar uma teoria que prevê tal comportamento para determinados corpos em dadas condições;	1	É a utilização de algum material prático, baseado em um estudo prévio buscando a comprovação ou entendimento de alguma teoria	1

ou ainda simplesmente tirar da observação do experimento alguma lei de comportamento			
É a tentativa de comprovar uma teoria sobre um determinado tema	1	É a verificação que utiliza métodos científicos para a obtenção de respostas	1
É investigar, testar uma teoria. Mostrar na prática uma teoria suposta por “alguém”.	2	É a forma de mostrar como tal teoria pode ser válida ou melhorada.	1
Se eu tenho um enunciado ou uma hipótese, posso comprovar sua veracidade através de algum experimento, ou seja, se eu tenho uma teoria, posso aplica-la na prática	1	É uma experiência ou um ensaio científico que tem por objetivo a verificação de relações entre determinados fatos	1
Muitas vezes é o caminho artificial para se chegar a resolução sobre fenômenos reais	4	É algo que comprova, que é realizado para tentar comprovar um fato deduzido por “alguém”. Mostra na prática uma teoria proposta teoricamente.	1
É a produção de um evento inédito ou não, que tem por objetivo analisar o processo e os resultados desse evento, a luz do método científico, é claro	3	Um experimento é um método de observação (empírico) que visa testar as informações de uma teoria	2
É um processo prático para testar, com uma finalidade específica, seja ela pedagógica ou comprobatória, pelo qual podemos estudar, testar e utilizar os resultados para tirar as conclusões adequadas à finalidade inicial. Para isso servem os experimentos, tanto no processo de aprendizagem (por exemplo Universidade, escola) como no dia-a-dia (Polícia científica, teste de DNA, exames clínicos)	2	É a produção de um evento a fim de observar resultados. Pode ou não ser feito em busca de um resultado esperado, ultimamente, na física, os experimentos todos têm sido produzidos após a existência de uma teoria que o preceda justificando sua realização pela espera de algum resultado, que é, geralmente, a confirmação de uma teoria. Pois a física teórica tem se desenvolvido muito mais que a física experimental, pois essa segunda envolve gigantescas limitações de engenharia e é muito mais dependente de investimentos econômicos, o que permite então o desenvolvimento da física teórica ser maior que o da experimental.	4
É a realização prática da teoria. É poder ver na prática aquilo que na teoria aprendemos, aquilo que nos foi dito que aconteceria.	2	É a verificação de determinada teoria, analisando certo fenômeno descrito por esta, de forma qualitativa e quantitativamente.	2
É um instrumento prático utilizado para provar (ou não) determinada teoria. Também utilizamos experimentos em sala de aula para demonstrar de maneira mais clara e próxima da realidade dos alunos, as leis e teorias físicas	1	Um experimento é um artifício usado para testar teorias ou reforçá-las de maneira mais didática em sala de aula ao estudante. O experimento tem papel essencial na ciência, por ser a chave entre as teorias e a prática.	2
É uma experiência realizada com determinados materiais para se demonstrar que determinada teoria tem fundamento relacionando a causa e o efeito	2	É um método para análise e teste de teorias, através do qual de forma prática e concreta as teorias aceitas pelo meio científico são testadas e comprovadas.	3
É realizar algum procedimento usando aparelhos para comprovar as leis da Física	2	É colocar a teoria na prática. É fazer o aluno ver um fenômeno, ver a coisa acontecer.	2
É uma investigação e/ou demonstração de um fato teórico, ou até mesmo a comprovação deste fato, que pode na maioria das vezes ter brotado até de ciências de investigações filosóficas, menos palpáveis e mais abstratas	1	É um conjunto de atividade que põem os alunos em contato direto com o mundo físico. É como se fosse uma generalização de um fenômeno, geralmente em condições ideais.	2
É uma forma de demonstrar um fenômeno, efeito, descoberta.	2	É um ensaio científico destinado a verificação de um fenômeno físico.	1
É algo que verifica e comprova determinada situação, fenômeno, acontecimento.	1	É a comprovação da teoria, que pode ser demonstrada de uma forma prática, para validar esta teoria.	1
Para mim é uma maneira didática que é usada para clarear a visão do aluno sobre	4	O experimento é uma forma de verificarmos se o que está escrito, o que foi descoberto por outros é	1

um conteúdo. Um bom artifício que relaciona coisas práticas com a teoria		verdade, se funciona.	
É a verificação prática de uma teoria proposta	1	Um experimento é uma forma de se descobrir, entender e/ou explicar fenômenos. Ao se construir um experimento e ao utilizá-lo, podemos entender o seu funcionamento, enriquecer os conhecimentos que tínhamos a respeito do conhecimento envolvido nele, elaborar questionamentos, relacionar seu conteúdo teórico com fatos do dia-a-dia.	2
É uma demonstração e explicação dos fenômenos da natureza	2		
É uma comprovação de uma teoria que se baseia em medidas	1		

Questão n. 4: O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos?

a) **Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.**

b) **Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.**

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Requer experimentos para que um projeto possa ser aperfeiçoado com as tentativas, que as vezes fracassam, mas nem por isso podem ser consideradas inúteis. Telégrafo, o inventor antes de concluir seu projeto reunir o seu conhecimento sobre eletromagnetismo e ondas e com o passar do tempo com vários experimentos conseguiu concluir o seu projeto.	2	Creio que sim, quando se realiza um experimento tem-se um contato com o acontecimento o que aproxima o aluno a matéria relacionada. Por exemplo os alunos tem uma aprendizagem mais significativa quando estão estudando o assunto de queda livre ao realizar-se o experimento de Galileu de soltar dois corpos de diferentes massas da mesma altura.	1
Sim. A teoria de que a luz se propagava através de um meio chamado éter foi derrubada por um experimento no início do século XX?. Esta teoria era considerada parte do conhecimento científico da época, mas surgiram experimentos que ela não explicava, por isso foi derrubada ou falseada e substituída por outra que explica mais situações que ela, ou seja, se desenvolveu aí o conhecimento científico.	2	Em minha opinião sim; pois, só através do experimento poderemos verificar a veracidade de novas teorias, assim como também descobri-las. É só observar a história da evolução científica para verificar isto (a maioria das teorias foram elaboradas a partir de observações de fenômenos). Como exemplo podemos citar a teoria do movimento de queda dos corpos, elaborado e comprovado por Galileu.	1
É necessária a utilização de experimentos, pois desta forma pode-se mostrar na prática os conhecimentos melhorando então a compreensão do estudo. Um bom exemplo seria a pressão atmosférica, pois todos os seres estão sujeitos a ela, mas não percebemos.	1	Sim, deve-se realizar experimentos para verificar respostas e desenvolver teorias.	1
Acho que sim. Quando a pessoa está desenvolvendo um conhecimento científico, ela não pode simplesmente afirmar que determinado fato ocorre na "natureza". Ela precisa comprovar esse fato e isso ocorre através de experimentos. Exemplo: Não é possível afirmar (ou não foi) que a velocidade da luz no ar é de 3×10^8 m/s, sem isso ter sido analisado em um laboratório e comprovado cientificamente	1	Acredito que sim, pois toda a teoria científica precisa ser testada de forma concreta e analítica, e a experimentação científica vem a comprovar teorias ou apontar possíveis falhas ou inconsistências, que podem invalidar a teoria analisada ou viabilizar o seu aperfeiçoamento.	1
Sim, requer experimento, pois a ciência pode e deve ser comprovada. Física é ciência e tudo que faz parte da física, todos os fenômenos da natureza que aprendemos e ensinamos podem ser comprovados através de	1	Sim, pois de nada vale uma teoria que não possui alguma evidência que a comprove. Como justificativa temos a comprovação da Teoria de Relatividade Geral de Einstein a qual propôs que um raio de luz era desviado quando passasse	1

experiência, assim como, biologia, química, etc. Com experimentos fica mais fácil ser compreendido. Até posso tentar aprender ciência sem experimento, mas isso ficaria só na imaginação.		próximo a um corpo massivo. Foi sua comprovação através do eclipse de 1920 que consolidou como válida, tornando-a uma das principais teorias de nossa atualidade.	
Não. A teoria dos números na matemática, por exemplo, baseia-se apenas em fundamentos primitivos e a lógica é mesma assim é considerada uma ciência (pelo menos para mim) e diversos outros ramos da matemática não necessitam de experimentos, mas se fecham em si mesmos.	3	O seu desenvolvimento não, a sua comprovação sim. O desenvolvimento do conhecimento científico não requer experimento, pois ele é feito através de teorias não comprovadas cientificamente	3
Experimentos enriquecem o conhecimento científico, pois são como a reprise de um determinado fenômeno, que muitas vezes ensinam pelo leque de resultados aproximados ou não que podem orientar o quanto sistemático vem a ser a experiência em questão.	1	Acredito que o conhecimento científico necessite de experimentos. Acredito que as teorias necessitam deles para serem refutadas ou aceitas. O conhecimento científico não deve ser baseado apenas nos experimentos, mas usá-lo para testar as teorias é importantíssimo.	1
Nem sempre requer experimento. Muitas vezes não é possível realizar experimentos que possam comprovar o conhecimento obtido pois este é muito abstrato. Desta forma, o experimento é em alguns momentos uma forma, dentre outras, de consolidar e maturar o conhecimento obtido.	4	Na verdade não é que não requer experimentos, acho que eles são extremamente importantes, que a auxiliam muito e são muito esclarecedores, mas acho que mesmo sem eles o desenvolvimento do conhecimento científico é possível.	3
Acho que requer experimentos, pois ajuda a esclarecer dúvidas e até facilita o aprendizado. Um exemplo foi o que aprendi com a profa. Neiva com o trabalho dela de doutorado. Entendi muito mais fácil, algumas coisas, de eletricidade começando com o experimento e deduzindo a teoria, do que começando com a teoria e indo para a prática.	1	Não. Devemos em primeiro lugar começar a teoria, pois dois observadores diferentes podem tirar conclusões opostas no decorrer de um experimento.	3
Não, pois alguns cientistas defendem tal teoria e outros mais tarde podem aperfeiçoá-la modificando-a e demonstrando noutro momento era aceitável e que agora ela foi aperfeiçoada.	3	O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos porque somente a teoria não basta para um bom aprendizado.	1
Acho que sim, requer experimentos, pois é mais fácil compreender e “enxergar” a teoria tendo como base um experimento já feito. Isso vale desde que somos pequenos, pois uma criança já ouviu a mãe dizer que o forno é quente, que ela poderá se queimar se encostar a mão no forno, etc. Mas a criança terá realmente entendido que o calor do forno machuca, infelizmente, depois de se queimar. Quando ela for adulta ela já deverá ter aprendido que nem sempre é preciso sofrer, como no caso do forno, para aprender, mas ela pode se valer de experimentos seguros que permitam um melhor entendimento de algumas questões.	1	Sim e não. A ciência apenas começou a existir e se desenvolveu por possuir fins práticos (possíveis fins práticos para a física: a engenharia militar, engenharia elétrica, etc...). Logo poderíamos imaginar que o conhecimento científico baseia-se apenas em elementos concretos, buscando objetivos e aplicações práticas, mesmo que teleológicos (como a pesquisa em astrofísica poderia ser considerada também para fins práticos à longo prazo). Mas, ao menos na física, existe em tudo um respaldo filosófico, oriundo de suas origens, que a faz buscar sempre uma interpretação mais profunda do que simples dados numéricos com algum significado prático, interpretações que constituem, de fato, os alicerces da ciência, seus postulados, axiomas sem absolutamente nenhum vínculo experimental, mas pura e simplesmente a verdadeira “filosofia da ciência”.	4
Sim, porque sem fazermos experimentos não conseguimos na prática comprovar as leis da	1	Sim, pois, através dos experimentos a um conhecimento maior do fenômeno envolvido,	1

Física.		com isso permitindo a evolução científica.	
Não, temos o exemplo da Mecânica quântica, Teoria da relatividade que apesar de serem teorias sem base empírica são aceitas, mesmo se sabendo que algum dia elas podem mudar ou até mesmo serem totalmente descartadas.	3	Sim porque torna palpáveis conceitos abstratos. Se soubermos a velocidade de um corpo, por que não demonstrar que ele vai demorar um determinado tempo para percorrer uma distância previamente estabelecida?	1
Sim, pois torna a ciência mais palpável.	4	Não, desde que se prove que a teoria está correta.	
Sim, para que se comprove a teoria dada. A partir do experimento podemos verificar se ela é verdadeira, aperfeiçoa-la e corrigir possíveis erros. Um exemplo bem conhecido é a teoria da queda dos corpos. Aristóteles afirmava que corpos com massas diferentes adquiriam velocidades diferentes durante a queda. Galileu através de uma experiência prática desmentiu esta teoria e ainda descobriu a influência do ar na queda dos corpos.	1	Na maioria das vezes sim e algumas vezes não. Sim, porque enriquece a caminhada científica, conforme já foi mencionado, agrega-se mais valor e mais saber àquele assunto. Por exemplo, li num livro que num lançamento oblíquo o alcance máximo é obtido quando o ângulo de lançamento é de 45°. É possível simplesmente tentar entender lembrando deste postulado ou, sem compromisso, ao regar o jardim testar com a mangueira diferentes ângulos e ver com qual deles a água chega mais longe. Explica mais rapidamente, associa com uma situação vivida e cria uma memória visual que dificilmente será apagada. Alguns assuntos como mecânica quântica e física moderna não permitem uma gama de experimentos muito grande, então devem ser imaginados da melhor maneira possível e entendidos neste contexto.	4
Sim, porquê só demonstrando como ele ocorre para o aluno que ele consegue visualizar e entende o porquê daquele cálculo que o experimento científico gera.	1	Sim. Se não for colocada a prova, observacionalmente nada poderemos dizer sobre a aplicabilidade de uma teoria (do conhecimento).	1
Sim, porque desta maneira se pode colocar aprova as teorias e aprender mais com isso.	1	Sim, deve-se realizar experimentos para verificar respostas e desenvolver teorias	1
Sim, para um melhor entendimento a prática sempre ajuda. Às vezes somente a imaginação ajuda também.	4		
Sim, pois a teoria vem da realização de um experimento. O eletromagnetismo o qual só foi possível sua descoberta através de métodos científicos.	1		

Questão 5: Livros-texto de ciência freqüentemente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras), com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando ao redor daquele núcleo.

a) Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca da estrutura do átomo?

b) Que evidências específicas, ou tipos de evidências, você pensa que os cientistas utilizaram para determinar com que um átomo se parece?

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
a) Não há uma certeza absoluta acerca da estrutura do átomo, mas a estrutura como esta apresentada tende a estar correto, pois seguem-se várias outros projetos baseando-se nesta estrutura que dão certo, o que por si só já comprove um grau de confiabilidade. b) A evidencia que utilizaram é que não conseguiram reparar em menores partículas o átomo, visando o núcleo com os prótons, elétrons e nêutrons.	1	a) A física trata apenas de modelos, os modelos atuais (da mecânica quântica e da eletrodinâmica estocástica) que demonstram a estabilidade atômica a partir das três interações significativas para o problema são apenas modelos, não visam descrever a "realidade", mas apenas seu comportamento compatível com os dados experimentais e resultados teóricos. E ambos modelos o têm feito. b) Evidência experimentais.	3
a) O grau de certeza se reúne a uma região de	3	a) Esse exemplo usado no meu ver está bem	3

<p>maior probabilidade de se encontrar determinada partícula.</p> <p>b) Considerando que essas partículas atômicas possuem massa, então devem estar sujeitas as leis da gravitação universal; considerando também seus movimentos relativos e dadas proporções de distribuição das massas, compara-se assim a estrutura de um sistema como o Sistema Solar.</p>		
<p>a) O átomo é uma partícula pequena na qual esta em constante movimento o que não nos permite termos em livro texto uma total compreensão destes.</p> <p>b) A principal delas é através de experimentos.</p>	4	1
<p>a) A certeza daquilo que conseguiram analisar sobre a sua estrutura. O que foi comprovado cientificamente, que com certeza não é 100% correto.</p> <p>b) A analisa microscopia do átomo, para comprovar as descobertas já feitas inicialmente. Estas descobertas iniciais, acho que seriam suposições dos cientistas, através da análise do próprio átomo em contato com outros efeitos da natureza.</p>	1	1
<p>a) O cientista da época procurava defender uma teoria baseado no que ele achava e então se tivesse convicção e conseguisse demonstrar, ela poderia ser questionada ou não por outros que se não tivessem argumentos fortes para derrubá-la, então ela permaneceria em questão e ficaria valendo até que se provasse o contrário.</p> <p>b) Penso que eles tiveram em um momento do seu conhecimento ao realizar tal experimento, surgiu de repente da mente e ai então o utilizaram usando sua teoria baseada no fundamento do conhecimento ora adquirido e demonstrado.</p>	3	3
<p>a) Acredito que da “estrutura” propriamente dita não há certeza alguma, mas sim sobre a influencia que essa estrutura produz aos métodos de inferência aplicados permitindo, assim, a partir desses dados <u>especular</u> sobre sua real estrutura que, de fato, nem importa.</p> <p>b) Algumas empíricas e outras obtidas a partir de inferência matemáticas partindo de alguns dados básicos.</p>	2	1
<p>a) Eu imagino que seja o grau de certeza que experimentos laboratoriais possam propiciar, mesmo conhecendo o desenvolvimento tecnológico atual penso que o átomo seja algo</p>	3	3

<p>tão diminuto, de tão difícil estudo, que não sei responder se “certeza” e “teoria atômica” são palavras que encontram lugar na mesma oração.</p> <p>b) Acho que estou longe de conseguir suportar os recursos tecnológicos laboratoriais para tal estudo, mas do meu ponto de vista ignorante referente ao assunto suponho que seja através do estudo de materiais ionizados ou transformações químicas, algo que aponte de forma real o que a vasta intuição humana pode arquitetar.</p>		<p>b) Por não dominar o assunto posso apenas imaginar algo sobre como ocorreu o processo, desta forma posso hipoteticamente supor que ao observar elétrons livres em experimentos simples como atrito entre um metal e uma flanela de lã, notou-se a interatividade atômica, dessa forma os átomos eram formados por componentes que se atraíam e repeliam, acredito que através de cálculos matemáticos teóricos chegou-se em um modelo onde a atração dos elétrons com os prótons entravam em equilíbrio com a repulsão entre os elétrons, desta forma, baseado fundamentalmente em teorias físicas e matemáticas foi elaborada a teoria atômica.</p>	
<p>a) Não possuo certeza quanto a isto; pois, isto depende muito dos instrumentos utilizados para observá-lo (o que eu acho que ainda não seja completamente possível) e do seu comportamento.</p> <p>b) Creio que tenham sido relacionados ao seu comportamento eletrônico, a sua massa...</p>	4	<p>a) Acredito que depende do cientista e da leitura que ele faz de determinadas situações. Nem todas as pessoas têm a mesma capacidade de abstrair.</p> <p>b) Jamais li algo a respeito. Mas arriscaria que utilizaram comparações. Comparando o comportamento de uma carga elétrica negativa que se movimenta ao redor de uma carga positiva...</p>	3
<p>a) Acredito que 100%.</p> <p>b) A evidência de que...</p>	4	<p>a) Não sei dizer ao certo...</p> <p>b) Acredito que façam uso de experiências, tais simulações computacionais como laboratoriais, e a partir de teorias.</p>	3
<p>a) Acho que tem um grau razoável de certeza sobre a estrutura do átomo.</p> <p>b) Acho que relacionaram muita coisa, usaram fenômenos vistos na Quântica, usaram cálculos para determinar massa, cargas e ultimamente o microscópio por efeito túnel. Com base em tudo isso montaram um modelo.</p>	1	<p>a) Certeza absoluta não sei, se possuem devem ter se baseado em valores obtidos por outros cientistas e com esses valores existentes e com isso ter feito experiências próprias e ter chegado numa conclusão.</p> <p>b) Em dados obtidos por colegas cientistas e dados que eles obtiveram com base nesses dados penso que eles determinaram o átomo.</p>	1
<p>a) Na realidade, esta estrutura é um modelo que foi criado para estar de acordo com as expectativas e com as teorias que se têm sobre a constituição do átomo. Não posso afirmar que sei se os cientistas já viram um átomo.</p> <p>b) Os cientistas sabiam que no átomo há cargas positivas, negativas e neutras, em uma partícula que era, na primeira concepção, sem divisão, e foram criando novos modelos para esta estrutura, à medida em que novas descobertas estavam sendo feitas. Provavelmente o modelo que usamos se adapta às nossas necessidades de estudo.</p>	3	<p>a) O grau de certeza não ultrapassa os limites de uma probabilidade. Quanto mais detalhadamente podemos observar a posição de um elétron, menos detalhadamente podemos observar sua velocidade; e vice-versa. O princípio da incerteza é o que melhor descreve a estrutura atômica contemporaneamente.</p> <p>b) Para explicar o átomo há a teoria das forças fraca e forte que descreve, respectivamente, o não colapso do elétron com o núcleo e e a coesão entre os nêutrons e prótons que a força eletromagnética afastaria.</p>	4
<p>Não sei se há algum grau de certeza nisto. Átomo, em tese a menor parte divisível dos elementos, seria feito de um núcleo central em torno do qual orbitam elétrons e o espaço “vazio” entre eles?, que provavelmente é grande, seria ocupado por um “nada”?, logo a matéria feita de átomos seria cheia de “nada”? É uma idéia bastante confusa.</p>	2	<p>a) O grau de certeza certamente é bastante elevado, devido a experimentos realizados e ao estudo do comportamento eletrônico da matéria. Mas não existe 100% de certeza, pois não equipamentos tão avançados para observação microscopia do átomo.</p> <p>b) Creio que seja observações realizadas em laboratórios e ao estudo de seu comportamento</p>	1
<p>a) Para os cientistas terem a certeza de estrutura do átomo devem ter se baseado em experiências feitas, registros feitos e refeitos</p>	1	<p>a) O grau de incerteza não é de 100% por se tratar de partículas muito pequenas, mas tem-se uma boa aproximação.</p>	1

essas experiências para ver se na realidade seria esta, b) Fatores da natureza.		b) A principal evidência para mim e que uma esfera tem o formato	
a) Nenhum. b) Fenômenos que ocorrem em elementos químicos que são equivalentes a um único átomo como por exemplo o hidrogênio que é muito utilizado na Física Quântica.	4	a) Este modelo é o que mais se adequa na atualidade, entretanto não se pode afirmar que isto esteja correto. b) Experiências, simulações.	2
a) Certeza. b) Pequenas amostras visualizadas.	4	Não respondeu	4
a) Não acredito que haja um grau de certeza definido, acredito que eles acreditam que isso seja assim baseado em algumas evidências, pesquisas, descobertas. b) Acredito que através de análise de partículas, de cálculos de possibilidades, experimentos e teorias.	3	Várias teorias surgiram com o passar do tempo, novos modelos substituíram os incompletos. Dalton descobriu que o átomo era a menos partícula, indivisível, e esta teoria foi aceita por muito tempo. Após verificou-se através de experiências que ele era formado por partículas ainda menores, que são os prótons, elétrons, neutros,...atualmente ainda sabemos de partículas subatômicas. Que evidenciá-los usaram para determinar a aparência do átomo não sei. Acho que veio de suas imaginações ligados as suas experiências.	4
a) O grau de certeza é muito alto. b) Como em tudo na vida para o átomo tenha sua estabilidade é necessária que ele tenha uma tendência a ser da forma que ele e descrito pelos cientistas por isso que o grau de certeza deles é muito grande.	1	a) Certeza eles não tem, apenas imaginam ou criam uma forma para poder representa-los. b) Estudo e imaginação. Pensaram que é desta maneira e então representaram como acharam até que alguém provasse o contrário.	2
a) É um universo em estudo, próprio do modelo físico da realidade. b) Não sei informar.	4		
a) A sua maioria acreditam nesse modelo apresentado. b) Com experiências aleatórias acerca das estruturas atômicas.	1		

Questão 6: Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode transformar-se?

a) Se você acredita que as teorias científicas não mudam, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos.

b) Se você acredita que as teorias científicas de fato mudam. Explique por que as teorias mudam.

c) Explique porque nós nos preocupamos em aprender teorias científicas, considerando que as teorias que aprendemos poderão mudar. Defenda sua resposta com exemplos.

Primeira aplicação	Segunda aplicação		
Categorias	Categorias		
As teorias científicas são como um castelo em formação. A construção se dá pela base e se esta ruir tudo cederá devendo novamente ser reconstruída. As teorias são nosso alicerce, questão cultural, difícil de se desfazer delas, mas fácil construir sobre elas. Aqueles que inovam ou são loucos ou são gênios, a diferença está na intensidade e na consistência da argumentação.	4	Sim. A teoria atômica evoluiu desde seus primórdios quando sugerida por filósofos pré-socráticos até chegar no modelo quântico (mais aceito hoje) tudo para poder explicar em termos matemáticos concisos os dados experimentais, ou um exemplo ainda mais dramático o da teoria da evolução (e também a da origem da vida) darwiniana que, atualmente, é absolutamente anticientífica como demonstra a teoria da informação aplicada á genética. b) As teorias as vezes devem se adaptar a novos dados teóricos ou mesmo surge uma nova compreensão mais abrangente mesmo baseada nos antigos dados experimentais.	3

		c) Primeiro, se uma teoria é vigente é porque descreve com certo grau de precisão a realidade então deve ser compreendida, pois é aplicável, se tal teoria for derrubada ou adaptada também deverá ser compreendida, oras.	
b) Mudam porque aprimoramos ou surgem dando nova roupagem a teoria ou derrubando-a. c) Praticamente todas teorias novas baseiam-se em antigas	3	As teorias científicas mudam, pois a cada ano são descobertas, supostas novas teorias e estas vão substituindo, aperfeiçoando, modificando as mais antigas. c) Porque a teoria científica que aprendemos ainda é verdadeira para nós, esta que vale e ela ainda não foi modificada por uma que seja melhor. Mesmo se uma teoria científica mudar, isto não significa que ela não tenha sido verdadeira até aquele momento.	1
b) As teorias podem mudar pois novas descobertas podem ser feitas através de um novo método que se utilize.	1	b) As teorias científicas mudam sim, elas são constituídas de modelos e que muitas vezes servem para uma determinada época, mas para outra não. Com o passar do tempo, teorias novas ou teorias complementares surgem e tomam o lugar das velhas resolvendo aquelas questões que a teoria anterior não resolvia de forma que abrangem uma solução para uma quantidade maior de problemas. c) Aprendemos teorias porque mesmo que mudem serão a base para aprendermos a próxima e nos atualizarmos, assim como a nova teoria pode não desqualificar a outra totalmente como aconteceu com as equações da relatividade de Einstein que tornaram as equações de Newton um caso particular das suas equações.	3
b) Elas mudam porquê a cada dia evoluímos, usamos uma teoria conhecida mas modificam ela e descobrem novas teorias através das antigas teorias.	1	Sim, pois novos fenômenos talvez não sejam explicados por determinada teoria, surgindo à necessidade desta ser modificada. O modelo Geocêntrico sugerido por Ptolomeu que apesar de descrever o movimento dos planetas com um alto grau de certeza, foi superado pelo modelo Heliocêntrico de Copérnico.	1
b) Não tenho certeza mas acho que às vezes algumas teorias científicas podem mudar, devido a novos estudos, com equipamentos mais modernos. Não sei talvez se descubra algo mais que não tenha sido verificado antes. c) Talvez porque esta mudança se acontecer realmente tenha apenas algumas novidades que venha acrescentar somente	2	a) As teorias científicas são substituídas por outras que explicam melhor as observações de experimentos. c) Conhecimento estático (que não muda) é informação. Não há conhecimento verdadeiro ou absoluto mas sim teorias do conhecimento. O conhecimento é algo que muda a medida em que as suas teorias mudam. Quando estudamos as Leis de Newton e depois estudamos o Princípio da Relatividade de Einstein não estamos estudando unicamente as teorias, mas sim sua evolução.	1
Na minha opinião as teorias científicas não mudam tão facilmente, porque então hoje nós estaríamos usando uma teoria, amanhã outra. Isso acredito que seria uma tremenda confusão, chegando ao ponto onde não saberíamos qual teoria estivesse ainda valendo.	4	Ao meu ver a evolução científica ocorre de forma constante e progressiva, e toda a teoria existente pode e deve ser posta a teste, sendo a verdade absoluta em minha opinião uma utopia, cabe a ciência organizar os fatos e descobertas de forma a realizar pesquisa que nos mantenham em uma reta tangente a esta verdade utópica, em uma verdade momentânea e aperfeiçoável, o que hoje pode ser irrefutável amanhã pode ser	3

		irrelevante, superado, um exemplo histórico disto seria a substituição do modelo Geocêntrico de Pitágoras pelo modelo Heliocêntrico de Copérnico, e a importância de acreditar-se nesta verdade temporária esta nela ser a base para o próximo degrau da escala evolutiva da ciência.	
<p>b) Acredito que as teorias científicas mudam, justamente pelo fato que outras teorias foram descobertas, caracterizando a evolução. Desta forma serão consideradas outras variáveis outrora esquecidas.</p> <p>c) Creio que seja pelo fato de estarmos em uma constante tentativa de deciframos os enigmas do universo.</p>	1	<p>b) As teorias com o passar do tempo podem ir se modificando com o progresso nas pesquisas científicas, esses progressos podem alterar essas teorias que até então eram ditas como sendo corretas.</p> <p>c) Mesmo que as teorias possam mudar elas não estão totalmente erradas, elas apenas devem ser usadas de uma de uma forma mais restringida e não de uma forma geral. Ex. Mecânica Clássica e Mecânica Quântica.</p>	1
<p>b) Eu acredito que as teorias podem mudar, mas não obrigatoriamente. Sempre que um cientista molda uma teoria e ela é aceita significa que para os padrões e recursos da época ela é válida, mas com o tempo pode ser questionada e desmentida. A própria teoria sobre o átomo ou o cosmos são exemplos disso.</p> <p>c) Para mim parece claro que até para se duvidar e criticar é necessário conhecer o que se está discutindo. Então como evoluir, se não temos a base ou a teoria mais recente para nos basearmos? O crescimento da ciência, na minha opinião se baseia nisso, melhorar e crescer sobre aquilo que já conhecemos.</p>	3	<p>b) Acredito que elas podem mudar sim. Uma teoria científica é elaborada por uma pessoa, em uma época, de posse de alguns conhecimentos, de alguns instrumentos e de uma crença. Existem muitos fatores que influenciam e com o passar do tempo os fatores mudam o que pode vir a influenciar na mudança o no simples aperfeiçoamento de uma teoria.</p> <p>c) Nós nos preocupamos em aprender teorias científicas para que através delas possamos conhecer um pouco mais do mundo que nos cerca. Assim como uma teoria pode mudar, o tempo muda e nós mudamos. O mundo este em constante modificação.</p>	1
<p>Sim, as teorias mudam, não só mudam mas podem ser totalmente descartadas. Enquanto teoria, não está definitivamente comprovada. No momento que estiverem comprovadas, passaram a ser leis e aí sim serão definitivas. Mas será que as leis são definitivas??? As teorias são aceitas pois são formas de explicar fatos desconhecidos e não comprovados.</p>	3	<p>b) Conforme o estudado neste semestre em Física relativística, vimos que existem postulados que contradizem o que estudamos e acreditávamos que seria o concreto.</p> <p>c) Estamos preocupados em aprender as teorias porque não sabemos que existem postulados que diferem da teoria que estamos aprendendo.</p>	1
<p>a) Não.</p> <p>b) Acredito que as teorias científicas mudam. O modelo do átomo sofreu várias modificações, e acredito que quando havia uma nova proposta ela só seria aceita com a absorção completa das idéias da anterior pois desta forma valem as duas, para um caso geral e um caso restrito.</p> <p>c) Serve como ponto de partida. Se não mudar, que bom! Se mudar podemos comparar aquilo que sabíamos com o novo e ter bons resultados. A Terra é plana, a Terra é o centro do universo, o átomo é indivisível, a corrente elétrica circula do polo positivo para o negativo, enfim, há muitas coisas que foram aprendidas e pregadas de forma errada e hoje fazem parte TAMBÉM dos estudos para uma complementação e comparação de resultados e valores de épocas e lugares diferentes.</p>	3	<p>b) Para mim, é certo que as teorias científicas mudam. Aliás, hoje em dia, acredito que as teorias científicas evoluem, englobam a teoria anterior ou consideram-na caso particular. O avanço da ciência e da tecnologia anda de mãos dadas com o poder, com a evolução/mudança das teorias científicas e com a necessidade de se desenvolver ou utilizar um novo conceito. Novos remédios, novos tratamentos, novas formas de energia, novas armas (letais ou não-letais) surgiram com base em um avanço, uma nova descoberta, que alterou/modificou/aprimorou uma teoria anterior. Mas isto não quer dizer que a teoria anterior não valha mais. Talvez seja porque, naquele momento anterior ela servia perfeitamente para explicar tudo o que estava ocorrendo.</p> <p>c) A história nos diz que a ciência evoluiu e, com isso, muitas teorias mudaram. Isso induz a um raciocínio de que iremos passar por novas mudanças nas teorias científicas. No entanto, o</p>	2

		estudo da ciência e da evolução da ciência nos acumulou conhecimento a tal ponto que sabemos que também é necessário estudar e lidar com conceitos ultrapassados ou até mesmo errados, porque funcionam em algum caso. Por exemplo: a corrente elétrica percorre um circuito a partir do pólo negativo, pois sabemos que os portadores de carga (elétrons) saem do pólo negativo e migram dentro do condutor no sentido do pólo positivo. Esse conceito é muito mais recente. O conceito anterior diz que a corrente elétrica sai do pólo positivo para o negativo. Sabemos que o conceito não está certo e, entretanto, continuamos usando este referencial, apenas dizendo que este é considerado o “sentido tradicional” da corrente e a teoria correta é chamada de “sentido real” da corrente elétrica.	
a) A teoria pode ser melhorada desde que se demonstre que a antiga peca em algum item ou itens. b) Acredito porque a teoria formulada pecou em alguma parte da mesma e a idéia foi melhor adaptada. c) Sim, com um aperfeiçoamento melhor. Tudo pode ser melhorado.	3	b) Acredito que as teorias científicas podem mudar. A cada ano que passa a tecnologia fica cada vez mais eficaz e pode nos fornecer dados novos que acrescentam na teoria antiga. c) Porque como eu disse acima, pode-se simplesmente acrescentar dados novos que melhorem as teorias antigas, mudando-as e esclarecendo-as melhor.	2
a e b) Eu acredito que se surgirem novas descobertas as teorias podem mudar sim. Afinal, estamos evoluindo muito tecnologicamente, cada vez possuímos mais recursos para a pesquisa; o que com certeza pode vir à tona detalhes que passaram despercebidos, quando da formulação da teoria; fazendo assim, com que esta seja reestruturada e até mesmo modificada e substituída por outra. c) Porque precisamos de “alicerces” que nos apoiar, é com base em teorias já existentes que descobrimos novas teorias; e, ou até mesmo modificamos uma já existente. Muitos experimentos em busca de novas teorias baseiam-se nas leis de Newton, Arquimedes, Pascal, ... , tanto na busca de novas teorias, como na busca de meios de aplicação industrial das mesmas (ou diminuição dos efeitos).	2	b) Acredito na mudança, pois o ser humano não é um ser perfeito, portanto, comete erros e enganos. Como a ciência é construída pelos homens, logicamente ela possui falhas. Mas, com a evolução tecnológica, cada vez mais esta probabilidade de erro diminui, pois as observações passam a ser cada vez mais precisas. c) Por que para a construção do conhecimento deve haver uma base, além disto só podemos criticar uma teoria, estuda-la, analisa-la, se a conhecermos. É com base neste conhecimento que poderemos verificar suas falhas, para então corrigi-la ou até mesma formular outra que a substitua. Além do mais se o ser humano se baseasse na imprecisão da ciência, não haveria evolução, nem do conhecimento, nem da espécie.	2
b) Acredito que elas possam ser superadas por teorias mais coerentes, mais completas e mais novas. A teoria da evolução de Lamark, por exemplo, foi deixada mais para o segundo plano que a de Darwin se mostrou mais coerente. c) Aprendemos as atuais para que caso elas mudem termos como questionar as mudanças ou até discordar delas. Seja por curiosidade ou obrigação, aprendemos e se mudarem, mudaram, afinal o mundo está em constante evolução.	3	b) Creio que as pesquisas desenvolvidas podem gerar respostas diferentes das pesquisas desenvolvidas o que pode acarretar em mudanças ou uma nova teoria, foi o que aconteceu por exemplo na teoria de Newton para Einstein. c) Acho importante aprender as teorias existentes, pois sem o estudo destas não poderemos partir para o desenvolvimento da pesquisa e de também novas teorias.	3
b) Acredito que elas de fato mudam. Através de experimentos pode se demarcar a área de realidade de uma teoria, e daí através da	1	b) Tudo está muito relacionado com a época e os recursos disponíveis. Exemplo: Acreditava-se que a Terra fosse o centro do universo e que os	2

<p>identificação e eliminação do erro a teoria de fato aumenta sua área de realidade e evolui, logo se transforma.</p> <p>c) Nos preocupamos em aprender teorias científicas para aprimorar nossa compreensão dos fatos, e elas nunca mudam por si só nós as mudamos sob a luz de uma nova idéia.</p>		<p>planetas orbitavam ao seu redor, isto estava errado.</p> <p>c) Porque dependemos muito delas para sobrevivermos. A mecânica de Newton não estava totalmente correta, porém através dela, os satélites orbitam ao redor da Terra, por exemplo.</p>	
<p>Apelando para a frase feita: "O homem é um ser em constante evolução", podemos notar que nada pode ser tomado como absoluta verdade, e na falta de um grande argumento vou utilizar o vidro pois este é um material que foi tomado como sólido por muito tempo, sendo que hoje sabemos que o vidro é um material no estado líquido, sem considerar definições religiosas ou infundadas, como o mundo já ser plano ao invés de esférico, e tentar outras certezas que evoluíram com o mundo, e tantas outras que ainda evoluíram.</p>	4	<p>b) As teorias podem mudar se descobriremos teorias que melhor explicam um fenômeno natural, esta teoria deve ser substituída pela antiga. Se eu descobrir uma melhor explicação para o átomo, testar e comprovar é a minha teoria que deve ser aceita.</p> <p>c) Nos preocupamos em aprender teorias pois estas são as melhores aceitas. À partir delas poderemos determinar outras complementares a ela. Além disso podemos estudá-las também questionando-as.</p>	3
<p>Sim, pois o conhecimento científico está sempre avançando.</p> <p>É importante aprendermos outras teorias para podermos buscar mais conhecimento e obter novas descobertas.</p>	3	<p>b) As teorias podem ser melhoradas desde que a anterior esteja com uma falha.</p>	4
<p>As teorias científicas de fato mudam. Isso ocorre devido a novas descobertas. O que era verdade, em uma determinada época, deixa de ser devido a uma nova teoria científica que contradiz ou aprimora muito mais antiga teoria.</p> <p>c) Pois quando estamos aprendendo as teorias científicas temos a visão de que aquilo é comprovadamente verdadeiro para nós. Ainda não foi mudado e não sabemos ainda o que irá mudar. Ex.: a estrutura do átomo. Concluímos que vou estudar, aprender a teoria científica mais atual sobre. Como vou saber quando é que esta teoria será mudada se ela é cientificamente comprovada.</p>	1	<p>b) Sim. As teorias não só podem, como se transformam de fato. As teorias mudam porque estamos em constante processo de evolução/adequação com o mundo que nos cerca. Somos obrigados a desvendarmos todos os fenômenos do universo;</p> <p>c) Nos preocupamos em aprender teorias científicas porque queremos as "explicações" de tudo. A teoria newtoniana até o início do século passado era totalmente aceita. Os postulados de Einstein foram capazes, de certa forma, de englobá-la e ainda abranger algumas particularidades outrora desconsideradas.</p>	3
<p>b) Acredito que as teorias científicas podem mudar, pois se vier um cientista com uma nova teoria sobre uma já existente, e este conseguir provar que sua teoria é a melhor, poderemos considerar a 2ª como a correta.</p> <p>c) Porque até não existir nada que possa comprovar que as teorias são falsas, consideramos as teorias como verdadeiras, pois essas só irão mudar se surgir alguma melhor.</p>	3		
<p>b) As teorias científicas podem de fato mudar, como por exemplo a teoria da evolução que com o passar do tempo vão surgindo fatos novos o que obriga que essa teoria seja alterada.</p> <p>c) Nos preocupamos em aprender teorias científicas, mesmo que haja a possibilidade dessa teoria modificada posteriormente, para que possamos adquirir conhecimento e com esse conhecimento podemos aprimorar essas teorias e corrigir possíveis falhas. O exemplo seria o mesmo do item anterior anterior que conforme a teoria foi sendo fundamentada.</p>	1		

Ela sofre ajustes, com as novas provas ou fatos que vão surgindo.		
---	--	--

Questão 7: Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos os dinossauros se extinguiram. Entre as hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, duas gozam de maior apoio. A primeira formulada por um grupo de cientistas, sugere que um imenso meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e acarretou uma série de eventos que causou a extinção. A segunda hipótese, formulada por um outro grupo de cientistas, sugere que grandes e violentas erupções vulcânicas foram responsáveis pela extinção. Como essas conclusões diferentes são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso a e utilizaram o mesmo conjunto de dados para obter suas conclusões?

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Descrição	Nota	Descrição	Nota
Não existem dados suficientes para uma única e completa resposta	1	Quantidade insuficiente de dados para uma solução conclusiva.	1
Estas conclusões são possíveis pois os grupos de cientistas usam dados de maneira a obter uma resposta que faz com que as condições necessárias para o ocorrido sejam satisfeitas tanto na 1ª. hipótese como na 2ª.	4	Sim, pois a conclusão parte da visão que eles atribuem, possuem do conjunto de dados que analisarem. Cada grupo pode ter o seu conhecimento e isto interfere na conclusão que eles atribuem aos dados.	2
Cada um dos grandes grupos seguiu uma idéia através dela estudou supostos acontecimentos que teriam extinto os dinossauros e concluíram diferentes hipóteses. Mas o que eu vejo em comum entre elas que nos dois ocorreram fenômenos da natureza.	4	Geralmente com um mesmo conjunto de dados pode-se chegar a leis diferentes se levarmos em conta só a parte empírica. Como esses efeitos são possíveis para as duas proposições é necessário conseguir novos dados para averiguar aqueles que condizem com apenas uma teoria.	1
As duas idéias se relacionam com a natureza e seus fenômenos	4	Acredito que estes se utilizam além das evidências existentes, a indução, atribuindo sua imaginação e criatividade na análise dos dados.	2
Em relação a resposta da questão anterior afirmo que quanto mais alto e maior o castelo mais complexa será sua estrutura e mais difícil de estudá-la. Ao formular várias hipóteses para sua construção os cientistas se perdem em suas argumentações, complicando coisas simples para poder incluir as inúmeras nuances do castelo que pode estar ruindo na base.	4	Pelo fato de ambos grupos trabalharem com indícios que levam a diferentes suposições, sendo que os mesmo indícios aceitam ambas teorias, desta forma até que novas descobertas venham a tona, de forma a conflitar-se com uma das hipóteses formuladas, ambas teorias gozam da aceitação científica, concorrendo uma com a outra.	
Devido a estes grupos distintos de cientistas interpretarem de formas diferentes um mesmo dado. O que desencadeia uma série de diferenças sucessivamente.	2	Cada grupo de cientistas interpreta as mesmas informações de forma diferente, cada grupo interpreta de acordo com sua especialidade ou formação.	2
Sim, as duas conclusões usam as leis e princípios da física.	4	Se os dois grupos de cientistas chegarem num consenso comum, acho que seria possível obter uma conclusão.	4
As duas conclusões distintas são possíveis pois cada grupo interpreta os fatos de uma maneira achando que as provas que possuem dão fundamento a sua teoria, e como não há certeza sobre essa teoria as duas devem ser levadas em conta.	2	Este mesmo conjunto de dados por si só não é suficiente para se obter uma teoria. É necessário que se agregue a suposições e especulações para formar uma teoria. Por isso, pelas suposições e especulações (ligadas às crenças de seus inventores) , é possível que existam duas teorias diferentes.	1
Os cientistas tem suas conclusões, formularam suas hipóteses, mas sempre fica aquela pontinha de dúvida, ou seja, aquele ver para crer.	4	São pessoas diferentes e possuem uma linha de pensamento diferente, que vêem os dados disponíveis de forma diferente e conseqüentemente obtém conclusões diferentes.	2
Cada pessoa é livre para contar a mesma história do modo que quiser. O método para comprovar a história contada é que vai determinar se ela pode ser ou não aceita. A visão do pesquisador pode enxergar coisas	3	O conjunto de dados é o mesmo mas as pessoas são diferentes. Por mais que as pessoas recebam a mesma educação com os mesmos professores, é possível encontrar entre elas diferentes opiniões. Obviamente, como todas	2

que não serão vistas por outro. Deve-se considerar também que o pesquisador pode já ter uma idéia e manipular friamente os dados para que o resultados chegue aonde ele quer.		estas pessoas têm a mesma formação, os resultados serão coerentes em forma e estilo e podem até ser próximos.	
Um cientista de época pode derrubar a teoria do outro para se enaltecer ou melhor jogar lenha na fogueira nessa teoria mais analisada.	3	Devido às leituras diferentes que foram feitas de determinados dados e das capacidades diferente de abstração entre os grupos.	2
Porque os cientistas apesar de terem acesso ao mesmo conjunto de dados são seres humanos e possuem uma forma diferente de analisar os dados, portanto a conclusões diferentes. Possuem sentimentos diferentes, são pessoas, portanto influenciáveis pelo meio e pelas circunstâncias.	2	Se observarmos as duas teorias, poderemos ver que as conseqüências são parecidas, ou seja, os dois acontecimentos possíveis, produziram mais ou menos os mesmos efeitos. Devido às coletas de matérias serem bem posteriores aos acontecimentos, só se pode fazer uma análise do material resultante das conseqüências.	4
Por que o material, para ser analisado, resultante de ambos os eventos é muito semelhante (a queda de um meteoro pode causar erupções vulcânicas, ambos podem causar maremoto; ambos deixariam nuvens de cinzas impedindo a passagem de sol e matando as plantas). E o fato mais relevante, ninguém estava lá para ver; e depois deste evento ocorreram diversos outros que também causaram modificações na Terra.	4	Todos são passíveis de influencia, não existe imparcialidade total na ciência, apesar de se buscar isto. Muito provável que alguns tenham percebido maior relevância em alguns fatos do que outros, dado maior importância em pontos etc.	2
As conclusões não são frutos somente de dados e deduções mas também de um contexto histórico e psicológico dos cientistas, assim como de fatores de diferente interpretação de dados, diferente em cada pessoa.	2	Eles utilizaram o mesmo conjunto de dados, mas podem ter utilizados métodos científicos diferentes que conseqüentemente levaram a interpretações diferentes	2
Por os dados serem poucos e exigir da compreensão destes para analisá-los.	1	Diferentes observadores podem tirar conclusões opostas de fatos que estão presenciando.	2
Enquanto uma verdade aparentemente indiscutível não se firma o processo de evolução humano não se dá como um único caminho a trilhar, mas sim como muitas estradas com diversas ramificações que buscam todas, algumas por caminhos menos dolorosos que outros, a chegar a um mesmo aparentemente indiscutível ponto. Na teoria de extinção dos dinossauros traçou-se dois caminhos muito bem trilhados que ainda não chegaram no mesmo ponto em comum.	4	Os cientistas estudam cientistas e procuram derruba-los. Um quer derrubar a teoria do outro. Se conseguir prova-la ou melhora-la então esta passa a vigorar.	3
Eles tiveram acesso aos mesmos dados, mas como eram grupos diferentes, cada grupo teve as suas próprias conclusões em relação aos fatos. Cada cientista pode ter uma opinião em relação a um fato, quando isto ainda não foi comprovado.	2	Pois o que aconteceu de verdade não se sabe, isto são apenas hipóteses, fruto de suas imaginações misturado com a probabilidade de o fenômeno ter realmente acontecido.	2
É que não se sabe ao certo o que aconteceu, cada um acha o que quiser, pois não temos provas concretas para ter certeza.	1		
Acho que a quantidade de dados disponíveis é insuficiente para se bater o martelo e afirmar, com certeza. Desta forma as duas hipóteses poderiam se encaixar de forma que uns tem uma opinião e as outras tem outra.	1		

Questão 8: Os cientistas realizaram experimentos/investigações científicas quando estão tentando encontrar respostas para as questões que eles propuseram. Os cientistas usam sua

criatividade e imaginação durante suas investigações?

a) Se sim, então em que estágio das investigações você acredita que os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade: projeto e planejamento, coleta de dados; após a coleta de dados? Por favor, explique por que os cientistas usam a imaginação e a criatividade. Forneça exemplos se for apropriado.

b) Se você acredita que os cientistas não usam a imaginação e a criatividade, por favor, explique por que. Forneça exemplos se for apropriado.

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Sim. Todas as fases do projeto devem estar impregnadas de criatividade e imaginação, a não ser que se queira chegar as mesmas conclusões, por vezes precipitadas dos antigos construtores.	1	a) Sim, eles utilizam a imaginação e a criatividade para formular as teorias. Seria no início das investigações, quando estão supondo determinado “conhecimento” que será comprovado posteriormente.	2
a) Sim, quando o projeto o planejamento, mas nunca no impossível de entender o que está escrito	4	Se não forem meramente matemáticos, sim. a) No projeto e planejamento e na teorização após a coleta de dados.	2
a) Sim. No projeto e planejamento, coleta de dados e após a coleta de dados	1	Acredito que sim, pois após coleta de dados estes precisam encontrar certas regularidades que possam evidenciar uma nova teoria. Esta é concebida então pela imaginação e criatividade do cientista, através da sua interpretação sobre dados disponíveis e resultados encontrados.	2
a) Sim. Um exemplo que usaram da imaginação e criatividade é que ninguém tem certeza que foi a 65milhões de anos, eles acham que seja isto, eles sabem que faz muito tempo mas não tem como provar.	3	a) Geralmente os cientistas necessitam de uma teoria para realizar um experimento e comprová-la. Dessa forma acredito que os cientistas chegam a formulação de uma hipótese com base em uma teoria matemática e depois tentam testar a hipótese com base em experimentos para verificar os resultados.	3
a) Acho que em todos os estágios eles precisam usar a imaginação e criatividade. Imaginar o projeto e planejá-lo com criatividade, imaginar quais seriam os resultados e coletar os dados para a comprovação.	1	a) “Toda descoberta tem em si, uma parcela de irracionalidade.” (Karl Raimund Popper). A criatividade e imaginação são parte do que compõe uma descoberta, qualquer descoberta. Criatividade significa a atividade de criar, logo a criatividade científica é a atividade de criar ciência (através da criação das teorias). Imaginação significa a ação de imaginar, imaginação científica é a ação de criar uma imagem da ciência. Sustento assim, que criatividade e imaginação fazem parte do contexto de descoberta na ciência.	1
a) Acho que sim, e acho que isso acontece na primeira etapa porque muitas depois que eles analisam os dados eles podem perceber que a idéia inicial não é verdadeira. Cientistas como Einstein e Newton tiveram teorias comprovadas muitos anos após terem sido apresentadas, isso prá mim indica que eles primeiro imaginaram já que nem puderam comprovar experimentalmente.	2	Na minha opinião a imaginação e a criatividade são os principais aspectos da inteligência humana, é através da imaginação que chegamos a grandes dúvidas, foi através dela que o homem se perguntou por que as estrelas se mantêm fixas no céu, ao contrario de todos os corpos observados na terra, e foi através da criatividade humana, aliadas a cálculos e observações que foram formuladas as teorias geocêntricas e heliocêntricas, ou seja, ao meu ver a imaginação e a criatividade são os combustíveis para o desenvolvimento científico.	3
Sim, os cientistas usam a imaginação e a criatividade no projeto e no planejamento. Porque sem um projeto apropriado e planejado não vão obter uma boa coleta de dados e não vão ter grandes objetivos para alcançar se não tiverem uma boa coleta.	2	a) Por mais que eles procurem se basear apenas em fatos e em evidências, a imaginação e a criatividade são parte deles e inevitavelmente irá influenciar. Acredito que tais fatores aparecem em todas as etapas, é a criatividade auxiliada pelo conhecimento que os faz passar de uma	1

		etapa para a outra.	
Acho que sim. Se não for desta forma talvez jamais houvesse qualquer tipo de evolução. Nosso nível de evolução não é ainda suficientemente capaz de exemplificar de forma totalmente nova as entrelinhas de toda nova descoberta. Ex. Alguma suposição de hoje dão origem a descobertas de amanhã, que desta forma podem ou não validar a suposição.	3	Sim. Na minha opinião os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade no planejamento e projeto, se nessa etapa não usarem a imaginação e criatividade não vão obter na coleta de dados valores satisfatórios para as questões que estão procurando.	2
É importante criar e imaginar fatos e situações.	4	b) Sim, pois através das suas criatividade e imaginação vão formando novas concepções e a partir disto elaboram novas teorias ou também pode se dizer novas tecnologias. Ex. a evolução do avião que Santos Dumont. Parece a)	3
a) Sim, usa-se a imaginação e a criatividade durante todo o processo. Durante uma pausa, um intervalo, que a mente processa outras informações diferentes do assunto em questão abre-se espaço para enxergar sob outros pontos de vista. Penicilina foi descoberta com mofo de pão. Lei de ampère por brincadeira genética com ervilhas.	1	a) Acho que os cientistas devem utilizar sua imaginação e criatividade: uma mente aberta e criativa produz mais, aponta soluções, caminhos alternativos e modos diferentes de pensar. Outra observação: quando uma pessoa já está com a mente bloqueada com uma mesma visão de algo, ela encontrará muitas dificuldades para achar uma solução, enquanto que uma pessoa que não tem a mente fechada pode achar soluções até mesmo em situações que parecem não ser pertinentes ao assunto em questão. Flemming descobriu a penicilina depois de analisar pão mofado. Ampère descobriu o princípio do eletromagnetismo observando a agulha de uma bússola sofrendo interferência de um fio condutor pelo qual passava corrente elétrica.	3
a) Acredito que usam a imaginação, da criatividade, da intuição e de tudo que se fizer presente no momento e em todos os estágios. Afinal é um experimento/investigação tudo é válido.	1	a) Acredito que seja após a coleta de dados. Pois é neste momento é que podemos ou não ler o que nos é conveniente. Um determinado dado pode ter vários significados.	2
Sim. Utilizam sua criatividade e imaginação, assim como sonhos. Visões, meditação e analogias no contexto de descobertas da teoria em questão. Acredito que os cientistas utilizam sua criatividade e imaginação para conseguirem sair do contexto de justificção (deduções e argumentações) para se tornarem mais receptivos e perceberem alguma razão, o mais próximo do que ela realmente é como causa de qualquer evento. Exemplo: o químico alemão (não lembro o nome) que sonhou com uma cobra mordendo o próprio rabo, acordou e fez uma analogia de como seria a estrutura de um benzeno (cadeias carbônicas aromáticas); foi uma descoberta causada pela interpretação de um sonho.	3	a) Usam a imaginação com certeza, pois precisam elaborar experimentos, que comprovem e/ou analisem suas teorias, sem imaginação e criatividade como poderiam ter sido formuladas as teorias da Mecânica, da Astronomia, da eletricidade,... . O homem é um ser curioso por natureza; e, graças a essa curiosidade, a essa imaginação que tantas descobertas foram feitas. Se não fosse a capacidade do homem de observar, de questionar, de imaginar, de criar, como será que seria a nossa vida? Com certeza seria não evoluída.	3
a) Usam sim; pois precisam dela para projetar e/ou construir seus instrumentos, experimentos, de pesquisa. Sem imaginação não há curiosidade não há descoberta nem ciência.	2	a) Creio que sim, no planejamento do projeto e na coleta de dados e informações, pois neste momento necessita de sensibilidade para interpretar aos acontecimentos.	2
Sim porque baseados em seus ????? e concepções segundo seus experimentos	4	a) Sim acredito que é necessário o uso da imaginação e criatividade, na parte de projeto e	2

realizados eles tiram suas conclusões.		planejamento.	
a) Sim, no projeto, planejamento. Usa-se a criatividade para desenvolver novos métodos para pesquisar.	2	a) Acho que eles utilizam a imaginação justamente para poder tirar suas conclusões. Exemplo: átomo.	3
Acredito que criatividade e imaginação sejam o carro chefe de qualquer investigação científica, pois sem imaginarmos não podemos errar e sem o erro não existe o acerto. Sem imaginar o que faria uma maçã cair de uma árvore Newton nunca teria intuído a existência da gravidade.	3	Os cientistas usam a imaginação e a criatividade para suas teorias. As leis de Newton	3
Sim, usam a imaginação e a criatividade antes de coletar os dados, e depois, para ter como comprovar o que investigaram.	2	a) Acredito que sim. Após ser feito um estudo, algum experimento, coleta de dados, é usada a imaginação, mas uma imaginação coerente com todos os experimentos.	2
Sim, os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante as investigações. Isso ocorre no projeto e planejamento. Os cientistas usam a imaginação e a criatividade, pois é através dela que eles fazem a descoberta. Se eles não imaginam que determinada coisa pode existir, isso nunca será descoberto e isso é feito através da criatividade deles.	2		
a) Os cientistas usam a sua criatividade em seus experimentos, após a coleta dos dados, para que possam entender melhor a situação do projeto.	2		

Questão 9: Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

- a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.
- b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Acredito que a ciência reflete valores sociais e culturais, pois situações hoje óbvias não eram admitidas em outras épocas dificultando a ascensão da descoberta científica. Mesmo hoje, para transparecer novos modelos devemos passar pelo “crivo” de especialistas com suas percepções pré-formadas e críticas mil.	1	a) Como as teorias são baseadas em suposições vindas de relações matemáticas, elas dependem diretamente do contexto cultural, valores sociais e políticos. Um exemplo é que a teoria da matéria constituída de átomos não era aceita num certo momento da história, era considerada absurda, mas com o passar do tempo, mudaram os conceitos e a teoria foi aceita.	1
a) A ciência é impregnada por valores sociais e culturais pois um judeu ou mulçumano criacionista jamais poderia ser o autor da teoria da evolução ...	1	a) A ciência é altamente influenciada por valores culturais. Por exemplo, a ciência oriental nunca desenvolveu um método de pesquisa ou investigação formal, porém desenvolveu certos resultados científicos na “tentativa e erro” como a acupuntura e uma certa geometria. Diferente da cultura grega (ocidental) que por ser baseada na crença em seres perfeitos como os deuses buscava a existência de uma lógica perfeita em tudo, assim desenvolveu um formalismo científico.	1
a) Os valores sociais e culturais refletem na	1	Sim, porque tudo o que foi e é descoberto na	3

ciência de cada meio onde está inserida. A dominação social em termos de recursos disponíveis, e na parte cultural com restrição a denominados assuntos relacionados principalmente com política e religião.		ciência tem a ver com a época em que é feito. Séculos atrás são se tinha tantas descobertas na área científica como se tem hoje em dia. Então isto reflete diretamente nos valores sociais e culturais da sociedade.	
a) Porquê uma descoberta da ciência pode mudar todo um sistema cultural e político, por isso que ela tem um grande valor social.	1	Acho que sim, pois certo fenômeno observado em diferentes culturas, será visto e interpretado de forma diferente. Um exemplo sobre tal questão é a crença de que a Terra era o centro do universo, pois ao acreditar que o homem era feito à imagem e semelhança de Deus, este deveria ocupar o lugar mais importante do universo, o centro. Esta visão estava relacionada com a crença pregada pela Bíblia e não com o fenômeno real.	2
a) Acredito que a ciência reflete valores sociais e culturais, pois o homem tem influência na natureza. E o homem tem diversidade cultural.	1	a) É exatamente no contexto da descoberta onde se fazem valer a criatividade e a imaginação é que surgem a influência dos valores sociais e culturais. São estes responsáveis por caracterizar os traços irracionais ou culturais de cada cientista.	1
Acredito que sim, mesmo que de uma forma mais amena nos tempos atuais em consequência do mundo globalizado. No entanto no passado creio que a ciência tomava o “rumo” mais conveniente aos seus governantes. As suposições eram feitas sempre em relação as suas crenças.	1	A objetividade matemática em geral é um bom exemplo de que a ciência pode transcender fronteiras culturais, sendo que $1+1=2$ em qualquer lugar do mundo, mas pra mim isto não pode ser tomado como regra definitiva, em muitos outros exemplos podemos notar peculiaridades em estudos científicos, como por exemplo na definição dos pólos norte e sul, colocando os países europeus em uma posição de destaque no globo, o que provavelmente foi levado em consideração ao serem definidos os pontos cardeais.	2
A ciência reflete nos valores sociais e culturais. Num país rico vai ser bem diferente a ciência em relação ao país pobre pois os valores sociais e culturais são bem diferentes.	1	b) A ciência é universal e não pode ser tratada de uma forma diferenciada só por que a cultura ou a religião variam de lugar para lugar. Pois caso esses fatores influenciassem na ciência teríamos vários “tipos de ciência”.	2
a) Acho que a ciência tende a ser universal, mas como é desenvolvida por humanos e estes têm valores culturais, crenças e morais diferentes acho que ela é influenciada.	3	a) A ciência assim como nós, é influenciada por fatores externos. Várias invenções, que surgiram com um objetivo, foram utilizados para outros. Grandes descobertas surgiram em épocas de guerra e de conflitos. A religião mesmo condenou Galileu por suas teorias. Copérnico deixou para publicar sua teoria heliocêntrica só a beira da morte por saber que sofreria repressão.	2
A ciência é universal, livre de suposições filosóficas ou culturais, mesmo as filosóficas servindo de base para muitas investigações científicas.	2	Acredito que a ciência é universal e não pode ser influenciado por valores sociais e políticos. Porque se for influenciado por valores sociais e políticos iriam virar numa confusão que nem a política do nosso país.	2
Ela deveria ser universal, mas depende sim de modelos e padrões sociais. Parece antigo, mas o preconceito, a preguiça, a politicagem, a pseudo-filosofia que envolve quem não está no meio e não entende, impede o avanço da ciência.	3	A ciência deveria ser universal, mas isto é utópico. Os países compartilham com os demais aquilo que lhes convém em termos científicos. A ciência de um país evoluído será evoluída, em grande escala e compartilhada com todos. O Brasil tem um nível de ciência equivalente ao dos países desenvolvidos, porém isto representa uma parcela muito pequena da ciência brasileira. Isto é um problema político, social e cultural. Não se tem no Brasil a cultura de se investir em ciência para resolver problemas sociais e políticos. Enquanto que na China, um país em desenvolvimento, a	2

		ciência desde os primórdios era utilizada a favor de seu próprio povo e se tinha a cultura de que, mesmo que um imperador discordasse da ideologia dos seus antecessores, a obra até então construída (conhecimento, cultura, descobertas científicas...) seria mantida e aproveitada, independente de filosofia política, pois o povo estaria sendo beneficiado. No mesmo exemplo da China, desde muito cedo eles tiveram que enfrentar o problema da superpopulação, e os imperadores incentivavam a pesquisa científica (todos os seres vivos, animais e vegetais, para saber quais eram comestíveis ou não; artefatos militares para poder combater nas guerras; estudo dos céus para contar o tempo...).	
Acredito que ambas as afirmativas estão corretas. Pois a ciência é universal sim, suas leis são válidas para qualquer parte do mundo. Mas ela também reflete valores culturais e principalmente políticos e econômicos; porque, infelizmente para a pesquisa são necessários recursos financeiros, e, as empresas ou governos financiam o que mais interessa ao seu desenvolvimento e crescimento.	3	a) A proposta do mundo capitalista globalizado é termos uma só cultura, no entanto nos tempos atuais ainda existem significativas diferenças. A ciência não consegue ser universal, algumas coisas culturalmente aceitas no Brasil, não são na Palestina etc.. A partir do momento que alguns conceitos ganham maior ou menor relevância em determinados lugares, as leituras de dados coletados têm significados diferentes. Lemos sempre o que nos convém... Se um laboratório de determinado país desenvolve uma pesquisa de um medicamento que é capaz de erradicar determinada doença, se for conveniente ou não às autoridades, ela será publicada.	1
b) Acredito que ela seja universal, que tenha uma linguagem universal, mas também acredito que os incentivos e os recursos financeiros para a pesquisa, só aparecem quando há algum interesse de políticos, empresas, ...	2	b) A ciência é universal sim. Pois suas leis servem para qualquer lugar do mundo. São válidas em todo território. Mas também estão impregnadas de valores políticos e sociais; por que, é com base em seus interesses políticos e sociais que determinado país ou região irá incentivar as pesquisas em determinada área.	2
A ciência reflete valores sociais e culturais da época em que se vive naquele instante Só é válida para algum interesse senão ela é descartada.	1	a) Creio que a ciência é algo universal, mas mais fortemente influenciada nos acontecimentos regionais, por exemplo por que o nosso país não tem fortes pesquisas na área espacial, e tem tanto na área médica, social e humana, a resposta é as necessidades prioritárias que nos enfrentamos.	2
Acredito que essa transcendência seja a busca da ciência, mas não ela propriamente dita. Creio que ela é impregnada de um modo geral por esses valores mas não que eles determinam a ciência como um todo. A racionalidade das revoluções científicas é um fator (creio que o principal) que projeta a ciência no sentido dessa transcendência em relação a estes fatores sociais e culturais; mas enquanto humana e não puramente racional, a ciência está longe deste feito.	2	a) Eu acredito que reflete valores sociais e culturais sim, pois apesar de tudo, quem estuda e aplica os métodos científicos é o homem que pode se influenciar por idéias e filosofias diferentes dependendo da cultura; mas acredito que no final as respostas obtidas sejam independentes disso.	1
Acredito que a ciência busca ser transcendental a tal valores, mas muitas vezes o homem reflete seus valores sociais e culturais nos métodos que assume para o desenvolvimento da ciência. Um bom exemplo de ciência universal é a linguagem matemática na minha opinião, mas em	3	Antigamente ela refletia os valores sociais e culturais, onde a religião determinava o que estava correto ou não. Exemplo: Terra centro do universo. Hoje a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais, não sendo afetada pelos valores sociais, políticos e filosóficos. Exemplo: Para a ciência Terra é um pequeno planeta, insignificante no	1

contrapartida vemos exemplos como de algumas unidades físicas, que embora exista um sistema internacional ainda é regionalizada.		universo.	
A ciência é universal, pois há vários projetos em que vários países participam em seu desenvolvimento. Ex.: desenvolvimento de tecnologias espaciais, foguetas	2	A ciência reflete valores sociais e culturais conforme a época em que está sendo utilizada.	1
A ciência é universal, pois ela é igual para todos, aqui e em qualquer outro planeta a ciência deve ser a mesma sempre, independente da cultura do local. Ex.: Os fenômenos físicos são iguais em qualquer lugar do universo, como exemplo, a atração gravitacional entre os corpos(planetas, satélites, pessoas).	2	Acredito que reflete valores sociais e culturais sim. Pois os cientistas de cada época pensam de uma maneira diferente, tem valores diferentes. Se alguma pessoa em outra época descobrir algo melhor do que a de um antigo, esta será substituída, se não todas as culturas e todas as épocas aceitarão o que já foi proposto.	1
a) Acho que a ciência reflete valores sociais e culturais, pois o cientista que desenvolve a ciência está envolvido em uma sociedade que passa valores sociais e culturais. Exemplo: Os primeiros cientistas não sabiam que a Terra era redonda, pois nessa época não era possível a dedução prática desse fenômeno. E isso com certeza envolve a sociedade daquela época.	1		
Não respondeu	4		

QUESTIONÁRIO 2

Questão n. 1- O que você lembra do que já foi ensinado no seu curso sobre teorias de ensino-aprendizagem

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Lembro melhor do behaviorismo ou comportamentalismo de Skinner, que em relação as escolas, a pesar de parecer um tanto ultrapassado creio que é a teoria que ainda mais se aproxima da realidade. Recordo também de Paulo Freire.	1	Na cadeira de Teoria da Aprendizagem lembro-me de utilizar o livro dos teóricos escrito pelo Moreira da UFRGS, lembro-me de termos visto Skinner, Piaget e outros, na filosofia da ciência nos revimos todos os que foram apresentados na sua cadeira.	3
As faixas do desenvolvimento humano dividido em faixas etárias	2	Foi ensinado, na disciplina de Metodologia de Ensino de Física I, sobre diversas teorias de aprendizagem, com maior ênfase nas construtivistas. Também foram analisadas estas teorias, apontando seus prós e seus contras; assim como, a sua aplicação em sala de aula, principalmente no ensino de Física (que é o foco desta disciplina). Vimos também a importância da realização de experiências em sala de aula; a diferença entre experiência e demonstração,... Também aprendi que é importante buscar uma aprendizagem significativa para o nosso aluno; e, não apenas imbutir-lhe o conhecimento. Foi muito proveitosa esta disciplina para mim; pois, acrescentou muito em fundamentação teórica para meu exercício do magistério.	1
Não recordo muita coisa, lembro de teorias	2	Que está em pleno processo de	2

construtivistas e do ensino tradicional.		desenvolvimento e busca de uma teoria mais abrangente. Que algumas teorias são mais ou menos eficientes para os diferentes indivíduos.	
Estou fazendo neste semestre a disciplina de Teoria e desenvolvimento da aprendizagem	3	Me lembro que no curso de teoria de ensino-aprendizagem foi abordado sobre os autores Piaget, Ausubel, Freire e sua respectiva teoria.	3
Que alguns dos grandes pensadores tinha duas linhas de aprendizagem: uns pregavam que o aluno aprendia mais fácil quando não era pressionado através de exames e outros diziam que o aluno só aprendia se realizasse um teste.	1	Lembro dos teóricos, da maneira como sugeriam que o conhecimento fosse ministrado, lembro de uma aula da disciplina de Psicologia da Educação na qual deveríamos analisar se a mídia, a família, a igreja, a sociedade também “ensina”.	1
Lembro vagamente do que foi tratado no curso de teorias de ensino-aprendizagem. Recordo de terem sido tratados assuntos referentes à alguns autores, principalmente, Piaget e as aplicações e prática de suas teorias.	3	Lembro das idéias principais dos teóricos estudados, Piaget, Vygotsky, Ausubel, Freire e Skinner e a relação de suas teoria com a sala de aula.	1
Lembro alguma coisa sobre alguns teóricos, mas muito vago.	2	Para ser sincero, não foi ensinado nada, dificilmente encontrarei uma cadeira no restante do meu curso que seja tão insignificante e “fútil” quanto à cadeira sobre Teoria do Desenvolvimento e da Aprendizagem, a minha revolta pode ser justificada pelo fato de não termos aprendido nada sobre as metodologias de ensino-aprendizagem, as quais constam no cronograma da disciplina. Não sei por que razão a professora tentou “inovar”, mas foi muito infeliz com essa atitude. Talvez, a frustração seja devido ao despreparo do educador. O conteúdo que foi passado para nós, alunos, foi os tipos de pedagogias existentes, ou pelo menos a maioria delas: Pedagogia Tradicional, crítica social dos conteúdos, libertadora, etc. O que aprendi sobre ensino-aprendizagem, foi na cadeira Metodologia de Ensino de Física I, que fala das diferentes linhas de metodologias de ensino que podem ser postas em práticas, usando como referências às teorias de vários “pensadores”, principalmente os pensadores da teoria construtivista, Piaget, Vygotsky, Kelly, Ausubel.	1
Foi usado vários autores mas não lembro de muita coisa.	2	Muitas coisas foram abordadas no decorrer do semestre, assim como a introdução a teorias e epistemologias do ensino e aprendizagem, mas ao meu ver o que teve maior enfoque foi a necessidade do desenvolvimento do conhecimento de forma analítica e livre, incentivando a capacidade criadora crítica, sem roteiros ou respostas prontas, substituindo a postura indutivista pela valorização da diversidade, e pela análise e entendimento dos fatores que levaram a ela.	1
Que existem várias “linhas” de teorias de ensino-aprendizagem. Que os pedagogos que pensam educação ainda não chegaram e jamais chegarão há um único método que seja eficiente para todos. Porque a arte de educar é algo complexo demais para existir uma fórmula mágica que atenda a todos.	1	Lembro de teorias que dão ênfase ao fator do caráter histórico/social diferente em cada indivíduo e a partir daí fazem suas projeções; mas também lembro de teorias que consideram o aluno como algo cognitivamente vazio, ou como satisfatoriamente nos diz a etimologia do próprio termo “aluno” (do latim <i>a-sem</i> e <i>luno-luz</i>) como sendo algo absolutamente passivo.	1

Cada um ensina sua maneira de ver e aplica num certo local. Não serve para todos. São diversas teorias.	2	Basicamente o estudo de métodos de ensino utilizados pelos professores na tarefa de ensinar os alunos.	2
Lembro que estudei mas não me recordo plenamente do que pregava cada teoria.	2	Piaget, Freire, Popper, Lakatos, Vygotsky, Kuhn, Laudan	2
A área relacionada a teoria de ensino-aprendizagem sempre me fascinou, pois possibilita que as dificuldades enfrentadas em sala de aula ou mesmo no convívio social e familiar sejam resolvidos de forma mais consistente.	2	No meu curso foi ensinado bastante coisa sobre o assunto. Foram estudados diversos filósofos e epistemólogos com suas teorias de desenvolvimento e aprendizagem.	2
Nada que eu considere importante	2	Nada	2
Lembro de algumas teorias que falam que o relacionamento educador-aluno é uma troca de ensinamentos. Um aprende algo com o outro. Também fala-se sobre o próprio aluno construir o seu conhecimento.	1	Das disciplinas anteriores lembro pouca coisa. Após a disciplina de metodologia de ensino de física, posso afirmar que aprendi muita coisa sobre teorias de ensino-aprendizagem.	1
Pra ser sincero acho que não lembro muita coisa, em geral que é necessário motivar, tratar bem e construir um bom ambiente.	2	Lembro das teorias desenvolvidas por alguns autores, entre eles: Piaget, Kunh, Vygotsky, Ausubel, Freire, Laudan e Popper	1
Não lembro muita coisa.... Acho que não aprendi quase nada.... Lembro que estudamos alguns autores que tinham suas teorias de como ensinar.... Alguns que já estavam lecionando, comentavam suas experiências, como eu ainda não estava não entendia direito...	2	Os fundamentos teóricos do processo ensino-aprendizagem, hoje, estão no cognitivismo. O cognitivismo trata da cognição, que se refere ao ato de conhecer, de atribuir significados aos conceitos, eventos e objetos do mundo real. O construtivismo significa que a cognição se dá por construção. O processo ensino-aprendizagem de Física vincula-se diretamente ao campo das estruturas cognitivas dos indivíduos, a de Física requer uma identificação aprendizagem cognitiva. Discutir o processo escolarizado do ensino de Física requer uma identificação com as teorias cognitivas de aprendizagem, como forma de discutir os mecanismos que favorecem a compreensão dos conceitos e fenômenos físicos.	1
Me lembro pouca coisa sobre cadeira de teorias de ensino-aprendizagem porque já faz alguns semestres quando fiz a cadeira, mas lembro que que estudei Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire.	3	Cada teórico segue um pensamento e uma linha de ação mas que cada teoria visa sempre enriquecer e ajudar o aluno na sua própria construção do conhecimento. Das disciplinas anteriores lembro pouca coisa. Após a disciplina de metodologia de ensino de física, posso afirmar que aprendi muita coisa sobre teorias de ensino-aprendizagem.	1
Me lembro de algumas idéias vagas sobre alguns teóricos e sobre alguns métodos de ensino. As aulas sempre foram basicamente leitura de textos de linguagem difícil e responder as questões sobre eles.	3		

Questão n. 2: Você já estudou os seguintes autores? Piaget; Vygotsky, Ausubel; Freire. Se sim, diga o que lembra de cada um.

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Sim. Paulo Freire. Para ele não há saber mais ou menos e sim saber diferente. A relação professor aluno sofre um processo de humanização e evolui para uma prática mais "amorosa" como diria o próprio Freire. Dos outros só lembro o nome.	2	Piaget – Frances, Construtivista, construção do conhecimento Vygotsky – Construção do conhecimento, zonas proximais de conhecimento, interação com o meio social. Ausubel – não conhecia antes da aula	1

		Freire – Brasileiro, educação para adultos	
Piaget: Um dos primeiros teóricos a abordar os temas sobre as teorias de ensino-aprendizagem.		<p>Piaget: Preocupa-se com a natureza do conhecimento e com a maneira através da qual ele é adquirido. Propõe a utilização de materiais concretos para a formação do conhecimento</p> <p>Vygotsky: Seu tema principal é a relação entre pensamento e linguagem. Apóia o método experimental. Segundo ele, devem ser colocados obstáculos na experimentação e a quebra de métodos rotineiros. Seu método baseia-se na análise durante todo o processo de aquisição do conhecimento</p> <p>Ausubel: A aprendizagem deve se apoiar nos conhecimentos que o aluno já possui (organizadores prévios). Para ele a aprendizagem deve ser significativa. Deve haver uma interação entre os conhecimentos já existentes e as novas informações.</p> <p>Freire: O educando é sujeito de sua aprendizagem. A aprendizagem de um novo conhecimento deve ter uma relação com o cotidiano do educando.</p>	1
Não recordo	3	<p>Piaget: observação cuidadosa. Objetivos pedagógicos centrados no aluno.</p> <p>Vygotsky: mediação mental. Observador do comportamento infantil</p> <p>Ausubel: aprendizagem significativa e mecânica.</p> <p>Freire: teoria do construtivismo: ensinar não é transmitir o conhecimento.</p>	1
Não	3	Sim. Não lembro de nada	
<p>Sim.</p> <p>Freire: Ele fala que temos que nos jovens estudantes temos um compromisso com a nossa sociedade e ajuda-lo a melhorar. Pedagogia do oprimido.</p>		<p>Piaget: defendeu a teoria do construtivismo. Dividiu o desenvolvimento mental em quatro estágios bem distintos, através da observação do comportamento de seus filhos. Os estágios eram os seguintes: sensorio-motor; pré-operacional; operacional-concreto e operacional-formal. O pensamento de Piaget implica que os objetivos pedagógicos precisam estar centrados no aluno.</p> <p>Vygotsky: defendeu a teoria da mediação, em que a aprendizagem é a via pela qual o indivíduo adquire atitudes, conhecimentos e habilidades. Para ele, o aluno são os sujeitos e os professores tem o papel de orientar os alunos nas tarefas.</p> <p>Ausubel: Defendia uma aprendizagem significativa, ou seja, uma aprendizagem progressiva em que vão se dando significado às coisas. Para ele o aluno já sabe, basta ensina-lo de acordo com seu conhecimento.</p> <p>Freire: Para ele, os professores devem buscar uma educação libertadora problematizadora/dialogada, em que os professores devem possuir algumas qualidades, entre elas: humildade, amorosidade, segurança, decisão.</p>	1
Lembro de ter estudado sobre a teoria destes autores, principalmente Piaget e Paulo Freire, mas os assuntos estão um pouco esquecidos.	4	<p>Piaget, montou uma teoria com base no estudo do ensino aprendizagem em crianças.</p> <p>Vygotsky, desenvolveu a idéia de signos na</p>	1

		aprendizagem. Ausubel, desenvolveu um estudo sobre a aprendizagem significativa. Freire, o aluno define o que quer aprender e com base em coisas do cotidiano	
Sim. Lembro alguma coisa da pedagogia de Paulo Freire. Da intervenção que o professor deve ser com o seu aluno no ato de ensinar.	4	Piaget estudou a maneira com o ser humano adquire o conhecimento, teoria chamada de Epistemologia genética. Foi um dos fundadores da linha construtivista. Vygotsky construiu uma teoria de desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, Nela a aquisição de conhecimentos ocorre pela interação do sujeito com o meio. Ausubel outro construtivista, estudou a forma de obtenção de conhecimento através da interação dos conhecimentos que o aluno já possui (subsunçores) com os que ele irá obter de maneira mecânica ou significativa. Paulo Freire trata de uma teoria de alfabetização, utilizando se do contexto onde o aluno está inserido para desenvolver o conteúdo.	1
Sim. Lembro de Piaget no estudo do desenvolvimento das crianças	4	Sim	4
Sim exceto Ausubel. Piaget e Vygotsky foi muito artificial. Lembro que um deles é seguidor das idéias do outro. Acho que o nome dele é Jean Piaget. Paulo Freire sim. Li bastante. Minha mãe é fanática assim como minha prima. É o educador brasileiro mais renomado no exterior, inclusive mais que no Brasil. Acredita que o conhecimento deva ser construído como a teia de rede e não em linha. Que sempre deve ser valorizado o meio-sócio cultural que o educando está inserido.	2	Piaget: Piaget avançou numa área de conhecimento chamada de epistemologia genética. Ele estava preocupado em descobrir o que realmente constitui inteligência, em sua atividade mental e na sua interação com o mundo. Vygotsky: O tema central de sua teoria é a relação entre pensamento e linguagem, uma teoria sobre desenvolvimento intelectual na qual a concepção sobre desenvolvimento é também uma teoria da educação. Ausubel: O conceito central de sua teoria é a aprendizagem significativa, onde uma nova informação se relaciona a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Freire: Paulo Freire dá ênfase a educação dialógica, onde o ponto de partida é a experiência existencial do educando. A educação dialógica é realizada pelo professor com o aluno.	1
Sim. As teorias ensinadas não são aplicadas, pois cada um tem uma maneira do ponto de vista para ensinar, achar o que é certo no momento.	4	Piaget: Sim, a teoria de aprendizagem de Piaget está relacionada com um método direcionado para o ensino de uma forma construtivista, ou seja o aluno é o principal responsável pela "construção" de seu conhecimento, com o professor sendo um espectador, mas intervindo em situações onde sua presença seja necessária. O professor é espectador, porém não é omissor. Vygotsky: Sim, a teoria de Vygotsky, considera que o aprendizado do aluno é um processo puramente externo, e considera o contexto cultural como fator que participa de uma forma ativa na aprendizagem e desenvolvimento do aluno. Ausubel: Sim, o conceito principal de Ausubel é o de que a aprendizagem deve ser significativa	1

		<p>para o aluno, da ênfase na relação professor-aluno.</p> <p>Freire: Sim, a metodologia de Freire é libertadora, ou seja o aluno aprende de acordo com as suas possibilidades, não há pressão por parte do professor para acelerar o processo de aprendizagem.</p>	
<p>Só Piaget e Vygotsky.</p> <p>Piaget: construtivista, sugere que o aluno construa o conhecimento tendo não um professor mas um mediador.</p> <p>Vygotsky é interacionista</p>	2	<p>a) Piaget: Estágios de desenvolvimento mental: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal. Construção do conhecimento: esquema, assimilação, acomodação, adaptação e equilíbrio.b) Vygotsky: Elementos mediadores: Instrumentos e signos. O termo aprendizagem para ele, designa a via pela qual o indivíduo adquire atitudes, conhecimentos e habilidades, tendo como ponto de partida a sua interação com o ambiente e com outros sujeitos. c) Ausubel: Aprendizagem significativa ocorre por descoberta e por recepção. Faz uso dos organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de idéias consistentemente relacionadas entre si. Se Ausubel tivesse que reduzir toda a psicologia da educação a um único princípio, formularia este: de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante consiste no que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo.</p> <p>d) Freire: Para Freire, não há docência sem discência. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Faz uso da educação dialogada e p ponto de partida de tal educação é a experiência existencial do educando. O educando é considerado num contexto de vida (realidade) passível de ser conhecido e modificado. A partir desta compreensão de educação, Freire introduziu os conceitos de “universo temático” e “tema gerador”, determinados pelas relações homem-mundo.</p>	1
<p>Piaget, Vygotsky e Freire. Ausubel não.</p> <p>Piaget: analisou o desenvolvimento cognitivo do seu filho e de outras crianças procurando identificar fases. Enfatizou muito o relacionamento entre pessoas e entre pessoas e objetos.</p> <p>Vygotsky: Avalia que a aprendizagem é facilitada quando se dá na região próxima aquela de conhecimento do aprendiz, que desta forma a assimila e não a decora.</p> <p>Freire: Estudou e colocou em prática uma teoria própria de ensino-aprendizagem. É brasileiro e trabalhou intensivamente na alfabetização de multidões, sempre tendo como base o contexto social, cultural e econômico em que se insere o aprendiz.</p>	2	<p>Piaget: Lembro da ênfase da genética em seus trabalhos, da divisão de fases de desenvolvimento cognitivo por faixa etária.</p> <p>Vygotsky: Em meio a um contexto histórico/social politicamente diametralmente oposto ao de Piaget que remete em Vygotsky uma pedagogia vista a partir de uma ótica fundamentada na socialização das relações aluno/professor e a partir daí o caráter interacionista de sua teoria.</p> <p>Ausubel: Lembro que é a metodologia desse autor que a professora Fernanda Ostermann utilizou na apresentação de seu trabalho no auditório da Física como atividade extra da disciplina de Metodologia de Ensino de Física 1 mas agora não me recordo da teoria a ponto de discorrer suficientemente sobre ela.</p> <p>Freire: Em minha visão este é o mais humanista</p>	1

		de todos. Imprimindo sempre o que ele mesmo chama de uma “amorosidade” que o professor deve ter na sua relação com o aluno, Freire sustenta que o primeiro passo para um professor pensar sua aula deve ser o de reconhecer a realidade cotidiana de seus alunos e a partir daí projetar uma aula dialógica que possibilite ao aluno construir seu conhecimento juntamente com o professor.	
Não	3	<p>Piaget: trabalhou com epistemologia genética estudando psicologia. A psicologia seria uma ponte entre a biologia e a epistemologia. Estudou os estágios de desenvolvimento dos alunos.</p> <p>Vygotsky: interacionista. Considera que deve haver uma mediação entre o assunto a ser aprendido e o aluno. O aluno internaliza o conhecimento aos poucos.</p> <p>Ausubel: teórico da aprendizagem significativa. Para Ausubel, as aulas devem ser preparadas considerando o que o aluno já sabe. As aulas são ministradas para que o aluno construa seu saber ancorando os conhecimentos novos sobre aquilo que já se sabe.</p> <p>Freire: educação problematizadora ou dialógica. Os professores, chamados de progressistas, devem estabelecer diálogos com seus alunos e devem ter uma quantidade infindável de qualidades indispensáveis para que seu desempenho seja melhor ao auxiliar um aluno a construir seu conhecimento.</p>	1
Já estudei Piaget, Vygotsky e Freire mas não lembro nada específico de cada um. Lembro mais de Freire e da Pedagogia do Oprimido.	4	<p>Piaget separa o conhecimento em vários estágios sensório motor; pré-operacional; operatório concreto; operatório formal. Divide o construtivismo em fase empírica; fase gnóstica e fase de aplicação. O professor deve tornar-se animador e incentivador.</p> <p>Ausubel: o mais importante de ensino aprendizagem é que o material deve ser significativo e ter lógica. O aluno precisa ter vontade e disposição para aprender e o aprendiz deve fazer uma filtragem dos materiais que possuem significado para si.</p> <p>Vygotsky: usa o termo aprendizagem para designar a via pela qual o indivíduo adquire atitudes, conhecimentos, habilidades. Tendo como ponto de partida a sua interação com o ambiente e com outros sujeitos. Os alunos são o sujeito de seus processos de aprendizagem.</p> <p>Freire: Uma ação pedagógica crítica não pode desconsiderar a escola. No entanto, na maioria das vezes, a relação que se estabelece entre o professor e o aluno é uma relação denominada por Freire de “Educação Bancária”: o professor fala e o aluno escuta, submete-se e obedece. O professor consciente sabe que para tornar o aluno um agente ativo e transformado da realidade, a “Educação bancária” deve ser mudada o mais urgente.</p>	1
Sim. Não lembro nada de Vygotsky	2	A epistemologia genética de Piaget busca	1

<p>Piaget: era biólogo manteve um estudo sobre o que o ser humano identifica e aprende em cada idade.</p> <p>Ausubel: Um aprendizado baseado em relacionar conhecimentos já existentes e usá-los com base para novos aprendizados.</p> <p>Freire: Relaciona o conteúdo com a realidade do aluno. Buscar exemplos nas coisas que eles conhecem e entendem.</p>		<p>entender a natureza do conhecimento humano e a forma através da qual ele é adquirido, para isto são definidos estágios de desenvolvimento mental, divididos em idades estimadas com períodos que definem diferentes níveis de desenvolvimento intelectual, no processo evolutivo de construção da inteligência do indivíduo.</p> <p>A teoria de Vygotsky relaciona a fala com o uso de instrumentos, definindo o uso de signos da fala como organizador das funções psicológicas superiores.</p> <p>A teoria de Ausubel define que o ensino deve ser baseado no conhecimento que o aprendiz já tem, identificando os conceitos organizadores básicos do que irá ser ensinado e utilizando recursos e princípios que facilitem a aprendizagem de maneira significativa.</p> <p>A teoria de Freire defende um ensino baseado nos conhecimentos prévios do educando, levando em consideração o meio sócio-econômico que o mesmo se encontra, de forma a relacionar o conteúdo abordado com a realidade do aprendiz.</p>	
<p>Sim, com exceção de Vygotsky. Não lembro de nada sobre eles.</p>	4	<p>Piaget: Epistemologia genética, método da observação cuidadosa. Equilíbrio entre acomodação e assimilação para haver conhecimento. Construtivismo.</p> <p>Vygotsky: Zonas de desenvolvimento proximal, alunos sujeitos do processo de aprendizagem. Signos. Construtivismo.</p> <p>Ausubel: Aprendizagem significativa e estrutura cognitiva. Mapas conceituais de Novak para melhor entendermos. Construtivismo.</p> <p>Freire: Contextualização com a realidade, docência com discência. Valorização dos conhecimentos prévios dos alunos. Ensinar aprendendo e os alunos aprendem ensinando. Educação popular.</p>	1
<p>Sim. Já estudei os autores há alguns semestres e não pratiquei. Por isso não me lembro as coisas separadas de cada um deles.</p>	4	<p>a) Piaget Sim, ele dedicou muito tempo ao estudo da criança e se dedicou a filosofia experimental.</p> <p>b) Vygotsky Sim, ele considera a história de cada pessoa, explica as transformações do conhecimento utilizando a vivência diária de cada um.</p> <p>c) Ausubel Sim, acredita que deve ser levado em consideração o que cada ser já sabe para fazer uma interação do que ele sabe com o novo conhecimento.</p> <p>d) Freire Sim, ele estudou as etapas da vida de cada indivíduo.</p>	1
<p>Sim, mas não recorro de nada.</p>	4		

Questão 3: Além dos autores da questão 2, você estudou outros teóricos de ensino-aprendizagem? Se sim, diga qual (is) e faça um breve relato sobre ele(s)

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
<p>Não sei se Feyrabend poderia ser citado, mas fiz um trabalho sobre ela na cadeira de</p>	4	<p>Kuhn: O desenvolvimento da ciência. Articula-se em três conceitos fundamentais: Paradigma,</p>	4

Filosofia da ciência. Quanto a outros, talvez até tenha ouvido falar alguma coisa, mas não lembro.		ciência normal e revolução científica. Laudan: Para ele a ciência procura oferecer soluções adequadas aos problemas, em que as questões de verdade, certeza ou probabilidade são irrelevantes.	
Não	3	Não	3
Não	3	Não lembro	3
Skinner, fez um estudo com ratos sobre condicionamento e depois fez um estudo do condicionamento nos seres humanos	1	Inre Lakatos é um teórico que estuda a Filosofia da ciência descrevendo como se evoluem as teorias. Basicamente uma teoria possui um <i>Núcleo Firme</i> que constitui uma hipótese que não pode ser rejeitada jamais, e sim modificada no que Lakatos chama de <i>Cinturão protetor</i> . Quando esta teoria pode ser mais modificada surge outra nova teoria constituindo um novo <i>Núcleo Firme</i> .	4
Não lembro. Acho que estudei Freud.	3	Sim	2
Sim Augusto Comte	2	Skinner foi outro teórico que usava a teoria de uma disciplina mais severa com base no condicionamento, horários bem definidos e tarefas bem definidas faziam parte do contexto de sua teoria. Uma relação de estímulo resposta.	1
Estudei muitos outros. Alguns não recordo o nome, mas suas teorias envolvem desde sentimentos até o aluno como mestre de conhecimento. Cito Gardner (inteligências múltiplas), Domênico de Mais (construção criativa e vida a partir do ócio), Gestalt (percepções múltiplas – aqui não diretamente ligado a teorias de ensino-aprendizagem), Freud (psicanálise e funcionamento do pensamento), Lea Fagundes e outro que veio palestrar aqui na UNISINOS (relacionado a novas tecnologias) e outros autores importantes que falam na pedagogia por projetos.	1	Sim, Popper, Kunt, Lakatos, Laudan Popper: A sua filosofia é denominada de racionalismo crítico. Para ele o conhecimento científico é criado, construído e não descoberto num conjunto de dados empíricos. Kunt: A epistemologia de Kunt encara o desenvolvimento científico como uma seqüência de períodos de ciência normal, nos quais a comunidade científica adere a um paradigma. Lakatos: A sua epistemologia é voltada para a metodologia dos programas de pesquisa, onde ele procura uma explicação lógica para o saber científico. Laudan: Laudan propõe uma teoria da ciência como solução de problemas. Ele criou o conceito de tradição de pesquisa, onde ela fornece ferramentas para a solução de problemas. O seu critério de demarcação é a racionalidade e a progressividade das teorias estão intimamente ligadas à eficiência delas na solução de problemas.	4
Skinner: estímulo resposta. Um aluno deve receber estímulo para trabalhar ou ser recompensado.	1	O teórico que melhor recorde é Burrhus Frederic Skinner, com sua teoria <i>behaviorista</i> ou comportamentalista onde o indivíduo é considerado como algo que pode ser controlado por estímulos externos e através do devido condicionamento pode ser efetivamente corrigido. Também chamada de ciência do comportamento, o <i>behaviorismo</i> tem servido de base a muita teoria pedagógica. Se faz mister aqui salientar que há ainda pensadores que não consideram o <i>behaviorismo</i> como a própria ciência do comportamento, mas sim a filosofia dessa ciência. Propõem estes pensadores questionamentos do tipo: “É possível tal ciência? Pode ela explicar cada aspecto do comportamento humano? Que métodos pode	1

		empregar? São suas leis tão válidas quanto à da Física e da Biologia? Proporcionará ela uma tecnologia e, em caso positivo, que papel desempenhará nos assuntos humanos?”.	
De momento não me lembro	3	Já estudei outros sim, acredito que Paul Feyerabend possa aparecer entre eles, mas relatar algo sobre eles assim sem fazer uma nova leitura fica complicado.	4
Só li quase toda uma obra chamada Inteligências múltiplas. Não lembro o autor. Muito interessante, derruba a idéia de QI e acredita que todas as pessoas têm algum tipo de inteligência.	1	Além dos autores citados anteriormente foram estudados alguns epistemólogos como Thomas Kuhn, que defende o desenvolvimento da ciência em ciclos evolutivos, marcados por paradigmas, ciência normal e revolução científica, Laudan e a tradição de pesquisa, Lakatos e a metodologia de programas de pesquisa e Popper e o racionalismo crítico.	4
Não me recordo	3	Não	3
Estudei alguma coisa sobre Feyerabend. Ele critica muito a idéia de não se aproveitar todo o conhecimento que a ciência nos oferece nas deduções das teorias científicas. É muito contra o uso de um único método. Não estudei Feyerabend como teórico de ensino-aprendizagem, mas acho que se encaixa.	4	Lakatos, o progresso na metodologia de Lakatos, é baseada num processo totalmente empírico. Popper, considerado como o criador do termo “Racionalismo Crítico”, rejeita a metodologia do empirismo e ao observacionalismo/indutivista da ciência. Kuhn, considera que a evolução da ciência se dá através da quebra de paradigmas, ou seja, uma teoria é substituída por outra que seja mais completa e evoluida. Laudan, lançou o conceito de tradição de pesquisa. A sua teoria propõe uma ciência direcionada na solução de problemas.	4
Não, que me recorde	3	Kuhn: Paradigma, ciência normal, incomensurabilidade e desenvolvimento científico. Popper: Racionalismo crítico, refutabilidade demarca a ciência e não-ciência. Falseacionismo	4
Sim, Miguel G. Arroyo, que é seguidor de Paulo Freire.	2	Não. Além destes, estudei apenas epistemólogos.	3
Não	3	Laudan: Lançou a teoria das tradições de pesquisa (TPs), era racionalista. Popper: Para se realizar uma observação esta deve ser baseada em uma teoria que a norteie. Kuhn: Não justificativa lógica para o método indutivo; a observação é antecedida por teoria.	4
Não recordo	3	Skinner – ensino de estímulo resposta, utilizado em livros de ensino de informática.	1
Skinner. Estudei e apresentei um trabalho sobre ele.	2	Kuhn - acredita no caráter construtivo Popper - É um racionalista crítico, utiliza a teoria dos três mundos para o problema cérebro-mente. Lakatos - o principal é o interior de cada indivíduo Feyerabend- é um crítico do racionalismo. Ele é contra o método dos demais pensadores.	4
Deixou em branco.	3		

Questão n. 4: Você vê alguma relação entre teorias de ensino-aprendizagem e metodologia de ensino de Física? Explique.

Primeira aplicação	Segunda aplicação
Categorias	Categorias

Sim, Acredito que elas estão fortemente unidas, porém não sei explicar como.	1	Sim, pois a metodologia que é aplicada vem de um ensino de aprendizagem.	2
Sim. Acredito que existe alguma relação entre as teorias de ensino-aprendizagem e metodologia de ensino de física, porque estuda as teorias dos principais autores do ensino.	1	Sim. Pois podemos seguir uma delas como base para o planejamento e aplicação de nossa aula. Elas estão diretamente relacionadas à forma de construção do conhecimento que queremos que o nosso aluno tenha. É uma pena que grande parte dos educadores siga Skinner; ou até mesmo, não siga nenhuma teoria, por falta de conhecimento das mesmas.	2
Sim, Pois para utilizar um método de ensino é necessário antes uma teoria.	1	Sim. Porque cada metodologia é mais adequada para determinadas situações e conteúdos. São também mais ou menos eficientes para determinados experimentos.	2
Vejo, espero aprender a usar melhor esses estudos e teorias na metodologia de ensino de Física. Cruzar as duas coisas é essencial.	1	Sim. Existe uma relação entre teorias de aprendizagem e metodologia do ensino de Física. O professor deve ter uma formação pedagógica suficientemente sólida para saber como lidar com a aprendizagem dos seus alunos. Porém, acredito que é praticamente impossível seguir uma única teoria sempre, pois o que serve em um determinado caso não serve para outro. É por esta razão que há necessidade de se estudar várias teorias de ensino-aprendizagem.	2
Sim. As teorias de ensino-aprendizagem, construtivistas falam em fazer com que o aluno construa seu próprio conhecimento, lançar desafios que façam o aluno pensar e chegar ele mesmo a alguma conclusão e depois discutir a respostas.	2	Sim, conforme o estudado uma é o preenchimento da outra, a teoria de ensino-aprendizagem é uma introdução básica enquanto que a metodologia de ensino de Física é um aprofundamento sobre os autores da teoria e dos epistemólogos.	2
Talvez exista esta relação, mas não acredito que a metodologia de ensino de Física necessita de fundamentação em teorias psicológicas e, em geral, discordantes entre si devido a imensa subjetividade de suas fundamentações.	3	Sim Vejo. Acredito que uma complementa a outra.	1
Relação total. Toda metodologia deve considerar as técnicas, mas nunca descartar um toque do desenvolvedor, que é em última instância o professor.	1	Sim, principalmente as teorias de aprendizagem que são baseadas no construtivismo.	2
As aulas de laboratório são relacionadas com construtivismo, interacionismo e estímulo-resposta. Acredito que as aulas expositivas não são totalmente construtivistas mas através delas é possível o professor ser mediador e deixar o aluno produzir individualmente.	2	Sim. Ao meu ver as teorias de ensino aprendizagem são modelos que podem e devem ser trabalhados e estudados pelos educadores, por servirão de base na construção da metodologia de ensino individual adotada por cada professor.	2
Muita coisa muda. As vezes o que um teórico ensina não é realizado na prática. Cada um tem um momento de concepção	1	Sim. O sujeito professor é quem deve decidir qual teoria melhor servirá para tal conteúdo e aplicá-la da maneira que julgar mais adequada. Recordo-me de ver de maneira razoavelmente clara na aula de muitos de meus professores a linha teórica de grande parte desses autores.	2
Sim. A forma como se constrói o conhecimento. Por exemplo por onde começar um experimento.	1	Sim, pois elas se completam dependendo da teoria e a forma para a qual foi escolhida no momento de uma metodologia de ensino	2
Não sei	3	Não sei	3
Sim, Pois é necessário ter o conhecimento de ensino-aprendizagem, para poder aplicar a aprendizagem das metodologias de ensino de	2	Sim, mas é preciso direcionar a teoria para o contexto da física, analisar as necessidades e daí sim aplicar. Experimentos são importantes, a	2

física aos “alunos”. Através dela, se tem a base da interação educador-educando.		seqüência do conteúdo que é passado e a relação das idéias é importante.	
Acredito que há. Deveria haver ainda mais, entre as teorias de ensino-aprendizagem e as metodologia de ensino de física, o que parece difícil é fazer a ponte entre elas. Professores de física, de todos os níveis, inclusive no superior, usam metodologias um pouco ultrapassadas, não aplicam muitas vezes as teorias de ensino-aprendizagem.	2	Com certeza, pois um professor de física deve estudar as teorias de ensino-aprendizagem para ter uma melhor metodologia de ensinar, para conseguir compreender o que se passa na cabeça dos alunos, e como encontrar uma melhor maneira de construir seus conhecimentos.	2
Sim. Metodologia de ensino de Física busca relacionar as explicações da física com estas teorias de ensino-aprendizagem sob a luz de um novo método de ensino.	2	Sim, pois podemos usar, relacionar as teorias de ensino-aprendizagem para ensinar o conteúdo de física aos alunos.	2
Sim, pois ambas tem a mesma finalidade. A finalidade de que possamos conhecer o melhoramento do ensino a que um aluno se adapte.	2	Sim, claro. As teorias ajudam e contribuem na metodologia que adotamos para trabalhar. As vezes adotamos um pouco de cada teórico sem nos fixarmos somente em um	1
As teorias são moldes apresentados, se o licenciando tiver uma boa percepção pode utiliza-las para construir aulas de fácil captação e produtividade.	2	Sim. Acho que durante este semestre foi possível verificar esta relação entre as teorias de ensino-aprendizagem e metodologia de ensino de Física. Isto foi possível verificar, devido aos trabalhos desenvolvidos por cada dupla, que utilizou uma teoria, de um determinado autor e colocou em prática na metodologia.	2
Sim pois a relação das teorias são comprovadas na prática na sala de aula	2	Não	3
Baseada na teoria de ensino-aprendizagem que eu vou criar minha metodologia de ensino.	2		

Questão n. 5: Você já leu os PCN's (parâmetros curriculares nacionais) para o ensino médio? Se sim, quais são as ênfases para o ensino de Física sugeridas nesse documento?

Primeira aplicação		Segunda aplicação	
Categorias		Categorias	
Não	3	Já dei uma olhada na Internet, mas não li todo ele por isso não vou comentar	2
Não	3	Sim. Contextualização com a realidade.	1
Sim Ensino médio: 1º ano = mecânica; 2º ano = Termologia, óptica e ondulatória; 3º ano = eletricidade. Só não sei se é nessa ordem.	4	Sim. Eles utilizam os termos de que o aluno deve adquirir, classificar, investigar, deduzir, elaborar ciclos dinâmicos em relação aos conhecimentos que são passados para ele. Assim os conteúdos devem ser passados de uma maneira que ele possa identificar questões e problemas a serem resolvidos. Estimular a observação, classificação, e organização dos fatos. A visão empirista-indutivista prevalece também, quando é colocado que compreender a linguagem física consiste em identificar as grandezas físicas, ser capaz de ler e traduzir gráficos ou expressões matemáticas, saber relatar os resultados de uma experiência de laboratório, etc. Mas os PCNs falham quando não passam a idéia de que a Física é inacabada.	1
Não li	3	Sim. Já li os PCN's para Física no Ensino Médio. Ênfases sugeridas (sob meu ponto de vista): Quebrar o paradigma de ensinar os conteúdos de forma desarticulada, meramente decorando teorias e aplicando-as em um número imenso de exercícios. Ensinar Física de maneira que permita ao aluno enxergar e interpretar o	1

		fenômeno de maneira ampla e também particular, não descartando o que ele sabe e não impondo o conhecimento de Física como algo pronto e acabado. Revelar a beleza da Física sob o ponto de vista prático e também filosófico. Rediscutir a Física possibilitando uma melhor compreensão do mundo. Relacionar a Física com aspectos do cotidiano, ressaltando que a Física está em qualquer lugar.	
Deixou em branco	3	Sim. Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos; desenvolver a capacidade de investigação física; reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico; Ser capaz de emitir juízes de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.	1
Não	3	Sim. Seria a representação e comunicação, a investigação e compreensão e a contextualização sócio-cultural?	1
Sim, mas não lembro das ênfases relacionadas com a física.	2	Sim, Enfatiza o reconhecimento na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica; Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências; Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	1
Não Só li do ensino fundamental.	3	Sim. Os PCN's dão ênfase para a construção de seres pensantes, com autonomia e iniciativa, mas que saibam trabalhar em equipe, desta forma defendem a aplicação do ensino de física de forma ampla em termos de associa-lo com a vida do educando, prendendo a atenção do mesmo com o esclarecimento de dúvidas do cotidiano, e mais que isso, como o desafio a capacidade criadora , com problemas e experimentos que viabilizem obstáculos que desenvolvam o raciocínio crítico do aluno.	1
Não. Mas acredito que seja o construtivismo que junto com a nova LDB	3	Não li ainda.	3
Deixou em branco	3	Deixou em branco	3
Não	3	Sim, mas não lembro no momento. Acho que tudo o que li por enquanto só está no papel. Não é aplicado e feito o que está escrito.	2
Não	3	Sim Já li e acho a carga horária muito baixa, de forma que é necessário um milagre para conseguir passar o conteúdo sugerido. Quanto a metodologia, acho interessante usar partes das teorias dos teóricos, sendo que acho a de Ausubel a mais interessante, aplicando experimentos simples e bem elaborados para que a visualização do aluno seja mais clara e interessante. Chamar a atenção dos mesmos para a física é uma necessidade no sentido de que ampliem sua visão do mundo e alcancem	1

		novos horizontes.	
Não	3	Sim. Os PCN's enfatizam em trazer a física para a realidade do aluno, para o concreto, o seu dia a dia, em dar ao ensino novas dimensões. Eles propõem procurar novas visões que passem um conhecimento rico e assimilável para os alunos.	1
Não	3	Sim. Conhecimento e utilização de conceitos físicos. Compreensão da física do nosso cotidiano; construção e investigação de situações-problemas; articulação do conhecimento físico com o conhecimento de outras áreas do saber científico.	1
Sim	2	Não	3
Não	3	Sim. Dão ênfase na questão do cotidiano; que o ensino de física deve ser direcionado com questões relativas ao dia-dia do próprio aluno para que ele tenha melhor construção de seu conhecimento.	1
Não	3	Para ser sincera, lí só uma pequena parte, e não me lembro.	2
Não	3		

ANEXO K - Questões sobre a epistemologia de Kuhn e Popper**KUHN e POPPER**

- a) O que significa dizer que as “proposições de observação” (enunciados que descrevem algo observado) pressupõem a teoria?
- b) Na concepção indutivista as “proposições de observação” constituem-se na base segura a partir da qual o conhecimento científico é derivado. Porque tais proposições não são seguras?
- c) Quais são as críticas que Popper fez ao critério de demarcação positivista, a verificabilidade, e que critério ele propôs?
- d) O que é a teoria do balde mental? Porque Popper a considera falsa? Como Popper denomina a sua teoria do conhecimento? Como pode ser sintetizada a teoria do conhecimento popperiano?
- e) Explore diferentes exemplos ou episódios históricos que ilustram uma matriz disciplinar (generalizações simbólicas, modelos particulares, valores compartilhados, exemplares).
- f) Caracterize o período de ciência normal proposto por Kuhn.
- g) Explique como Kuhn caracteriza o período de ciência extraordinária. Dê exemplos.
- h) O que significa dizer que paradigmas sucessivos são incomensuráveis na epistemologia kuhniana?
- i) Confronte as idéias de Popper e Kuhn (unidade de análise, critério de demarcação, racionalismo, realismo).
- j) Explique como as metodologias de Popper e Kuhn representam oposição à visão empirista-indutivista de ciência.
- k) Discuta implicações que podem ser derivadas da epistemologia de Kuhn para o ensino de Física.

Fonte: Mestrado Profissional em ensino de Física. Disciplina: História e epistemologia no ensino de Física. Janeiro de 2003.

ANEXO L – Questões sobre a epistemologia de Laudan**LAUDAN**

- 1) Em que medida o trabalho de Laudan pode ser considerado uma confrontação com as idéias kuhnianas? Explique.
- 2) Por que Laudan pode ser considerado o “último” racionalista do século XX? Explique.
- 3) Que taxionomia para os problemas científicos é proposto na sua epistemologia? Explique e dê exemplos.
- 4) Qual a unidade de análise proposta por Laudan? Explique e dê exemplos.
- 5) Como Laudan caracteriza o progresso científico?
- 6) Qual o critério de demarcação proposto por Laudan?

Fonte: Mestrado Profissional em ensino de Física. Disciplina: História e epistemologia no ensino de Física. Janeiro de 2003.

ANEXO M – Unidades Didáticas

ANEXO M1 - As leis do movimento de Newton associadas às questões do trânsito, através de uma abordagem vygotskyana.

UNIVERSIDADE DO VALE DOS SINOS – UNISINOS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA
METODOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA I

As leis do movimento de Newton associadas às questões do trânsito através de uma abordagem vygotskyana

Prof. Angela Maria Jacobus Berlitz

São Leopoldo, junho de 2005

Sumário

Lista de figuras	4
Lista de Tabelas	5
1. Introdução e objetivos	6
2. Fundamentação Teórica	8
2.1. Newton	8
2.1.1. O personagem	8
2.1.2. As três do movimento de Newton	14
A primeira lei	14
A segunda lei	16
A terceira lei	17
2.2. Vygotsky	18
2.2.1. O personagem	18
2.2.2. Tópicos fundamentais da teoria	20
3. Aplicação da teoria educacional de Vygotsky às três leis de Newton	24
3.1. A definição do tema a ser trabalhado	26
3.2. Avaliação prévia do conhecimento pessoal e de grupo	27
3.3. Preparação do material didático conforme a avaliação	33
3.4. Aplicação	34
3.5. As experiências realizadas	36
3.6. O Feedback	39
	2
4. Conclusões e análises finais	41
Referências bibliográficas	42
Anexos	44
1. A pré-avaliação	445
2. As experiências realizadas	446
➤ Inércia do repouso	446
➤ Inércia do movimento	447
➤ Segunda lei e ação e reação	448
➤ Ação e reação	449
3. Experiências projetadas, mas não realizadas	50
➤ Inércia do repouso, atrito cinético e atrito estático	50
4. O feedback	52

Lista de figuras

Figura 2.1.:	Retratos de Newton	8
Figura 2.2.:	Capa do <i>Principia</i> de Isaac Newton	12
Figura 2.3.:	Ao puxar bruscamente, a cartolina acelera e a moeda cai dentro do copo....	15
Figura 2.4.:	Quando o cavalo freia subitamente, o cavaleiro é projetado.	15
Figura 2.5.:	A) A força da mão acelera a caixa; B) Duas vezes a força produz uma aceleração duas vezes maior; C) Duas vezes a força sobre uma massa duas vezes maior, produz a mesma aceleração original.	17
Figura 2.6.:	Uma foto de Vygotsky	18
Figura 3.1:	Relações pertinentes à construção da autonomia.....	28
Figura 3.2:	Alunos respondendo a pré-avaliação	29
Figura 3.3:	Gráfico ilustrando a distribuição de notas obtidas a partir da pré-avaliação ..	31
Figura 3.4:	Fotos da aula expositiva	35
Figura 3.5:	Momento para formação das equipes e planejamento das ações.....	36
Figura 3.6:	Alunos realizando a experiência 1 – inércia do repouso.....	37
Figura 3.7:	Alunos realizando a experiência 2 – inércia do movimento	38
Figura 3.8:	Alunos realizando a experiência 3 – 2ª Lei e Ação e Reação.....	38
Figura 3.9:	Alunos realizando a experiência 4 – Ação e Reação	39

Lista de Tabelas

Tabela 3.1:	Um ensaio para a prática pedagógica a partir do trabalho realizado na Escola Antônio de Conto.....	25
Tabela 3.2:	Tabela base para possibilitar a padronização da correção para as questões subjetivas da pré-avaliação	30
Tabela 3.3:	Tabela 3.3: Número da questão da pré-avaliação em relação ao traço de personalidade avaliado.....	32
Tabela 3.4:	A seqüência de trabalho durante a prática pedagógica.....	34

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A educação brasileira pública é caracterizada por inúmeras discrepâncias. Nosso ensino público a nível fundamental e médio sobrevive a custo de muito esforço de nossos professores e colaboradores. Mesmo nessa área, existe acentuada diferença entre escolas deterioradas e com inúmeros problemas internos e externos dos grandes centros urbanos e periferias de regiões mais pobres, e outras, que podem arcar com estruturas mais condizentes com os anseios da população.

Este trabalho relata uma prática pedagógica realizada no primeiro semestre de 2005 junto às turmas da 7ª e 8ª séries da Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio de Conto, no bairro Jacarezinho de Encantado – RS. A escola possui uma estrutura de trabalho mediana, com poucos recursos didáticos e financeiros disponíveis. Como qualidade, destaca-se a boa quantidade de alunos por turma (aproximadamente vinte) e o ambiente agradável de uma paisagem semiinteriorana.

Como tema a ser trabalhado escolheu-se as três leis do movimento de Newton. Considerando características próprias do local de trabalho o tema foi associado às questões do trânsito. Além disso, todo o trabalho se norteou com base na teoria construtivista sócio-histórica de Vygotsky. Desta forma, o trabalho dedica o segundo capítulo para a retomada da biografia e teorias (com relação ao tema proposto) dos referenciais utilizados.

O estudo busca ainda introduzir uma nova possibilidade de prática pedagógica com a introdução de uma pré-avaliação inicial, de métodos de formação de grupos e de *feedback* final, sem esquecer da importância de uma aula expositiva teórica.

Sua prática junto com os alunos foi realizada no dia 08 de abril de 2005, durante à tarde e possibilitou, após o intervalo, a realização de quatro experimentos práticos incluídos nos anexos.

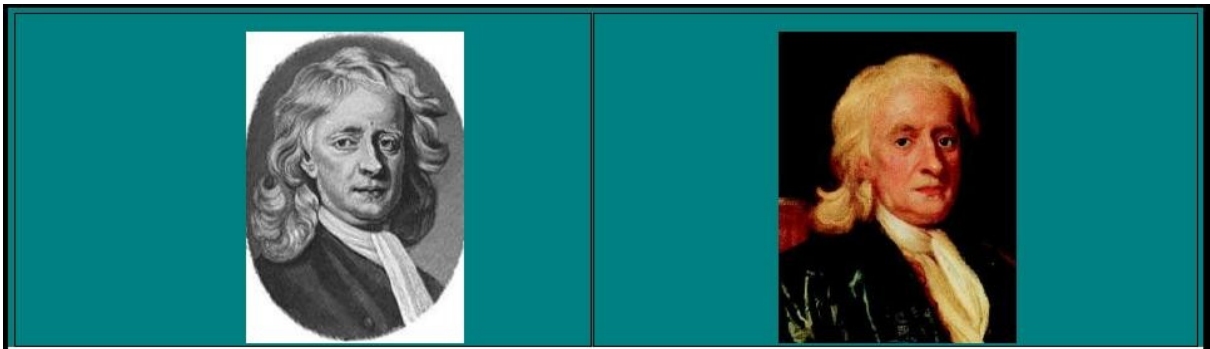
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. NEWTON

2.1.1. O personagem

Ao amanhecer do dia de Natal do ano de 1672 numa casa de campo em Woolsthorp, no condado de Lincoln, na Inglaterra nascia prematuramente um menino de aspecto tão débil que as duas vizinhas que prestavam assistência a mãe declararam que o bebê morreria antes de chegar a noite. Criança tão frágil que por anos teve a cabeça sustentada por um colar de couro por conta da fraqueza de seu pescoço.

Figura 2.1.:Retratos de Newton



(Fonte: <http://zuserver2.star.ucl.ac.uk/~idh/apod/ap960707.html> e <http://www.trasosmontes.com/forum/viewtopic.php?t=3538&sid=1c91e45e4e34b47446c9ba6f487b449e>)

Seu pai, desempregado, morreu semanas antes de seu nascimento. Sua mãe em nada se distinguia das vizinhas da aldeia de Woolsthorpe. Entre seus antepassados não existiu ninguém cujas capacidades fizessem pensar que o débil menino teria alguma esperança de reconhecimento durante a vida.

Na escola foi, por anos, um dos piores alunos. Seu brilhantismo tornou-se evidente quando, após sair vitorioso de uma luta com um colega mais forte na escola, resolveu provar que poderia ser o melhor aluno, pois o rapaz também o suplantava nos estudos. Com a ajuda de seu tio iniciou-se nos estudos superiores aos dezoito anos no Trinity College, em Cambridge e com vinte e quatro anos já havia desenvolvido suas leis do movimento (objeto de estudo neste trabalho), da gravitação, do cálculo infinitesimal, da ótica e da astronomia.

Newton nunca se casou e não se conhece nenhum romance. Possuía uma estatura mediana, tinha a pele rosada, olhos brilhantes, era comedido em todos os seus hábitos e tinha aptidão especial para gastar dinheiro.

Conforme (CANTÃO, 2005) a vida de Isaac Newton pode ser dividida em três períodos distintos:

- primeiro vai de sua infância, em 1643, até ser indicado para uma cátedra em 1669.
- segundo período vai de 1669 a 1687, e foi seu período mais produtivo (era professor Lucasiano em Cambridge).
- terceiro e último período (quase tão longo quanto os dois anteriores combinados) mostra um Newton oficial bem pago do governo, com pouco interesse em Matemática.

“Newton entrou no Trinity College Cambridge, em 5 de junho de 1661. Ele era mais velho que a maioria de seus colegas e, apesar de sua mãe ser uma mulher de posses, ele entrou como monitor. Um monitor em Cambridge era um aluno que recebia uma bolsa da escola para servir aos outros estudantes. Este fato é controverso, pois ele parece ter se associado mais com estudantes de “melhor posição” do que com outros monitores. Há também a hipótese de Newton ter sido financiado por Humphrey Babington, um parente distante”. (CANTÃO, 2005)

“O objetivo de Newton em Cambridge era formar-se advogado. Em Cambridge, a instrução era dominada pela filosofia de Aristóteles, mas algum grau de liberdade era permitido a partir do terceiro ano de curso. Newton estudou a filosofia de Descartes, Gassendi, Hobbes e em particular Boyle. A mecânica da astronomia Copernicana de Galileu o atraiu, e ele também estudou a Óptica de Kepler. Ele registrou seus pensamentos em um livro intitulado *Quaestiones Quaedam Philosophicae* (Certas Questões Filosóficas). É fascinante notar como Newton já formava suas idéias por volta de 1664. Ele começou o texto com uma frase em latim significando “Platão é meu amigo, Aristóteles é meu amigo, mas meu melhor amigo é a verdade”, mostrando-se como um pensador livre desde este estágio”. (CANTÃO, 2005)

“A partir de 1665 a peste que assolava a Inglaterra obrigou-o a recolher-se por aproximadamente dois anos, a sua aldeia natal. Esse longo período de recolhimento forçado de Newton (1665-1667) fica conhecido como “os anos admiráveis” é quando o cientista imagina seus mais importantes princípios com respeito ao movimento dos astros, procurando, ao mesmo tempo, esquematizar as importantes conclusões a que haviam chegado muitos físicos anteriores, tais como: Robert Boyle, Robert Hooke e Edmund Halley. A lei da gravitação, a decomposição da luz solar no espectro, os anéis coloridos das lâminas delgadas, serão, muitos anos depois, os frutos dessa ociosidade involuntária. As conseqüências dessas descobertas, estender-se-ão por todo o campo científico; elas abrem a porta à ciência moderna. Ao firmar o princípio da gravitação universal, Newton elimina a dependência da ação divina e influencia profundamente o pensamento filosófico do século XVIII. É o fundador da mecânica clássica.” (<http://www.rude2d.kit.net/isaac.html>),

“Naqueles anos admiráveis Newton, na fazenda de sua mãe, fez uma das observações mais famosa: viu uma maçã caindo ao chão. Esse fenômeno o levou a pensar que haveria uma força puxando a fruta para a terra e que essa mesma força poderia, também, estar puxando a Lua, impedindo-a de escapar de sua órbita. Levando em consideração os estudos de Galileu e Kepler, como também os seus estudos sobre o assunto, foi que Newton formulou o seguinte princípio: ‘A velocidade da queda de um corpo é proporcional à força da gravidade e inversamente proporcional ao quadrado da distância até o centro da Terra’.” (<http://www.rude2d.kit.net/isaac.html>)

Quando a Universidade de Cambridge reabriu após a peste em 1667, Newton apresentou-se como candidato a uma cadeira (CANTÃO, 2005). Em outubro ele foi eleito para uma cadeira menor

no Trinity College, mas foi eleito para uma cadeira plena em julho de 1668 após obter seu título de Mestre.

“O primeiro trabalho de Newton como professor Lucasiano foi em óptica e este foi o tópico de sua primeira aula, em janeiro de 1670. Ele concluiu, durante os dois anos de peste, que a luz não era uma entidade simples. Todo cientista desde Aristóteles acreditava que a luz era uma entidade simples e básica, mas a aberração cromática na lente de um telescópio convenceu Newton do contrário. Quando ele passou um raio de luz através de um prisma, notou o espectro de luz que se formava. Ele sustentava que a luz branca era na realidade uma mistura de vários tipos de raios refratados em ângulos ligeiramente diferentes, e cada tipo de raio produzia uma cor diferente. Graças a esta idéia, Newton concluiu erroneamente que todo telescópio refrativo sofreria aberração cromática. Ele então propôs e construiu um telescópio refletivo.

Em 1672 Newton foi eleito membro da Royal Society, após doar um telescópio refletivo. Também em 1672 Newton publicou seu primeiro trabalho científico sobre cor e luz na Philosophical Transactions da Royal Society. O trabalho foi bem aceito em geral, mas Hooke e Huygens fizeram objeções à tentativa de Newton de provar, apenas experimentalmente, que a luz consiste de pequenas partículas em movimento e não de ondas.

A recepção à sua publicação não melhorou em nada a atitude de Newton de tornar seus trabalhos conhecidos. Ele sempre se dividia em duas direções: algo em sua natureza desejava fama e reconhecimento, enquanto um outro lado tinha medo de críticas, e o melhor jeito de não ser criticado era não publicar. Certamente podese dizer que sua reação às críticas era irracional, e seu esforço em humilhar Hooke em público era anormal. Contudo, talvez pela sua reputação, sua teoria corpuscular reinou até que a teoria de ondas fosse revivida no século 19.

Newton publicou em 1704, logo após a morte de Hooke, o trabalho Optiks, relacionado à teoria de luz e cor e com:

- *Investigações de cores de folhas delgadas;*
- *Anéis de Newton;*
- *Difração da luz.*

Para explicar algumas de suas observações ele teve de usar teoria de ondas em conjunção com sua teoria corpuscular.

Outra discussão, desta vez com os jesuítas ingleses em Liège sobre sua teoria de cores, levou a uma agressiva troca de cartas, até que em 1678 Newton sofre um colapso nervoso. Sua mãe morre no ano seguinte, resultando em um isolamento ainda maior de sua parte.

A maior conquista de Newton foi seu trabalho em Física e Mecânica Celestial, que culminou na teoria da Gravitação Universal. Em 1666 Newton já tinha as primeiras versões de suas três leis do movimento. Ele também descobriu a lei que dá a força centrífuga de um corpo em movimento circular uniforme. Contudo, ele não tinha ainda um bom entendimento do movimento circular.

A novidade da idéia de Newton era imaginar que a gravidade da Terra influenciava a Lua, contrabalançando sua força centrífuga. Desta lei e da terceira lei de Kepler do movimento planetário, Newton deduziu a lei dos inversos dos quadrados.

Halley persuadiu Newton a escrever um tratado de sua nova Física e suas aplicações a Astronomia. Um ano depois (1687) Newton publicou Philosophiae naturalis principia mathematica ou Principia como é conhecido”. (CANTÃO, 2005)

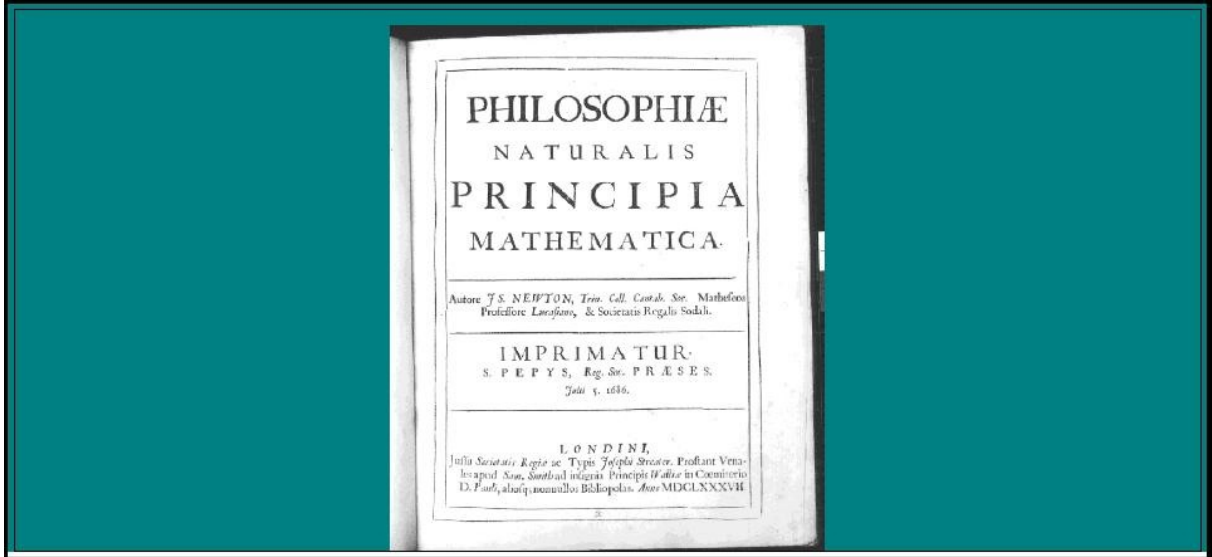


Figura 2.2.:Capa do *Principia* de Isaac Newton
(Fonte: <http://www.jornallivre.com.br/212976/a-vida-de-isaac-newton.html>)

“Principia é tido como um dos maiores livros científicos já escritos. Newton analisou o movimento de corpos em meios com e sem resistência sob a ação de forças centrípetas. Os resultados foram aplicados a corpos em órbita, projéteis, pêndulos e quedas livres próximas à Terra. Ele também demonstrou que planetas são atraídos na direção do Sol por uma força que varia com o inverso dos quadrado da distância e generalizou que corpos pesados atraem uns aos outros mutuamente.

Mais generalização levou-o à lei da Gravitação Universal:

... toda matéria atrai outra matéria com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

Newton foi capaz de explicar um grande número de fenômenos aparentemente não relacionados: a excentricidade da órbita dos cometas, as marés, a precessão do eixo terrestre e os movimentos da Lua perturbados pelo Sol.

Depois de um segundo colapso nervoso em 1693, Newton aposentou-se da pesquisa. Várias razões para este colapso foram propostas: envenenamento químico por causa de seus experimentos, frustração com as pesquisas ou problemas relativos a sua crença religiosa. Provavelmente seu problema era não outro senão uma depressão severa, que parece ter-lhe acompanhado por boa parte da vida.

Newton foi ainda Mestre da Casa da Moeda, onde, ao contrário do que se possa imaginar, fez grandes contribuições ao processo de cunhagem de moedas.

Em 1703 foi eleito presidente da Royal Society e foi re-eleito cada ano subsequente até sua morte. Também foi sagrado cavaleiro em 1705 pela rainha Anne, sendo o primeiro cientista a ser assim tão condecorado por seu trabalho. Contudo, o final de sua vida não foi fácil, em particular por causa da controvérsia com Leibniz a respeito da invenção do Cálculo. Ele chegou a nomear uma comissão "imparcial" para julgar quem era o inventor do Cálculo, mas os textos da comissão eram na verdade anonimamente escritos por ele mesmo.” (CANTÃO, 2005)

“Em 1708 foi elaborada a segunda edição dos Principia, que somente apareceu em 1713, sendo feita a terceira edição em 1726. Newton ficou com os cabelos grisalhos quando tinha trinta anos, mantendo-se mentalmente em boas condições durante toda sua vida, orgulhando-se de enxergar e ouvir bem e ainda possuir todos os dentes, segundo sua avaliação quando tinha oitenta anos. Tentando avaliar sua carreira, ele disse: “Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos.”” (MARIELLI, 2005)

Os últimos anos de verdadeira glória que viveu, Newton, na Inglaterra, ocupou-se exclusivamente a complexos estudos teológicos. Faleceu no dia 20 de março de 1727 em Kensington, Middlesex e foi sepultado na abadia de Westminster, onde lhe foi erguido o maior dos monumentos ali existentes. Morreu com 85 anos. Foi sepultado na Abadia de Westminster. A sua morte foi chorada na Inglaterra e em todo o mundo. A cerca do trabalho de sua vida, certa vez declarou: *“Não sei como o mundo me julga, mas a mim próprio parece-me que tenho sido uma criança, que brinca na praia e se diverte quando encontra uma pedra mais lisa do que a outra, ou uma concha mais bonita do que as comuns, enquanto o imenso oceano de verdade jazia perante mim, como uma incógnita.”*

2.1.2. As três do movimento de Newton

A primeira lei

“Até o início do século XVII, pensava-se que para manter um corpo em movimento era necessário que atuasse uma força sobre ele. Essa idéia foi revista por Galileu, que afirmou: “Na ausência de uma força, um objeto continua a mover-se com movimento retilíneo e com velocidade constante”.

Galileu chamou de Inércia a tendência que os corpos apresentam para resistirem à mudança do movimento em que se encontram.

Alguns anos mais tarde, Newton com base nas idéias de Galileu, estabelece a primeira lei do movimento, também conhecida como Lei da Inércia:

“Qualquer corpo permanece no estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme se a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula”.

Assim, se o corpo estiver em repouso continuará em repouso; se estiver em movimento, continuará o seu movimento em linha reta e com velocidade constante. “ (MATEMÁTICOS)

Veja alguns exemplos nas figuras a seguir:

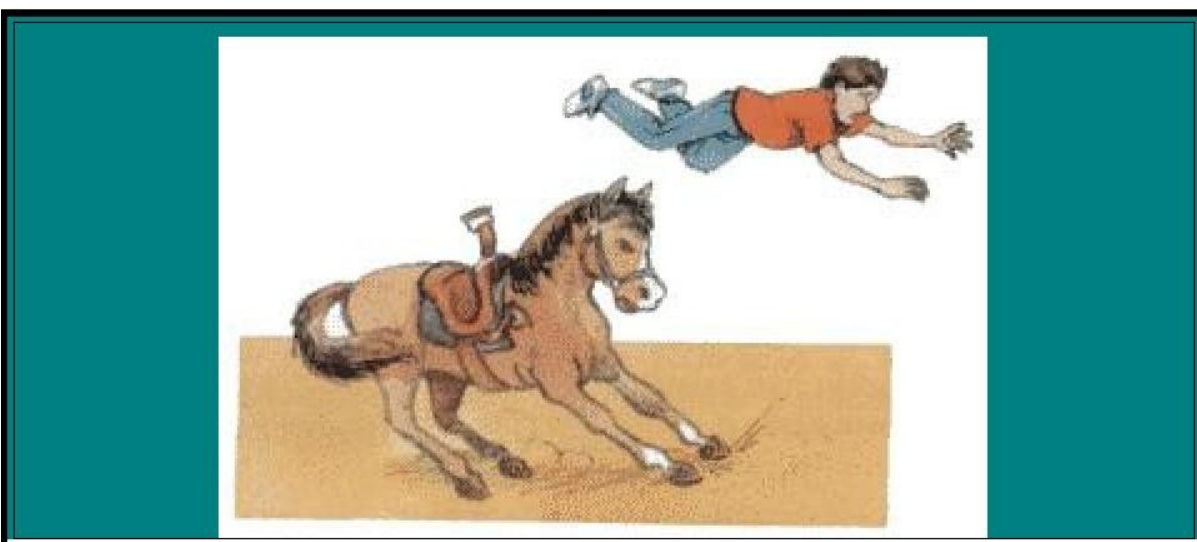
Figura 2.3.: Ao puxar bruscamente, a cartolina acelera e a moeda cai dentro do copo.



(Fonte: http://mate_matica.nireblog.com/post/2008/04/10/1-lei-de-newton)

Já no exemplo figura 2., se colocarmos um pedaço de cartolina sobre um copo, e sobre a cartolina uma pequena moeda, ao darmos um 'puxão' na cartolina, observamos que a moeda cai dentro do copo.

Figura 2.4.: Quando o cavalo freia subitamente, o cavaleiro é projetado.



(Fonte: http://mate_matica.nireblog.com/post/2008/04/10/1-lei-de-newton)

“Veja o exemplo do cavalo e do cavaleiro. Quando o cavalo pára subitamente, o cavaleiro que estava em movimento tende a continuar em movimento, logo este é lançado para frente. O exemplo ilustra bem a importância do uso do cinto de segurança quando andamos de automóvel. Se os passageiros estiverem soltos no interior do automóvel, qualquer movimento brusco, como o de uma

travagem ou um choque acidental, o automóvel irá parar subitamente, e os passageiros serão projetados, tendendo a continuar o movimento que possuíam antes. O cinto de segurança é uma maneira de prender os passageiros ao banco do carro”. (MATEMATICOS, 2005)

A segunda lei

“A primeira lei de Newton, explica o que acontece ao corpo quando a resultante de todas as forças externas que nele atuam é zero: o corpo pode permanecer em repouso ou continuar o seu movimento retilíneo com velocidade constante. A segunda lei de Newton, explica o que acontece ao corpo quando a resultante das forças é diferente de zero.

Imagine que empurra uma caixa sobre uma superfície lisa (pode-se desprezar a influência de atrito). Quando se exerce uma certa força horizontal F , a caixa adquire uma aceleração a . Se aplicarmos uma força duas vezes superior, a aceleração da caixa também será o dobro, e assim por diante. Ou seja, a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que sobre ele atua. Entretanto, a aceleração de um corpo também depende da sua massa.

Imagine, como no exemplo anterior, que se aplica a mesma força F a um corpo com massa duas vezes maior. A aceleração produzida será, então, $a/2$. Se a massa triplicar, a mesma força aplicada irá produzir uma aceleração $a/3$. E assim por diante. De acordo com esta observação, conclui-se que:

“A aceleração de um objeto é inversamente proporcional à sua massa”.

A 2ª Lei de Newton pode enunciar-se do seguinte modo:

“A aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional à intensidade da resultante das forças que atuam sobre o corpo, tem direção e sentido dessa força resultante e é inversamente proporcional à sua massa”.

Veja as seguintes ilustrações:

Figura 2.5.: A) A força da mão acelera a caixa; B) Duas vezes a força produz uma aceleração duas vezes maior; C) Duas vezes a força sobre uma massa duas vezes maior, produz a mesma aceleração original.



Fonte: ISAAC NEWTON, 2005

A segunda lei de Newton também conhecida por Lei Fundamental da Dinâmica pode ser expressa matematicamente por:

$$\bar{F} = m\bar{a}$$

Como a massa é expressa em Kg e a aceleração, em m/s^2 , a unidade SI de força será $kg.m/s^2$, e é chamada de Newton (N).

A terceira lei

Quando um sistema interage com outro sistema, exercem-se sempre forças simultâneas que têm:

- a mesma linha de ação;
- a mesma intensidade;
- sentidos opostos.

No entanto, estas forças estão aplicadas em corpos diferentes, nunca se anulam.

$$F_{12} = - F_{21}$$

Diz-se que, sempre que se verifique uma interação, as forças atuam aos pares. As duas forças que interagem constituem um par ação-reação. É indiferente considerar qualquer delas como ação ou reação.

A 3ª Lei de Newton pode enunciar-se do seguinte modo:

“Quando dois corpos interagem, a força que o corpo 1 exerce sobre o corpo 2 é igual e oposta à força que o corpo 2 exerce sobre o corpo 1”

Como exemplo, imagine um corpo em queda livre. O peso ($P = mg$) deste corpo é a força exercida pela Terra sobre ele. A reação a esta força é a força que o corpo exerce sobre a Terra, $P' = -P$. A força de reação, P' , deve acelerar a Terra em direção ao corpo, assim como a força de ação, P , acelera o corpo em direção à Terra. Entretanto, como a Terra possui uma massa muito superior à do corpo, a sua aceleração é muito inferior à do corpo (veja a 2ª Lei). (ISAAC NEWTON, 2005)

2.2. Vygotsky

“Nem tudo que foi deve passar”. Esta linha de um poema de Tiutchev, que Vygotsky gostava de recitar, pode também servir como metáfora aplicável ao próprio Vygotsky. Embora tenha falecido há mais de 50 anos, Vygotsky deixou um número impressionante de trabalhos que, como no caso da maioria dos gênios, torna-se mais moderno a medida que o tempo passa. Vygotsky deu uma nova

configuração ao passado da psicologia, propondo alternativas teóricas para o presente dessa disciplina e sugerindo soluções que se tornaram projetos para o futuro.” (CAMPOS, 2002, p.25)

2.2.1. O personagem

Vygotsky nasceu em uma família judia de classe média em 5 de novembro de 1896, em Orsha, cidade na região nordeste de Republica Bielorrussa, perto da Ucrânia e dentro do Pale – um território vigiado onde eram confinados os judeus na Rússia czarista. Ali Vygotsky viveu sua infância e juventude. Seu pai, Semyon L’Vovich Vygotsky, era um executivo do Banco Unido de Gomel e depois da Revolução de Outubro chegou a chefiar uma seção do Banco Comercial de Moscou. Juntamente com sua esposa, Cecília Moiseievna, uma professora licenciada, contribui para tornar sua família uma das mais cultas da cidade e organizou uma excelente biblioteca publica, o isolamento sofrido pelos judeus da Rússia prérevolucionária contribui para o crescimento intelectual da família.

Figura 2.6.:Uma foto de Vygotsky



Fonte: <http://www.educador.brasilecola.com/pedagogia/lev-vygotsky-alguns-seus-conceitos.htm>

Vygotsky recebeu sua educação primária em casa, com Solomon Ashpiz, um tutor particular que tinha sido exilado na Sibéria devido ao seu ativismo revolucionário. Embora Ashpiz fosse matemático, ensinava, também, outras disciplinas. Ele aceitava apenas alunos talentosos, a fim de desenvolver ainda mais as suas capacidades. Ashpiz era um homem gentil e bem-humorado que conduzia o processo educacional com uma técnica baseada em complexos diálogos socráticos. Talvez essa experiência tenha sido uma das fontes da concepção de Vygotsky sobre a zona de desenvolvimento proximal, que ganharia um papel central em suas idéias pedagógicas. Vygotsky ingressou no ginásio público, mas o concluiu em uma escola judia particular e foi a partir desse momento que ele começou a revelar as peculiaridades de seu gênio.

Além de alemão e russo lia e escrevia em hebraico, francês, inglês, latim, grego e esperanto. Algumas peculiaridades cognitivas de Vygotsky eram a sua velocidade excepcional na leitura e a sua memória extraordinária. Aos quinze anos Vygotsky era chamado de “o pequeno professor”, porque promovia discussões intelectuais entre seus amigos. Nesse momento se consagrava o seu interesse pela história e filosofia. Vygotsky completou seus estudos preparatórios aos treze anos e foi admitido

na Universidade do Moscou no curso de medicina, mas depois de um mês transferiu-se para a escola de direito. Ironicamente, anos mais tarde, após estar consagrado com psicólogo, retomou a escola de medicina no primeiro ano. Já graduado, em 1917 retornou para Gomel, trabalhando como professor por sete anos onde desenvolveu diversos trabalhos intelectuais. Em 1919 contraiu tuberculose que o mataria quinze anos mais tarde. Apesar da doença continuou a trabalhar com tenacidade, mesmo nos períodos mais difíceis. Casou-se em 1924 com Rosa Noevna Smekhova com quem teve duas filhas, uma que seria biofísica e a outra psicóloga educacional. Na primavera de 1934 sofreu o último acesso de tuberculose. Os médicos queriam interná-lo, mas recusou-se, pois queria completar tanto quanto possível seus trabalhos. Morria nas primeiras horas do dia 11 de junho do mesmo ano após uma série de hemorragias na garganta.

2.2.2. Tópicos fundamentais da teoria

Vygotsky construiu sua teoria tendo por base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, enfatizando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento, sendo essa teoria considerada histórico-social. Sua questão central é a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio.

“As concepções de Vygotsky sobre o processo de formação de conceitos remetem às relações entre pensamento e linguagem, à questão cultural no processo de construção de significados pelos indivíduos, ao processo de internalização e ao papel da escola na transmissão de conhecimento, que é de natureza diferente daqueles aprendidos na vida cotidiana. Propõe uma visão de formação das funções psíquicas superiores como internalização mediada pela cultura.”
(CASSIANE SCHMIDT)

“As concepções de Vygotsky sobre o funcionamento do cérebro humano colocam que o cérebro é a base biológica, e suas peculiaridades definem limites e possibilidades para o desenvolvimento humano. Essas concepções fundamentam sua idéia de que as funções psicológicas superiores (por ex. linguagem, memória) são construídas ao longo da história social do homem, em sua relação com o mundo. Desse modo, as funções psicológicas superiores referem-se a processos voluntários, ações conscientes, mecanismos intencionais e dependem de processos de aprendizagem.” CASSIANE SCHMIDT)

Mediação: uma idéia central para a compreensão de suas concepções sobre o desenvolvimento humano como processo sócio-histórico é a idéia de mediação: enquanto sujeito do conhecimento o homem não tem acesso direto aos objetos, mas acesso mediado, através de recortes do real, operados pelos sistemas simbólicos de que dispõe, portanto enfatiza a construção do conhecimento como uma interação mediada por várias relações, ou seja, o conhecimento não está sendo visto como uma ação do sujeito sobre a realidade, assim como no construtivismo e sim, pela mediação feita por outros sujeitos. O outro social pode apresentar-se por meio de objetos, da organização do ambiente, do mundo cultural que rodeia o indivíduo.

A linguagem, sistema simbólico dos grupos humanos, representa um salto qualitativo na evolução da espécie. É ela que fornece os conceitos, as formas de organização do real, a mediação

entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É por meio dela que as funções mentais superiores são socialmente formadas e culturalmente transmitidas, portanto, sociedades e culturas diferentes produzem estruturas diferenciadas.

“A cultura fornece ao indivíduo os sistemas simbólicos de representação da realidade, ou seja, o universo de significações que permite construir a interpretação do mundo real. Ela dá o local de negociações no qual seus membros estão em constante processo de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significações.

O processo de internalização é fundamental para o desenvolvimento do funcionamento psicológico humano. A internalização envolve uma atividade externa que deve ser modificada para tornar-se uma atividade interna, é interpessoal e se torna intrapessoal.

Usa o termo função mental para referir-se aos processos de: pensamento, memória, percepção e atenção. Coloca que o pensamento tem origem na motivação, interesse, necessidade, impulso, afeto e emoção.

A interação social e o instrumento lingüístico são decisivos para o desenvolvimento.

Existem, pelo menos dois níveis de desenvolvimento identificados por Vygotsky: um real, já adquirido ou formado, que determina o que a criança já é capaz de fazer por si própria, e um potencial, ou seja, a capacidade de aprender com outra pessoa.

A aprendizagem interage com o desenvolvimento, produzindo abertura nas zonas de desenvolvimento proximal (distância entre aquilo que a criança faz sozinha e o que ela é capaz de fazer com a intervenção de um adulto; potencialidade para aprender, que não é a mesma para todas as pessoas; ou seja, distância entre o nível de desenvolvimento real e o potencial) nas quais as interações sociais são centrais, estando então, ambos os processos, aprendizagem e desenvolvimento, inter-relacionados; assim, um conceito que se pretenda trabalhar, como por exemplo, em matemática, requer sempre um grau de experiência anterior para a criança.

O desenvolvimento cognitivo é produzido pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura, sendo que o processo se constrói de fora para dentro. Para Vygotsky, a atividade do sujeito refere-se ao domínio dos instrumentos de mediação, inclusive sua transformação por uma atividade mental.

Para ele, o sujeito não é apenas ativo, mas interativo, porque forma conhecimentos e se constitui a partir de relações intra e interpessoais.

É na troca com outros sujeitos e consigo próprio que se vão internalizando conhecimentos, papéis e funções sociais, o que permite a formação de conhecimentos e da própria consciência. Trata-se de um processo que caminha do plano social - relações interpessoais - para o plano individual interno – relações intrapessoais.

Assim, a escola é o lugar onde a intervenção pedagógica intencional desencadeia o processo ensino-aprendizagem.

O professor tem o papel explícito de interferir no processo, diferentemente de situações informais nas quais a criança aprende por imersão em um ambiente cultural. Portanto, é papel do docente provocar avanços nos alunos e isso se torna possível com sua interferência na zona proximal.

Vemos ainda como fator relevante para a educação, decorrente das interpretações das teorias de Vygotsky, a importância da atuação dos outros membros do grupo social na mediação entre a cultura e o indivíduo, pois uma intervenção deliberada desses membros da cultura, nessa perspectiva, é essencial no processo de desenvolvimento. Isso nos mostra os processos pedagógicos como intencionais, deliberados, sendo o objeto dessa intervenção : a construção de conceitos.

O aluno não é tão somente o sujeito da aprendizagem, mas, aquele que aprende junto ao outro o que o seu grupo social produz, tal como: valores, linguagem e o próprio conhecimento.

A formação de conceitos espontâneos ou cotidianos desenvolvidos no decorrer das interações sociais diferenciam-se dos conceitos científicos adquiridos pelo ensino, parte de um sistema organizado de conhecimentos.” (CASSIANE SCHMIDT)

“A aprendizagem é fundamental ao desenvolvimento dos processos internos na interação com outras pessoas.

Ao observar a zona proximal, o educador pode orientar o aprendiz no sentido de adiantar o desenvolvimento potencial de uma criança, tornando-o real. Nesse ínterim, o ensino deve passar do grupo para o indivíduo. Em outras palavras, o ambiente influenciaria a internalização das atividades cognitivas no indivíduo, de modo que, o aprendiz gere o desenvolvimento. Portanto, o desenvolvimento mental só pode realizar-se por intermédio do aprendiz.

Vygotsky teve contato com a obra de Piaget e, embora teça elogios a ela em muitos aspectos, também a critica, por considerar que Piaget não deu a devida importância à situação social e ao meio. Ambos atribuem grande importância ao organismo ativo, mas Vygotsky destaca o papel do contexto histórico e cultural nos processos de desenvolvimento e aprendizagem, sendo chamado de sóciointeracionista, e não apenas de interacionista como Piaget.

Piaget coloca ênfase nos aspectos estruturais e nas leis de caráter universal (de origem biológica) do desenvolvimento, enquanto Vygotsky destaca as contribuições da cultura, da interação social e a dimensão histórica do desenvolvimento mental.” Fonte: <http://www.centrorefeducacional.com.br/vygotsky.html>

3 APLICAÇÃO DA TEORIA EDUCACIONAL DE VYGOTSKY ÀS TRÊS LEIS DE NEWTON

Este capítulo apresenta uma proposta para uma prática pedagógica que utilize como base a teoria construtivista de Vygotsky, descrita resumidamente no capítulo 2.2.2. O método foi utilizado junto a uma turma formada por alunos da 7ª e 8ª série do ensino fundamental da Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio de Conto do Bairro Jacarezinho de cidade de Encantado.

O tema escolhido foi “As três leis de Newton relacionadas às questões do trânsito” e sua prática foi realizada em período extraclasse, sendo que os alunos optaram em participar ou não da mesma, que ocorreu num horário alternativo previsto no calendário escolar da 7ª série. O encontro foi no dia 18 de abril de 2005, segunda-feira, durante toda à tarde.

O trabalho permitiu a elaboração e o estabelecimento de um ensaio para práticas pedagógicas posteriores. Este ensaio, cujo resumo encontra-se descrito na Tabela 3.1, pretende ser útil para modelar trabalhos futuros. Propõe-se também que o mesmo possa servir para os mais diversos temas, sendo eles ligados à física ou não.

Novos modelos de trabalho são cada vez mais requisitados para auxiliar na tarefa diária do atual professor, que vive continuamente o confronto entre novos desafios e velhos métodos para enfrentá-los. A sociedade moderna, junto com os princípios construtivistas e humanistas continua exigindo conteúdos com objetivos bem definidos, mas já não tolera planos estáticos e díspares com a realidade local. Necessita sim de métodos de trabalho que promovam necessárias variações dinâmicas, que envolvam a participação coletiva dos colaboradores, que levem em consideração a realidade local e que possam ser auto-avaliativas, suscetíveis a mudanças e reformulações.

Tabela 3.1: Um ensaio para a prática pedagógica a partir do trabalho realizado na Escola Antônio de Conto

O que fazer	Levar em consideração
Definir o assunto e o tema a ser trabalhado	Contexto social, o Projeto Político Pedagógico e o calendário escolar
Avaliar previamente as habilidades, competências, conhecimentos e relações de grupo	Experiências vivenciadas
Corrigir a avaliação inicial buscando detectar a região de desenvolvimento real e aquela região proximal que se pode atingir com o auxílio do professor e do apoio dos colegas	
Construção do plano de aula	Avaliação inicial, estrutura material e organizacional da escola
Aplicação do plano de aula	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação inicial, resumo dos trabalhos a serem realizados, e combinações iniciais de grupo 2. Aula expositiva com concomitante ou posterior correção da parte técnica da pré-avaliação 3. Exercícios de fixação e/ou elaboração de experiências práticas 4. Retorno ao item 2 sempre que necessário 5. Feedback 6. Coleta de sugestões para o próximo assunto ou tema a ser abordado 	
Reformulação contínua do método	

No decorrer deste capítulo os passos propostos na Tabela 3.1 são detalhados, exemplificando-os através do trabalho protótipo realizado na Escola Antônio de Conto.

3.3. A definição do tema a ser trabalhado

A definição do tema a ser trabalhado com os alunos é um passo essencial para a posterior construção da prática pedagógica. A escolha pode originar-se de basicamente de três fontes, podendo estas ocorrer de forma simultânea:

1. Conteúdo programático sugerido ou imposto pela instituição;
2. Interesse do professor
3. Interesse do corpo discente

Quanto mais fontes de interesse o assunto escolhido envolver, maior será a probabilidade de sucesso da prática pedagógica. Também é importante considerar o contexto social em que o aluno está inserido e as programações escolares.

No trabalho protótipo realizado a escolha do tema “As três leis de Newton associadas às questões do trânsito” levou em consideração:

4. A gama de áreas de conhecimento possíveis para a realização do trabalho dentro da disciplina de Metodologia do Ensino de Física I: físicamecânica, física-calor, ...

5. O tema gerador Cidadania: consta no projeto político pedagógico da escola para o primeiro trimestre letivo de 2005. Cita, entre outros desmembramentos, o código de trânsito e a prevenção contra acidentes;

6. O índice de acidentes de trânsito nas proximidades: a instituição localiza-se em área rururbana, sendo que a menos de 100 metros da mesma existe um trevo de acesso com grande movimentação veicular. As estradas são asfaltadas e atualmente não possuem acostamento para pedestres, sendo esta uma causa para os constantes acidentes.

7. A maioria dos alunos e professores provêm de comunidades próximas sendo que seu deslocamento é realizado principalmente por transporte coletivo e algumas vezes com condução própria.

3.4. Avaliação prévia do conhecimento pessoal e de grupo

Após a definição do tema central do trabalho, esta proposta metodológica pressupõe a realização de uma pré-avaliação individual e coletiva dos alunos participantes. Dentro do contexto construtivista de Vygostsky, baseado no desenvolvimento sócio-histórico, a avaliação prévia do grupo de alunos nos mais diversos aspectos torna-se fundamental para embasar o trabalho prático posterior.

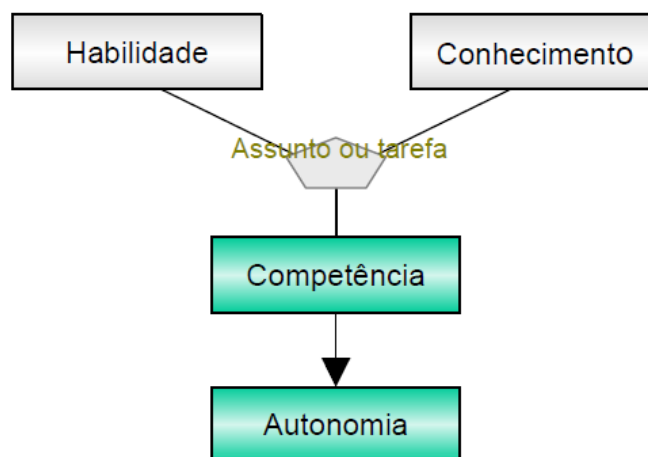
Esta metodologia propõe a execução de uma pré-avaliação do grupo de alunos. Esta avaliação pode ser por escrito, oral ou através de qualquer outro método de coleta de informação para com o público discente. Deve ser elaborada conforme o tema que será trabalhado posteriormente, levando em consideração as fontes citadas no capítulo 3.1 deste trabalho e as experiências anteriormente vivenciadas. A idéia é buscar indícios das habilidades, competências, conhecimentos e relações do grupo e da rede escolar. Segundo (FERNANDES, 1993) e (MUNIZ, 2003):

- **Habilidade:** aptidão, astúcia, capacidade moral ou intelectual, inteligência, que tem a manha e é jeitoso;
- **Conhecimento:** ato ou efeito de conhecer, idéia, noção, informação, consciência;
- **Competência:** capacidade para apreciar e resolver determinado assunto ou tarefa, aptidão, habilitação, conjunto de conhecimentos;

- **Autonomia:** emancipação, faculdade de se governar por si mesmo, liberdade moral ou intelectual, independência.

Conforme estas definições podemos elencar uma estrutura de construção da autonomia a partir da competência e das habilidades e conhecimentos do indivíduo conforme a Figura 3.1.

Figura 3.1:Relações pertinentes à construção da autonomia



A Figura 3.1 procura demonstrar que ter habilidade ou conhecimento tão somente não significa ser competente em algo. E a autonomia, requer competência, mas também ações emancipatórias do sujeito. Competência é um pré-requisito para autonomia, mas sem aquela a última não é possível. Como exemplo posso citar um atleta hábil, pois treina constantemente suas habilidades físicas, tem boa estrutura corporal, e altura condizente com um jogador de vôlei. Deve ter conhecimento das regras do esporte para, junto com sua habilidade nata e constantemente aperfeiçoada, ter competência para jogar em uma equipe de vôlei de quadra. Sua competência está sempre relacionada a um ou mais assuntos ou áreas de interesse ou estudo. Procura sempre aperfeiçoá-la constantemente através da atualização do conhecimento e manutenção das habilidades para se manter em um nível alto de competência.

Muitos destes atletas de vôlei de quadra procuram posteriormente uma carreira na areia. Neste momento enfrentam novos desafios, tendo que ser independentes, autônomos. Precisam, além de manter sua competência na prática esportiva, gerenciar seu próprio negócio, contratar treinadores e assistentes, manter atualizado o calendário de eventos etc.

Acredito que a prática pedagógica deve almejar a competência dos alunos e incitar constantemente a formação da autonomia, nível só atingido por aqueles que assim o desejarem.

Após a escolha do tema gerador e conhecimento mínimo das experiências vivenciadas pelos alunos é possível elaborar a pré-avaliação. Com relação ao trabalho prático realizado, procurou-se avaliar tanto o nível de conhecimento real de cada aluno como o potencial e as redes de relações do mesmo no grupo. Desta forma, o questionário disponível no ANEXO 1 deste trabalho foi dividido em duas partes fundamentais:

1. Avaliação do conhecimento e potencial intelectual do aluno: relacionado às zonas de desenvolvimento de Vygotsky.
2. Avaliação da personalidade e rede social: relacionado às aptidões e gostos do indivíduo e ao contexto social em que o mesmo está inserido.

As sete questões da primeira parte são um resumo do conteúdo que foi trabalhado posteriormente em aula presencial. Foram elaboradas levando em consideração o objetivo do trabalho inicialmente proposto conforme o capítulo 3.1.

As questões de número 8 a 17 são relativas à parte dois da pré-avaliação. A prova foi aplicada no dia 31 de março de 2005 junto a todos os alunos da 7ª série e a alguns alunos interessados da 8ª série, durante horário de aula regular. Para a realização da mesma foi necessário um período de 50 minutos. Vinte e quatro alunos responderam o questionário. A Figura 3.2 a seguir mostra fotos do dia em que foi aplicado a pré-avaliação junto aos alunos.

Figura 3.2: Alunos respondendo a pré-avaliação



A correção teve como objetivos principais:

1. Verificar o nível de conhecimento acerca do assunto dos alunos em particular e do grupo;
2. Encontrar indícios das personalidades dos mesmos
3. Possibilitar um melhor rendimento nos trabalhos experimentais que foram realizados em grupo.

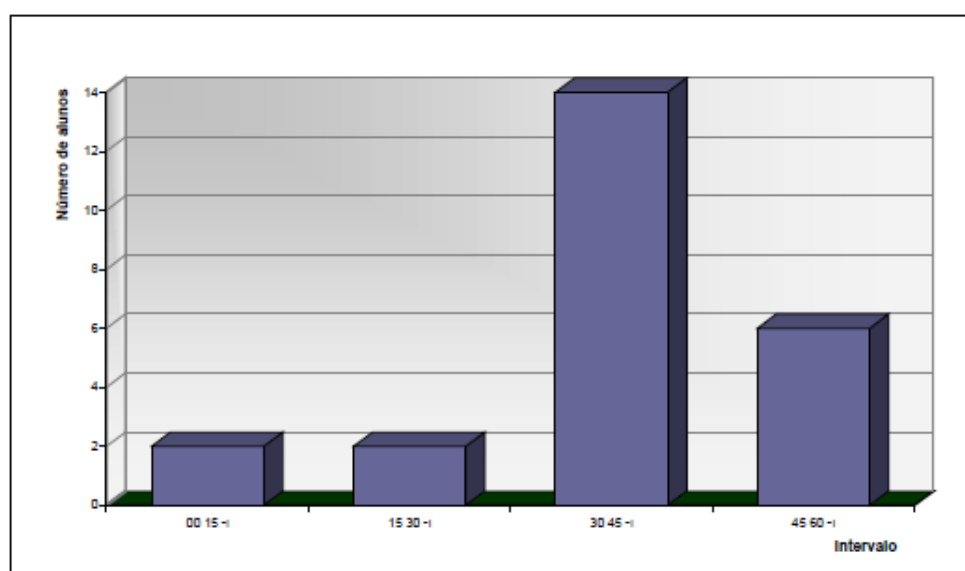
Com relação à verificação do nível de conhecimento dos discentes que participaram da pré-avaliação, as respostas para as sete questões iniciais do ANEXO 1 foram corrigidas com base na Tabela 3.2. Neste método de correção a nota de cada um poderia ficar entre no mínimo 0 (zero) e no máximo 70 (setenta).

Tabela 3.2: Tabela base para possibilitar a padronização da correção para as questões subjetivas da pré-avaliação

Nota relativa	Conceito
0	Não sabe, não respondeu
1	Má interpretação da pergunta com resposta errada para a interpretação obtida
2	Má interpretação da pergunta com resposta certa para a interpretação obtida
3	Interpretação certa da pergunta, respostas com erro grave Interpretação certa da pergunta, resposta errada
4	Interpretação certa da pergunta, resposta com erros medianos Resposta afirmativa certa, explicação com erros medianos
5	Resposta certa, explicação com erro simples
6	Resposta certa, explicação correta, mas extremamente superficial
7 ou 8	Resposta afirmativa errada, explicação boa e correta Resposta certa, explicação boa, mas menos do que o esperado
9	Resposta certa, explicação dentro do esperado
10	Resposta certa, explicação dentro do esperado e trouxe novos elementos ao problema

Utilizando este parâmetro verificou-se que, estatisticamente, a nota mais baixa foi 9 (nove) e a mais alta 57 (cinquenta e sete). A média foi de 37,625. A distribuição deu-se conforme a Figura 3.3.

Figura 3.3:Gráfico ilustrando a distribuição de notas obtidas a partir da pré-avaliação



A partir da Figura 3.3 podemos verificar que a maioria dos alunos avaliados tiveram uma nota entre 40 e 45. Seis alunos conseguiram nota superior a esta e desta forma são classificados como com mais conhecimento do conteúdo que será trabalhado. Esta classificação será útil posteriormente quando do estabelecimento das regras para montagem dos grupos.

A segunda parte da pré-avaliação constante no ANEXO 1 serviu para que o professor pudesse montar o seu plano de aula com base em indícios de personalidade dos alunos. Mesmo para

um professor que julgue conhecer a turma com quem trabalha, esta análise deve ser feita periodicamente pelos seguintes motivos:

- As atitudes e as personalidades de uma pessoa sofrem mudanças contínuas;
- Possibilita a quebra de rótulos.

No trabalho modelo realizado procurou-se utilizar as informações obtidas para identificar um conjunto de indivíduos com determinadas características em comum quanto a personalidade (conforme a Tabela 3.3).

Tabela 3.3: Número da questão da pré-avaliação em relação ao traço de personalidade avaliado

Questão número	Traço da personalidade
1 ao 7	Tem conhecimento, sabe?
8	Aprende fácil?
9	É pesquisador?
10	Tem habilidade para escrita?
11	É mais quieto?
12	Gosta de ler e estudar?
13	Gosta de trabalhar e se divertir em grupo?
14	É líder?
15	É líder?
16	Gostaria de fazer trabalho com quem?
17	Quem rejeita na turma?

O resultado do teste de personalidade foi usado formar equipes efetivas de trabalho, sempre procurando agrupar pessoas com afinidade prévia e aprimorar os resultados obtidos. A atualidade exige que os grupos de trabalho possam produzir resultados como uma equipe bem afinada e com objetivos comuns. Neste contexto, há pouco brilhantismo individual, e todos têm papéis bem definidos e igualmente importantes (um exemplo deste ideal é a unidade encontrada na equipe atual brasileira de vôlei masculino).

Deseja-se inicialmente definir os alunos que:

1. São líderes;
2. Sabem;
3. Gostam de pesquisar, ler ou escrever;
4. São neutros;
5. São rejeitados.

A partir disto os grupos para realizar as experiências do capítulo 3.3 foram estabelecidos inicialmente com uma reunião durante o intervalo com os líderes (item 1). Estes, sabendo suas atribuições e responsabilidades, passaram a escolher os colegas que fariam parte de sua equipe. Foi apresentado aos mesmos aqueles caracterizados de acordo com o conceito de personalidade do item

2 (omitindo o diagnóstico de perfil estipulado pelo professor para evitar a criação de rótulos). Cada um dos líderes escolheu um integrante do item 2, um do item 3 e assim sucessivamente.

2.5. Preparação do material didático conforme a avaliação

Após aplicação e correção da pré-avaliação conforme o capítulo 3.2 no dia 30 de março, procedeu-se a construção do plano de aula. O trabalho de reconhecimento do campo de trabalho e dos indivíduos envolvidos possibilitou que o plano fosse elaborado de forma dinâmica e condizente com a realidade dos alunos.

2.6. Aplicação

No dia 18 de abril de 2005, durante o período da tarde, que compreendeu o período das 13h às 17h, reuniu-se parte das turmas da 7ª e 8ª série para participar da prática pedagógica proposta. A Tabela 3.4 ilustra as principais partes do trabalho dirigido.

Tabela 3.4:A seqüência de trabalho durante a prática pedagógica

Seqüência de trabalho	Duração aproximada	Ações realizadas
1	0:15h	Apresentação e combinações iniciais
2	1:45h	Aula expositiva com retomada das questões abordadas na pré-avaliação
3	0:15h	Intervalo escolar
4	0:10h	Reunião com os líderes, definição das metas e escolha dos componentes das equipes
5	0:20h	Formação das equipes e planejamento das ações
6	1:00h	Realização das experiências práticas
6	0:15h	Feedback e encerramento

Reservou-se um período inicial para apresentação e combinações iniciais, referentes ao andamento das atividades propostas para à tarde.

Logo após iniciou-se a aula expositiva, onde, através de uma releitura da prova aplicada na pré-avaliação, procurou-se associar o conhecimento (aqui sinônimo de desenvolvimento) real do aluno com os princípios básicos das leis de Newton (teorias a serem aprendidas). A prática dirigiu-se para possibilitar uma interação constante entre os alunos e entre estes e o professor. Neste momento, verifica-se que as questões subjetivas na prova da pré-avaliação possibilitaram a identificação de conceitos equivocados e a posterior explanação correta dos mesmos. A Figura 3.4 ilustra fotos desta primeira etapa da aplicação.

Figura 3.4: Fotos da aula expositiva



Aproveitou-se parte do intervalo para preparar os materiais das quatro experiências a serem realizadas pelos alunos posteriormente. Na seqüência dos trabalhos, após o intervalo escolar, realizou-se uma reunião envolvendo o professor e os líderes escolhidos para possibilitar a formação das equipes conforme já descrito no final do capítulo 3.2. Além disso, aproveitou-se o momento para estipular as regras de conduta e objetivos que se desejava atingir com o exemplo prático.

Segue-se então a reunião dos grupos e um período dedicado para que as regras sejam repassadas aos demais componentes. Neste momento também é possível verificar a formação da equipe de trabalho, quando os objetivos passam a ser comum e as responsabilidades são distribuídas aos colaboradores. A esse momento singular chamamos de tempo para planejamento da ação e formação da equipe. Apesar do período inicialmente parecer oneroso, consideramo-lo de enorme importância para que os passos posteriores sejam plenamente satisfeitos.

Figura 3.5: Momento para formação das equipes e planejamento das ações



Seguiu-se a realização das experiências, a avaliação final da aula ou feedback e o encerramento das atividades do dia conforme descrições a seguir.

3.7. As experiências realizadas

Com relação a teoria abordada, buscou-se a realização de pelo menos uma experiência para cada uma das três leis de Newton abordadas na explanação teórica. Acabou-se realizando quatro experiências sendo que duas são relacionadas à primeira lei. As experiências realizadas estão no ANEXO 2 do presente trabalho e tiveram como objetivo os seguintes aspectos:

- Experiência 1 - Inércia do Repouso
- Experiência 2 - Inércia do Movimento
- Experiência 3 - 2ª Lei e Ação e Reação
- Experiência 4 - Ação e Reação

O trabalho também contém no ANEXO 3 uma experiência adicional que não foi realizada nesta oportunidade. A Figura 3.6 relaciona-se a execução da experiência 1; a Figura 3.7, a da experiência 2; a Figura 3.8, a da experiência 3; e a Figura 3.9, a da experiência 4.

Figura 3.6: Alunos realizando a experiência 1 – inércia do repouso



Figura 3.7: Alunos realizando a experiência 2 – inércia do movimento

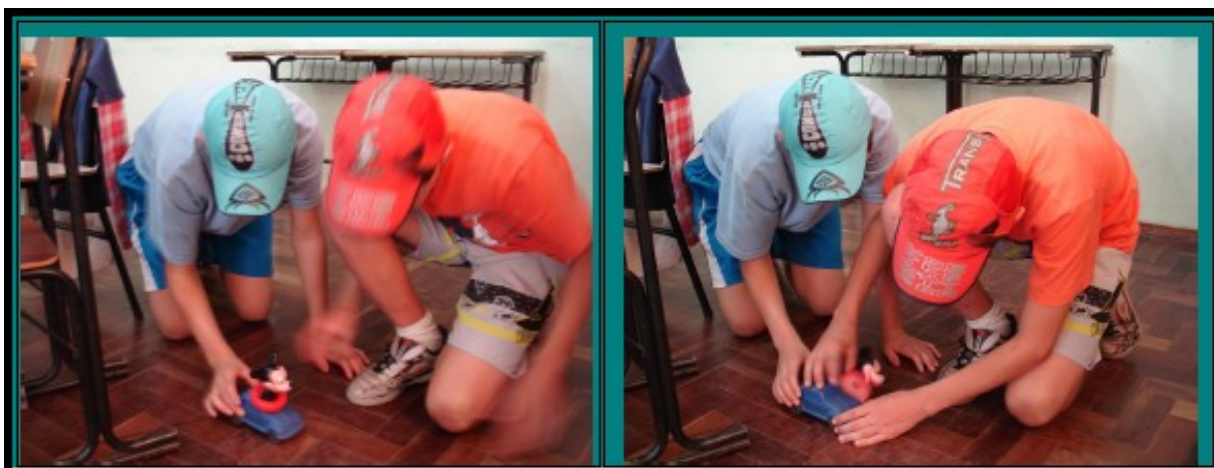


Figura 3.8: Alunos realizando a experiência 3 – 2ª Lei e Ação e Reação



Figura 2.9: Alunos realizando a experiência 4 – Ação e Reação



3.8. O Feedback

A idéia do *feedback* é possibilitar que os professores, ou equipe desenvolvedora do projeto, tenham a possibilidade de coletar informações acerca da aceitabilidade de seus métodos, resultados e ações. O *feedback* ou retorno pode ter objetivos bem distintos, todos eles complementares entre si. Possibilita o repensar das metas dos trabalhos realizados e promove evoluções sistemáticas nas redes de relacionamento social envolvidas.

No desenvolvimento normal da atual prática escolar, as constantes avaliações de desempenho dos alunos é um exemplo de utilização do *feedback*. Elas possibilitam confrontar constantemente os objetivos propostos inicialmente com aqueles atingidos pelo grupo no decorrer ou ao final dos trabalhos.

A prática do *feedback* também é periodicamente utilizada pelas empresas e políticos, quando buscam de seus parceiros informações importantes acerca de perfis e gostos. Os dados obtidos, normalmente por meios estatísticos, são preciosos e norteiam parte das ações tomadas posteriormente.

Dentro deste raciocínio, vemos que a avaliação do desenvolvimento cognitivo dos alunos no decorrer das práticas pedagógicas é uma prática comum em nossos meios escolares. Entretanto, com o mesmo valor técnico, pouco se ouve falar de espaços abertos para que os alunos possam expressar suas opiniões e contribuir para a melhoria dos trabalhos realizados.

Dentro da proposta deste trabalho elaborou-se uma avaliação final da aula, constante no ANEXO 4, que procurou obter o devido retorno dos alunos frente:

- A didática do professor em sala de aula;
- A satisfação frente ao conteúdo proposto e aprendizagem obtida;
- Aos trabalhos de grupo;
- A escolha dos temas que serão trabalhados posteriormente.

Os dados finais estão sendo utilizados para que os novos projetos sejam sempre aprimorados.

4. Conclusões e análises finais

Sem sombra de dúvida, conseguir dentro de pouco tempo e recursos disponíveis realizar uma proposta desta magnitude, engrandece qualquer autor. Esse trabalho, dedicou parte de seu espaço para descrever uma breve biografia e as três leis do movimento de Newton, além de permear a vida do teórico construtivista Vygostsky e possibilitar um leve explanar de suas teorias.

Com base no embasamento inicial, este ensaio possibilitou a introdução de um grande número de idéias e propostas para uma prática pedagógica no ensino atual. Estas idéias, por vezes de difícil realização e inovadora, foram postas em prática dentro de um intercâmbio com alunos do ensino fundamental de uma escola estadual.

Em relação aos esperados, os resultados finais em muito não de melhorar, através de melhorias posteriores da idéia inicial. Entretanto, ficamos satisfeitos pelo bom retorno que tivemos junto aos nossos colaboradores (alunos, colegas de classe e de escola). Esperamos que este trabalho possa ser difundido e que muitos outros possam aparecer para que o aprimoramento pedagógico brasileiro seja possível e sempre haja idéias para tal.

Referências bibliográficas

- ALVARENGA, Beatriz, MÁXIMO, Antônio. **Física** – volume único. Scipione, 1997.
- ÁVILA, Arete Porciúncula de *et tal.* **Instrumentação para introdução ao estudo da física no segundo grau** – cadernos de física e instrumentação. Vol I e II. Laboratório de Física e Instrumentação. São Leopoldo: UNISINOS.
- BARRETO, Márcio. **Física: Newton para o ensino médio**. Campinas, SP: Papyrus, 2002.
- CAMPOS, Leonor Natividade de Medeiros. **Aprendizagem Mediada no Curso Superior Seqüencial de Gerenciamento de Redes de Computadores: Um Estudo De Caso**. Dissertação de mestrado. Florianópolis. UFSC. 2002. Disponível em:
<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS2792.pdf>
- CANTÃO, Renato. **Sir Isaac Newton**. Disponível em:
<http://www.ime.unicamp.br/~calculo/modulos/history/newton/newton.html>. Acesso em 24 maio de 2005.
- FERNANDES, Francisco, LUFT, Celso Pedro. **Dicionário Brasileiro Globo**. 30. ed. São Paulo: Globo, 1993.
- ISAAC NEWTON. Portal São Francisco. Disponível em:
<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/isaac-newton/isaac-newton-6.php>. Acesso em: 2 maio de 2005
- HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl. **Fundamentos de física – volume 1 - mecânica**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- MARIELLI. **Newton**. Disponível em:
<http://users.hotlink.com.br/marielli/matematica/geniomat/newton.html>. Acesso em 24 de maio de 2005.
- MATEMATICOS. **1ª. Lei de newton**. Disponível em:
http://mate_matica.nireblog.com/post/2008/04/10/1-lei-de-newton>. Acesso em: 24 de maio de 2005.
- MOREIRA, Marco Antonio, OSTERMANN, Fernanda. **Teorias Construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.
- MUNIZ, Elisabete Linz, HERMÍNIA, Maria Totti de Castro. **Dicionário Balsa da Língua Portuguesa**. São Paulo: Balsa Planeta, 2003.
- MOLL, Luis C. **Vygotsky e a Educação: Implicações Pedagógicas da Psicologia Sócio-Histórica**. Artes Medicas, 1996.
- NEWTON, Isaac. **Principia: princípios matemáticos da filosofia natural**. Edusp, 2002.
- SOUZA, Bruno Fernando P. de. **Pensadores** – Isaac Newton. Disponível em:
<http://geocities.yahoo.com.br/pensabr/Isaacnewton/isaacnewton1.htm>. Acesso em 24 de maio de 2005.
- SCHMIDT, Cassiane. **Afetividade e Cognição: A Dicotomia entre o “Saber” e o “Sentir” na Escola - Pesquisa sobre a questão das Emoções no cotidiano escolar**. Disponível em:
<http://www.psicologia.com.pt/artigos/textos/TL0013.PDF>.
- STROTHER, Robert. **Grandes vidas, grandes obras**. Newton, o explorador do universo. Seleções do reader's digest, 1980.

ZACHARIAS, Vera Lúcia Câmara. **Vygotsky**. Disponível em: <http://www.centrorefeducacional.com.br/vygotsky.html>. Acesso em 29 de maio de 2005.

http://www.inpe.br/twiki/bin/viewfile/Main/IntroducaoTecnologiaSatelites?rev=1;filename=180_Satelites_P2.2.1_v3_2008.pdf

Anexos**1. A pré-avaliação****2. As experiências realizadas****Inércia do repouso****Inércia do movimento****Segunda lei e ação e reação****Ação e reação****3. Experiência projetada, mas não realizadas****Inércia do repouso, atrito cinético e atrito estático****4. O feedback**

ANEXOS

1. A pré-avaliação

As leis de Newton associadas às questões do trânsito

Preparativo para a aula do dia 18/04/2005

Prof.: Alexandre Lorenzon

Nome: _____

Questões relativas ao tema a ser abordado:

—
O cinto de segurança é um acessório indispensável para proteger nossos amigos, famílias e a nós mesmos de acidentes fatais. Descreva o que você acha que acontece com o corpo de uma pessoa quando:

1. O carro colide bruscamente com uma estrutura fixa e a pessoa está utilizando o cinto de segurança.
2. O carro colide bruscamente com uma estrutura fixa e a pessoa está sem o cinto de segurança

—
Com relação as afirmativas abaixo explique o motivo pelo qual você acha que elas são verdadeiras (ou falsas)

3. É mais fácil parar uma bicicleta do que um ônibus.
4. Um corpo parado tende a ficar parado e um corpo em movimento uniforme e constante tende a manter o seu movimento.

—
5. Imagine que você está descendo uma ladeira em um dia de chuva muito intensa, numa estrada asfaltada, dirigindo uma bicicleta ou moto. Ao ver que vai colidir com um cachorro que subitamente aparece atravessando a rua você freia bruscamente. Explique o que acontecerá após a sua reação. Existe reação alternativa melhor?

—
6. Dê entre um e três motivos pelo qual um adulto que cai bruscamente no chão normalmente se machuca mais do que uma criança.

—
7. Ao se chocar contra uma parede suficientemente espessa, um automóvel em alta velocidade sofre grandes avarias enquanto que a parede poucas. Com base nesta afirmativa você conclui que:

I – A força que a parede exerce sobre o carro durante a colisão é maior que a força que o carro exerce sobre a parede.

II – A força que a parede exerce sobre o carro durante a colisão é menor que a força que o carro exerce sobre a parede.

III - A força que a parede exerce sobre o carro durante a colisão é menor que a força que o carro exerce sobre a parede.

Alternativa correta ()

Explique sua resposta

Sobre a minha pessoa:

Assinale C para concordo plenamente, D para discordo e CD para não concordo nem discordo

8. () Tenho facilidades em matemática e ciências
9. () Procuo sempre saber como as coisas funcionam
10. () Gosto de escrever
11. () Sou quieto(a), prefiro não participar e sim escutar
12. () Gosto de ler / estudar
13. () Nos horários de folga prefiro sair com os amigos do que ficar sozinho em casa sozinho
14. () Tenho facilidade para convencer os outros dos princípios que considero como verdadeiros
15. () Meus amigos vivem me procurando e gostam de ir onde vou
16. Gostaria de fazer trabalhos em grupo com o seguinte colega: _____
17. Não gostaria de fazer trabalhos em grupo com o seguinte colega: _____

ANEXOS 2. As experiências realizadas

Experiência 1 - Inércia do Repouso

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.”

Isaac Newton – Lei I do *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*

Equipamentos:

Uma mesa coberta por uma toalha lisa com objetos numerados colocados cima dela (garrafas, copos, etc...).

Fotos alusivas a experiência solicitada:



Procedimento:

Coloque um objeto por vez em cima da toalha lisa. Tente obter uma forma de retirar a toalha sem derrubar, mover ou tocar nos objetos que estão sobre ela. Procure variar a velocidade com a qual você retira a toalha.

Questão:

1. Na experiência realizada os objetos sobre a toalha possuem sua própria propriedade singular de:

- massa,
- tamanho,
- forma,
- superfície de contato,
- coeficiente de atrito.

Pergunta: Explique, utilizando estas palavras chaves porque alguns objetos mantêm mais facilmente sua inércia do que outros.

ANEXOS 2. As experiências realizadas

Experiência 2 - Inércia do Movimento

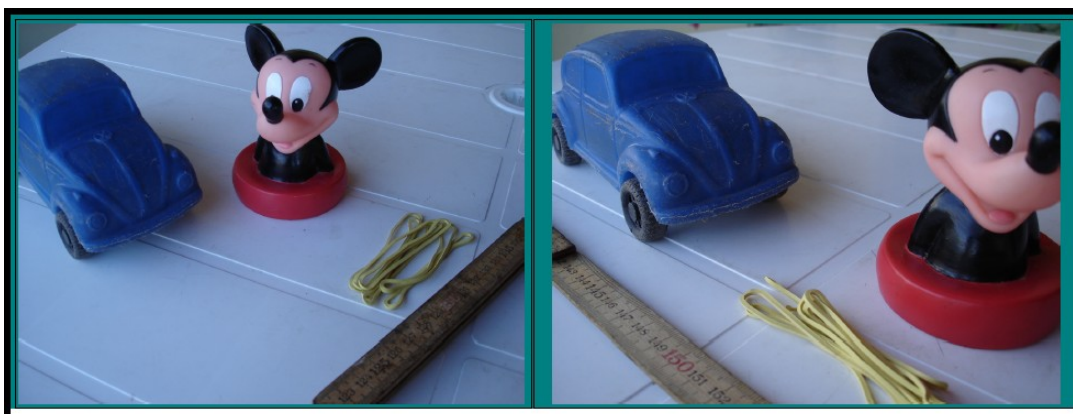
“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.”

Isaac Newton – Lei I do *Phylosophiae Naturalis Principia Mathematica*

Equipamentos:

Uma objeto que deverá ser colocado livremente sobre um carrinho. Também será necessário uma fita métrica, para medir a distância percorrida pelo objeto após o impacto.

Fotos alusivas a experiência solicitada:



Procedimento:

Ao colocar a boneco sobre o carrinho lançar em movimento o conjunto carrinho mais boneco e com algum elemento forçar a parada brusca do carrinho. Repetir a experiência alternando a velocidade de impacto do carrinho e posteriormente colocando um cinto de segurança (elástico) no boneco.

Questões:

2.

2.1) O que acontece com o boneco após o carro ser parado bruscamente sem o uso do cinto de segurança? A distância que o boneco é lançado está diretamente relacionado a velocidade do carro na hora do impacto. Explique a partir da sua interpretação da primeira lei de Newton porque isto ocorre.

2.2) Os automóveis modernos, ao contrário dos antigos, são projetados para, ao sofrer uma colisão frontal, deformar-se. Porque esta característica pode salvar nossas vidas?

ANEXOS 2. As experiências realizadas

Experiência 3 - 2ª Lei e Ação e Reação

“A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.”

Isaac Newton – Lei II do *Phylosophiae Naturalis Principia Mathematica*

Equipamentos:

Canudinhos, balões (massas desprezíveis) e dois carrinhos, sendo um pequeno (aproximadamente 25 gramas) e outro médio (aproximadamente 90 gramas). Instrumento de medida da distância percorrida. Duas mesas deitadas para delinear o caminho percorrido.

Fotos alusivas a experiência solicitada:



Procedimento:

Coloque um balão dentro do outro ainda vazios para aumentar a energia elástica do conjunto. Amarre o conjunto a um canudo e encha o balão através do canudo, soltando o conjunto a partir do início do caminho. Compare a distância percorrida com o balão bem cheio e enchido apenas pela metade. Repetir a experiência anexando o balão em cada um dos dois carrinhos.

Questão:

3. Descreva os procedimentos realizados e as conclusões obtidas, buscando relacionar as mesmas as leis de Newton estudadas em aula.

ANEXOS 2. As experiências realizadas

Experiência 4 - Ação e Reação

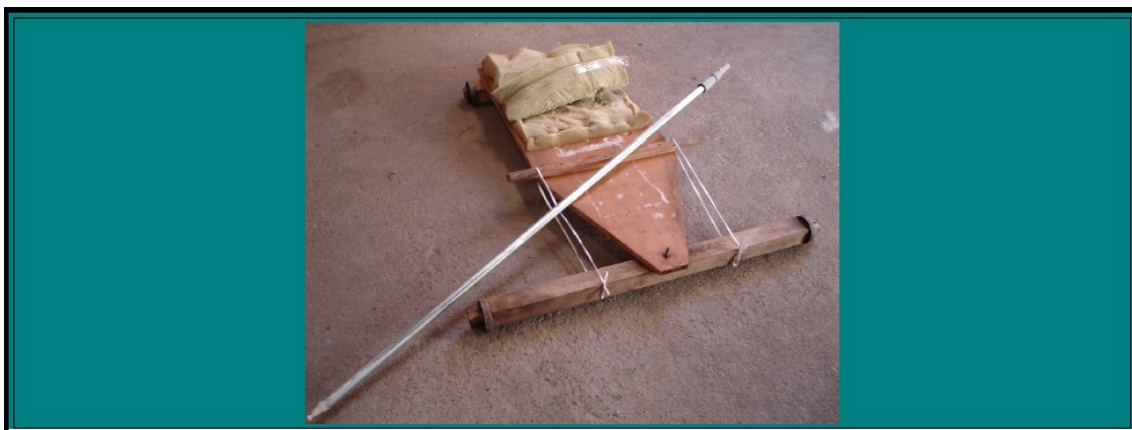
“A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas”.

Isaac Newton – Lei III do *Phylosophiae Naturalis Principia Mathematica*

Equipamentos:

Um carrinho de lomba (com a direção travada) e uma vara comprida. Necessário que algum componente suba no carinho, inicialmente em pé e após sentado.

Foto alusiva a experiência solicitada:



Procedimento:

Um integrante do grupo deve ficar em pé no carrinho e outro deve ficar em pé fora do carrinho. Os dois devem estar segurando a vara, sendo um em cada extremidade. A pessoa fora do carro deve ficar parada sem aplicar força sobre a vara. Quanto ao integrante dentro do carrinho, experimente num primeiro momento empurar seu companheiro do outro lado da vara. Tente também puxa-lo. Experimente repetir o experimento com a vara paralela ao solo e na diagonal, com o componente no carrinho sentado e o que está de fora em pé, ou viceversa.

Questão:

3.

3.1) Explique o que está acontecendo sob os olhos da terceira lei de Newton.

3.2) A força necessária para deslocar o carro é maior, menor ou igual quando a pessoa que está sobre ele é mais pesada? Por quê?

3.3) Quando a vara está paralela ao solo é mais fácil deslocar o carro ou mais difícil do que quando a mesma está na diagonal? Por quê?

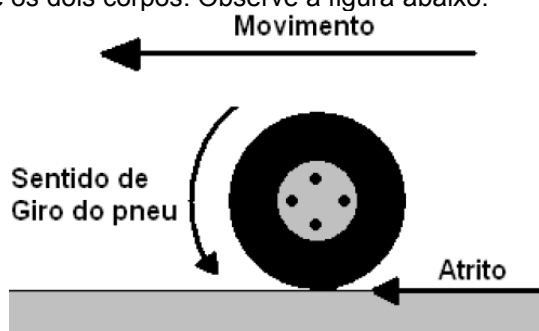
ANEXOS 3. Experiência projetada, mas não realizada

Inércia do repouso, atrito cinético e atrito estático.

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.”

Isaac Newton – Lei I do *Phylosophiae Naturalis Principia Mathematica*

Certamente você já teve a oportunidade de observar um carro que arranca, com grande aceleração, partindo do repouso e derrapa seus pneus, mesmo no asfalto. Isso é explicado pelo fato de todo sistema composto de dois corpos em contato direto possuir uma força de atrito que o se opõem em sentido ao movimento entre os dois corpos. Observe a figura abaixo:



Uma primeira observação descuidada pode dar a impressão de que o que está sendo exposto na figura contradiz o que foi dito anteriormente, pois a figura mostra o carro se movendo no mesmo sentido e direção da força de atrito, mas se observarmos com mais atenção veremos que, de fato, o real sistema composto por dois corpos é o sistema composto pelo pneu e o asfalto e que nesse o sentido de giro do pneu e o atrito atuam em sentidos opostos. A essa força de atrito chamamos de *atrito estático*, pois atua quando não há “deslizamento” entre os elementos em questão em contraposição ao *atrito cinético* que atua quando existe deslizamento entre as superfícies. Sabemos por senso comum que o atrito estático é sempre maior que o atrito cinético, isso, em parte, explica porque é sempre mais difícil colocar, por exemplo, um caderno em movimento ao o empurrarmos sobre a classe do que mantê-lo em movimento com velocidade constante. O que ocorre quando um carro derrapa seus pneus ao partir do repouso com uma grande aceleração é: vencer o atrito estático antes de vencer a *inércia de repouso*, pois assim que o pneu começa a derrapar e o atrito que passa a existir entre o pneu e o asfalto é o atrito cinético que, como já vimos, é menor que o atrito estático, logo o carro tenderá a permanecer derrapando o pneu por um tempo razoavelmente grande até que a aceleração aplicada conjugada ao atrito cinético consiga vencer a inércia de repouso do automóvel e, então, colocá-lo em movimento e a partir do momento que o carro passa a se deslocar e não derrapa mais já está novamente atuando o atrito estático entre os pneus e o asfalto, não derrapando mais. Após essa explicação prossigamos a execução da experiência.

Equipamentos:

Uma mesa coberta por uma toalha lisa com objetos dispostos em cima dela (garrafas, copos, etc...).

Procedimento:

ANEXOS 3.**Experiência projetada, mas não realizada**

Já com o sistema montado com a disposição citada no item anterior tente obter uma forma de retirar a toalha sem derrubar, mover ou tocar nos objetos que estão sobre ela. Sugestão: tente variar a velocidade com a qual retira a toalha.

Questões:

1.1) O que ocorre com a disposição dos objetos sobre a mesa quando você tenta retirar **lentamente** a toalha da mesa?

1.2) O que ocorre com a disposição dos objetos sobre a mesa quando você tenta retirar **um pouco mais rapidamente** a toalha da mesa?

1.3) O que ocorre com a disposição dos objetos sobre a mesa quando você tenta retirar **em apenas um lance muito rápido** a toalha da mesa?

Justifique as respostas das perguntas anteriores utilizando-se dos conhecimentos adquiridos de atrito estático, atrito cinético da explicação inicial e da explicação sobre inércia do repouso dada pela parte em negrito da frase de Isaac Newton no início do texto.

ANEXO M2 - Com o passar do tempo as distâncias mudam

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

"Com o passar do tempo as distâncias mudam"

São Leopoldo
junho de 2005

INTRODUÇÃO

A presente proposta vem em encontro à apresentação sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) realizada em sala de aula desenvolvendo uma aula teórico-prática para ser ministrada numa turma de primeiro ano do ensino médio.

Esta seria a primeira aula sobre o estudo da Física propriamente dito, introduzindo os primeiros conceitos no campo da Mecânica, que procura analisar o movimento dos corpos no geral. Nesta aula analisaremos apenas o conceito de movimento e tentaremos entender porque diferentes móveis percorrem diferentes distâncias em tempos iguais ou distâncias iguais em tempos diferentes.

Para um melhor andamento desta aula, é importante que os alunos tenham uma introdução de alguns conceitos gerais sobre Física e algumas noções básicas de distância e tempo, bem como suas unidades.

Como fundamentação teórica utilizaremos a contextualização com a realidade e educação dialogada baseada na teoria de Paulo Freire. Para tanto, num primeiro momento, apresentaremos uma aula teórica com muitas perguntas para incentivar o diálogo com os alunos, a seguir passaremos para uma experiência com carrinhos a pilha, sempre em comparação com o dia-a-dia de cada um, retomando ao final a parte teórica, discutindo pontos da experiência.

CONCEITO DE MOVIMENTO

Todos temos a idéia de movimento, adquirida através de nossas experiências diárias (os carros nas ruas, as pessoas caminhando). Sabemos, por exemplo, se algo ou alguém está em movimento ou em repouso. Em todos os casos que percebemos que algo ou alguém está em movimento, a posição desse alguém, **em relação a nós**, está variando com o decorrer do tempo.

Nos exemplos citados, as posições dos objetos em movimento foram sempre consideradas em relação à nós, que somos os observadores do movimento. Na linguagem da Física, dizemos que nós éramos o referencial em relação ao qual os movimentos estavam sendo analisados.

Um mesmo movimento pode ser analisado em relação a diferentes referenciais. Um corpo pode estar em movimento em relação a um certo observador (um certo referencial) e estar em repouso em relação a um outro observador (um outro referencial). Portanto quando dizemos que um corpo está em movimento, devemos indicar sempre o referencial em relação ao qual estamos considerando este movimento. Entretanto, quase sempre tomamos a Terra como referencial, isto é, as posições dos objetos são tomadas em relação a um ponto fixo da Terra.

Nesta idéia: A Terra está parada ou em movimento?

É provável que já se tenha aprendido que a Terra gira em torno do Sol e que não é correto dizer que o Sol gira em torno da Terra. De acordo com as idéias analisadas, porém, esta é uma visão inadequada da situação. Na realidade, é correto afirmar que a Terra está em movimento para um observador situado no Sol (referencial no Sol), mas se o observador estiver na Terra (referencial na Terra) evidentemente, para ele, a Terra estará em repouso.

Movimento retilíneo uniforme (MRU)

Introdução de conceitos como partícula e trajetória.

Se considerarmos um carro, de 3m de comprimento, deslocando-se de um lugar para outro, distantes 200km um do outro. De um modo geral, podemos considerar que o tamanho do carro é desprezível em comparação com o comprimento da estrada, a partir disto podemos considerar que o carro é apenas um ponto, ou seja, não tem dimensões, mas tem massa. Quando as dimensões de um corpo podem ser desprezadas no estudo de um fenômeno, poderemos dizer que ele está sendo considerado como uma partícula, ou seja, um corpo pontual, sem dimensões.

Do mesmo modo, quando fotografamos um carro em movimento durante a noite, com os faróis ligados, vemos na foto uma linha luminosa que mostra as posições sucessivas ocupadas por ele. A está linha é dado o nome de trajetória. Da mesma maneira a linha traçada com uma caneta sobre o papel representa a trajetória do movimento dessa caneta.

De acordo com a forma da trajetória, os movimentos podem ser classificados das seguintes maneiras, quando a trajetória é uma reta chamamos de movimento retilíneo: quando a trajetória é uma curva, como uma circunferência, elipse ou outra curva qualquer, chamamos de movimento curvilíneo.

Velocidade

Vamos supor que um carro esteja se movendo em uma estrada e que seu velocímetro indique de maneira constante o valor de, por exemplo, 60km/h. Mesmo uma pessoa leiga em Física sabe que este valor representa a velocidade do veículo. Sempre que, durante o movimento, a velocidade permanecer invariável, como no exemplo que citamos, dizemos que o movimento é uniforme. E, se a trajetória do movimento for reta, o movimento será denominado Movimento Retilíneo Uniforme.

De maneira geral, se um corpo está em movimento uniforme com velocidade v e percorre uma distância d em um tempo t , sua velocidade é obtida da seguinte maneira: $v=d/t$.

EXPERIÊNCIA

Objetivo

Entender porque diferentes móveis percorrem distâncias diferentes em tempos iguais, ou distâncias iguais em tempos diferentes.

Conhecimentos prévios

Noções de distância e tempo, tais como suas unidades.

Passando, agora, para a experiência procurando fazer interagir todos os alunos da turma. Desenvolvimento da experiência:

Colocar os carrinhos a moverem-se em um trecho retilíneo de uma estrada. Os alunos anotam os tempos numa tabela os tempos nos quais os carrinhos passaram nos marcos métricos.

Material a ser utilizado na experiência

1. Carrinhos a pilha (Fusca ou Ferrari)
2. Trena
3. Cronômetros
4. Pista de testes

Procedimentos

1. Demarcação de uma pista de teste
2. Marcação de pontos de métricos e ponto de largado dos carrinhos
3. Coleta dos tempos que cada carrinho leva para percorrer os pontos
4. Marcação dos tempos em uma tabela no quadro
5. Construção de gráficos.

Após experiência prática será feita, com os alunos, a análise e discussão dos dados obtidos na experiência bem como a comparação com a teoria previamente apresentada, respondendo aos questionamentos dos alunos.

Questionamento

Faremos analogias ao cotidiano.

Resultados obtidos

Os resultados obtidos com o experimento tornam possível aos alunos entenderem alguns tipos de movimento que ocorrem no cotidiano além de introduzirem a noção de velocidade partindo do conceito de tempo e distância.

Conclusões

Concluimos que no cotidiano, em específico no trânsito automobilístico, são raras as situações em que existe MRU.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS

Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga

TORRES, Carlos Magno Azinaro et al. Física: Ciência e Tecnologia (Volume único). São Paulo, Moderna; 2001.

Apêndice A: Lâminas da apresentação do seminário

"Com o passar do tempo
as distâncias mudam."

Componentes do grupo:



Objetivo: entender porque diferentes
móveis percorrem distâncias
diferentes em tempos iguais ou
distâncias iguais em tempos
diferentes (MRU - Movimento
retilíneo uniforme).

Fundamentação teórica:
contextualização
com a realidade e
educação dialogada
baseada na teoria
de Paulo Freire.



Conhecimentos prévios: Noções básicas de distância e tempo, bem como suas unidades.

Movimento:

Todos temos a idéia de movimento, adquirida através de nossas experiências diárias (os carros nas ruas, as pessoas caminhando...).

Como percebemos que algo ou alguém está em movimento?

Em todos os casos que percebemos que algo ou alguém está em movimento, a posição deste alguém, *em relação a nós*, está variando com o decorrer do tempo.

Como assim: *em relação a nós...*

Idéia de referencial:

Um corpo pode estar em movimento em relação a um certo observador (um certo referencial) e estar em repouso em relação a um outro observador (um outro referencial).

Nesta idéia: A Terra está parada ou em movimento?

Movimento uniforme:

Toda vez que, durante um movimento, o valor da velocidade permanece constante dizemos que o movimento é uniforme.

Exemplos...

De maneira geral, se um corpo está em movimento uniforme com velocidade v e percorre uma distância d em um tempo t , sua velocidade é obtida da seguinte maneira:

$$V = d / t$$

Experiência:

Colocar os carrinhos a moverem-se em um trecho retilíneo de uma estrada.

Os alunos anotam os tempos numa tabela os tempos nos quais os carrinhos passaram nos marcos métricos.

Material a ser utilizado na experiência:

- Carrinhos a pilha (Fusca e Ferrari)
 - Trena
 - Cronômetro
 - Pista de testes
-
- Demarcação de uma pista de teste na sala de aula.
 - Marcação de pontos de métricos e ponto de largado dos carrinhos.
 - Medida dos tempos que cada carrinho leva para percorrer os pontos.
 - Marcação dos tempos em uma tabela no quadro.



ANEXO M3 – Diferença entre temperatura e sensação térmica

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Área de conhecimento e aplicação: Física

Metodologia de ensino de Física I

DIFERENÇA ENTRE TEMPERATURA E SENSAÇÃO TÉRMICA

DISCIPLINA: Metodologia de Ensino de Física I

NOMES:

SALA: 6R 214 **TURMA:** 23

DATA: 06/06/2005

1 INTRODUÇÃO

Sob a forma de uma linguagem adaptada da metodologia e epistemologia popperiana e, dentro dos limites demarcados pelo limbo das refutações empíricas de experiências relacionadas, buscaremos identificar bem como elucidar para a classe um conceito para “Sensação Térmica” e diferenciá-lo do conceito clássico de Temperatura da Termodinâmica.

Estas atividades são direcionadas para alunos do segundo ano do Ensino Médio e foram planejadas para uma aplicação conjugada epistêmica/cronologicamente com o conteúdo de Termodinâmica.

“ ... entendo que nossa linguagem ordinária está repleta de teorias; que a observação sempre é observação à luz das teorias; e que é somente o prejuízo indutivista que leva as pessoas a pensar que poderia existir uma linguagem fenomênica, livre das teorias e diferente de uma “linguagem teórica ”” (Popper, 1968, p.61)

2 OBJETIVO

Definir e demonstrar através de comparações empírico/experimentais e dedutivo/conceituais a diferença entre temperatura e sensação térmica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CONCEITOS E MEDIÇÃO DE TEMPERATURA

Em Alexandria, a escola peripatética explica a dilatação e a contração do ar pela ação do quente e frio, induzindo a idéia de uma estrutura lacunar da matéria. Estas pesquisas levam Fílon de Bizâncio, por volta de 250 a.C., e Héron de Alexandria, por volta de 100 d.C., a construir o termoscópio.

Os pneumáticos de Héron foram traduzidos e publicados em latim em 1575 e em italiano em 1589, que se tornam o ponto de partida para de estudos de termoscópicos. Durante quase dois séculos, até ao século XVIII, estes estudos serão realizados por médicos e meteorologistas. E estes, são numerosos os adeptos do aristotelismo escolástico, para os quais convém referenciar a intensidade das qualidades de quente e de frio dos corpos, aquilo a que se chama então de grau de calor, o temperamento ou a temperatura do corpo.

Durante a Idade Média, a água e o vento eram fontes de energias muito importantes (moinhos para moer e esmagar). No entanto a maior fonte de energia da Idade Média foi à lenha. Ela era utilizada para a construção de casas, e como fonte de calor se se utilizava para cozinhar alimentos e para fundição de metais. A lenha era muito utilizada por ferreiros, para construção de equipamentos para agricultura. Sendo que a lenha também era utilizada para a produção do vidro e da cerveja.

A Revolução Industrial serviu como estímulo para o desenvolvimento de novas técnicas científicas, fazendo com que a termodinâmica tivesse um papel muito importante na transformação.

Termodinâmica é o ramo da física que estuda as relações entre calor, temperatura, trabalho e energia. De acordo com Costa

Qualquer sistema físico, seja ele capaz ou não de trocar energia e matéria com o ambiente, tenderá a atingir um estado de equilíbrio, que pode ser descrito pela especificação de suas propriedades, como pressão, temperatura ou composição química. Se as limitações externas são alteradas, então essas propriedades se modificam.

O que tínhamos como noção de temperatura, era a sensação de quente e frio. A grandeza de temperatura talvez tenha sido uma das primeiras grandezas da termodinâmica a ser medida. Somente em 1592, o astrônomo e físico Galileu Galilei (1564- 1642) construiu um termoscópio de ar que nada mais era do que um termômetro rudimentar. Este termoscópio tem seu precursor do matemático grego Héron, da Antiguidade, segundo o qual o ar quente põe em movimento a água contida em um tubo de vidro com a extremidade superior aberta, graças à variação de pressão do ar.

A partir do termoscópio foi construído termômetro de Galileu foram construídos vários modelos, até chegarmos aos modelos atuais. Desde então muitos pesquisadores colaboram para elaboração de novos termômetros. Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), operário de uma fábrica de vidro construiu um termômetro de álcool, que logo depois foi substituído pelo de mercúrio. De acordo com o LECT o mercúrio

Por ser extremamente sensível, ele aumenta de volume à menor variação de temperatura, mesmo próxima à do corpo humano. O volume do mercúrio aquecido se expande no tubo capilar do termômetro. E essa expansão é medida pela variação do comprimento, numa escala graduada que pode ter uma precisão de 0,05°C. É dessa forma, pela expansão do líquido, que observamos a variação da temperatura.

Não importava de como era feito o modelo de termômetro. A grande preocupação da época era a de que o aparelho entrasse em equilíbrio térmico com o sistema cuja temperatura se buscava medir, ou seja, quando um corpo mais quente entra em contato com um corpo mais frio, depois de certo tempo, ambos atingem a mesma temperatura.

A relação de equilíbrio térmico foi estudada por um físico britânico James Clerk Maxwell (1831-1879). Na época observou que se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, eles estão em equilíbrio térmico entre si. Esta observação nos dias de hoje é conhecida como a Lei Zero da Termodinâmica. A validade da lei zero permite nos dias de hoje a construção e a calibragem de termômetros.

3.2 SENSAÇÃO TÉRMICA OU TEMPERATURA EQUIVALENTE DE WINDCHILL (TW)

O Texto deste título foi retirado do site:

<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/chill2A.html>

Quando Falconer (1.968) e Dare (1.981) derivaram a equação de Siple, encontraram

uma relação entre a temperatura ambiente, a velocidade do vento e a temperatura da pele seca do ser humano, montando uma segunda equação matemática. Assim, determinou-se uma nova temperatura que foi denominada de "sensação térmica" e tecnicamente chamada de Temperatura Equivalente de Windchill (T_w).

Diferente da equação de Siple que quantificava a perda de calor, a nova equação fornecia a temperatura que a pessoa estaria sentindo, sob uma convecção forçada, utilizando a temperatura do ar ambiente e a exposição à velocidade do vento no local. Esta temperatura seria equivalente a uma situação em que a pessoa estivesse em um ambiente sem vento ou vento inferior à 1m/s de velocidade, mas com uma temperatura muito mais baixa!

3.3 CALCULANDO A SENSÇÃO TÉRMICA (TEMPERATURA EQUIVALENTE DE WINDCHILL (TW))

O Texto deste subitem foi retirado do site:

<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/chill2A.html>

Pode se estimar a Temperatura Equivalente de Windchill (T_w) quando se expõem a temperaturas baixas e velocidades dos ventos severas, impondo condições abrasivas às expedições e jornadas nas montanhas ou situações afins.

A equação de Windchill derivada de Siple é a seguinte:

$$T_w = \frac{(10 \times \sqrt{v} + 10,45 - v) \times (T - 33)}{22} + 33$$

que pode ser simplificada para:

$$T_w = \left[(10 \times \sqrt{v} + 10,45 - v) \times (T - 33) + 726 \right] / 22$$

onde v é a velocidade do vento em m/s e T é a temperatura do ar em graus Celsius. O resultado desta operação é T_w que dará a Temperatura Equivalente de Windchill em graus Celsius. Esta equação foi derivada da equação de perda de calor de Siple onde também foi aplicada a experimentos práticos científicos onde novamente uma relação monográfica foi estabelecida. Observe que há um termo nas duas equações que podem trazer dúvidas aos mais atentos: realmente a equação de Siple de perda de calor possui o termo $(33 - T)$. Já a equação de Temperatura Equivalente de Windchill possui o termo $(T - 33)$.

3.4 COMO UTILIZAR A EQUAÇÃO DE WINDCHILL

O Texto deste título foi retirado do site:

<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/chill2A.html>

Vamos agora expor alguns exemplos de como se utiliza à equação de Windchill para podermos aplicá-la quando for conveniente.

Situação 1:

Temperatura do Ar = 0°C; e

Velocidade do Vento = 0m/s (calmo ou sem vento)

Substituindo T e v por 0 (zero) teremos:

$$T_w = [(10 \times 0 + 10,45 - 0) \times (0 - 33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(10 \times 0 + 10,45 - 0) \times (0 - 33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(0 + 10,45 - 0) \times (0 - 33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(10,45) \times (-33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(-384,85) + 726] / 22$$

$$T_w = [381,15] / 22$$

$$T_w = 17,325^\circ\text{C}$$

Como em temperatura do ar nós aceitamos uma casa decimal, podemos dizer que a T_w é igual a $17,3^\circ\text{C}$. Note que a temperatura do ambiente é de 0 (zero) graus Celsius! Mas como não há vento ($v = 0$) a nossa sensação é a de que estamos em um ambiente com uma temperatura de $17,3^\circ\text{C}$, o que é razoavelmente confortável! Uma simples blusa para os mais friorentos já dará o conforto térmico adequado.

Situação 2:

Temperatura do Ar = 0°C ; e

Velocidade do Vento = 5m/s (brisa suave)

Substituindo T por 0 (zero), v por 5 e fazendo $= = 2,23$, teremos:

$$T_w = [(10 \times + 10,45 - v) \times (T - 33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(10 \times 2,23 + 10,45 - 5) \times (0 - 33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(27,75) \times (-33) + 726] / 22$$

$$T_w = [(-915,75) + 726] / 22$$

$$T_w = [-189,75] / 22$$

$$T_w = -8,625^\circ\text{C}$$

Veja o que aconteceu novamente, como no caso da perda de calor. Uma pequena brisa de 5m/s , numa temperatura do ar de 0°C , conseguiu que a Temperatura Equivalente de Windchill caísse de $17,3^\circ\text{C}$ para uma impressionante marca negativa: $-8,6^\circ\text{C}$. Essa seria a temperatura que estaríamos sentindo em um ambiente sob este vento. O conforto térmico estaria comprometido!

3.5 VALIDADE DAS EQUAÇÕES DE SIPLE

O Texto deste subitem foi retirado do site:

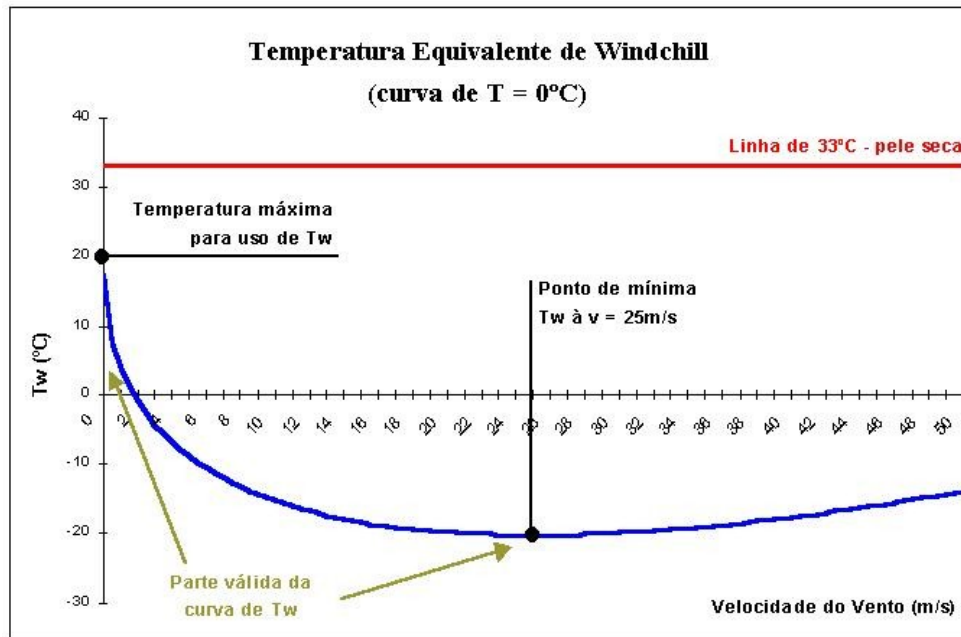
<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/chill2A.html>

Não é preciso ser um gênio da matemática para perceber que as equações de Siple (tanto a de perda de calor como a de Windchill) são equações quadráticas, ou seja, de segundo grau (note a raiz quadrada!). Embora seu comportamento não seja de uma perfeita parábola como estamos acostumados da época do colegial, podemos ver que se trata de uma parábola deformada e deslocada do eixo y . Bem, se é uma parábola, e podemos adiantar que está de "boca para cima", uma hora, os valores vão ter que começar a subir! Aí encontramos um problema, pois se colocarmos alguns valores nestas equações, a partir de 25m/s a temperatura de Windchill subirá e, no caso das perdas de calor, os valores darão negativos, representando então, um ganho de calor!

É lógico pensar que o atrito com o ar começará a esquentar os objetos ou pessoas, mas isso só é válido para um foguete que está reentrando na atmosfera a altíssima velocidade. É razoável pensar que acima de 25m/s ainda teríamos uma perda de calor mais acentuada, mas que, infelizmente, não pode ser descrita por Siple. Não fiquem tristes imaginando que isso é um problema, pois se um indivíduo se expuser a um vento de 25m/s com uma temperatura baixa, congelará em poucos minutos! Experimente usar nas duas equações de Siple os valores iniciais de $v = 25\text{m/s}$ e $T = -20,0^\circ\text{C}$. Você obterá algo como $T_w = -52,4^\circ\text{C}$ e $H = 1.878,85\text{Kcal/m}^2/\text{h}$. Estas situações são facilmente encontradas em regiões inóspitas como a Antártida ou nas altas montanhas geladas.

Outro problema é que estas equações só são válidas para temperaturas baixas. Podemos utilizá-las no intervalo de temperaturas entre $20,0^\circ\text{C}$ e $-30,0^\circ\text{C}$ sem problemas, mas para temperaturas superiores a $20,0^\circ\text{C}$ elas não terão mais propósito! (a parábola chega a se tornar uma reta em $T = 33,0^\circ\text{C}$ e inverte sua "boca" com T acima disto!).

Resumindo, utilize as equações nos intervalos de: $-30,0^\circ\text{C} = < T > = 20,0^\circ\text{C}$ para temperatura e 0m/s a $25,0\text{m/s}$ (49Kt ou 90Km/h) para velocidades do vento.



A curva de Windchill em algumas velocidades do vento e temperatura do ar valendo zero.

3.6 RELAÇÃO COM A METODOLOGIA DE POPPER

Popper propõe três (03) Mundos para explicar a obtenção do conhecimento. O Mundo 1 é representado pelos objetos em sua existência empírica e sua forma geométrica. O Mundo 2 é constituído pelos sujeitos com suas teorias inventadas por seus subjetivos para buscar o conhecimento. O Mundo 3 é o conhecimento que existe inerente a todo o resto. É na relação entre o sujeito (Mundo 2) através da ótica observacional de uma teoria com objetos concretos (Mundo 1) pode-se obter ou capturar os limites epistêmicos de tal teoria, o que é conhecimento (Mundo 3) propriamente dito. O sujeito experimentador manipula os objetos concretos e os observa a partir de uma teoria. Após o experimento ele (o sujeito) conclui se a teoria continua a existir, no caso de o experimento estar de acordo com o que tal teoria previa, ou se ela deve ser refutada e substituída por outra que explique ou explique melhor tal observação (além de todos os outros casos anteriores).

A equação de Windchill para se obter um valor para a sensação térmica demonstra apenas um intervalo de abrangência (abaixo de 20 e acima de -30°C) e regiões do planeta onde possui melhor aplicabilidade. Este conhecimento foi obtido por experiências que conjugadas com tal teoria percebida por causa da forma quadrática da equação e sua conseqüente curva demarcou a área de validade onde tal teoria pode ser aplicada com resultados condizentes.

3.7 OUTRAS FORMAS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

O Texto deste subitem foi retirado do site:

<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/chill2A.html>

Além das restrições de temperatura e velocidade do vento, as equações não levam

em conta outros fatores importantes de transferência de calor como a respiração, as extremidades corporais e as vestimentas utilizadas.

Um dos processos que mais contribuem para a perda de calor do corpo é a respiração. Estima-se que esta perda atinja a marca de 20% da perda total do calor corpóreo, sendo então, uma condição crítica para os expedicionários em certas missões em regiões mais frias.

Outro problema são as extremidades do corpo que ficam expostas ou não às intempéries. Nariz e orelhas podem congelar facilmente se não estiverem devidamente abrigadas. As mãos possuem um fator crítico que abordamos na primeira parte desta matéria. Elas possuem muita superfície em relação a sua pouca massa! Tornam-se verdadeiros radiadores térmicos do seu corpo, pois haja energia para mantê-las aquecidas. No caso dos pés, eles têm mais vantagens em relação às mãos, mas também precisam ser cuidados com atenção.

No caso das roupas, elas devem isolar em grande parte o peito e pescoço. Gorros são bem-vindos, pois protegem também as orelhas. Roupas inadequadas para as ocasiões podem ser um grande empecilho. Calças tipo jeans não são recomendadas para o frio (aliás, não são recomendadas para nada, muito menos para o esforço físico de uma jornada!). Os tecidos devem isolar o expedicionário da mordida do vento e ao mesmo tempo, permitir que ele transpire. Um plástico poderá matá-lo se tentar se "embrulhar" com ele na vã tentativa de se isolar do frio. Após algum tempo, você estará totalmente molhado pela sua própria transpiração e aí, já viu o que comentamos anteriormente: se frio seco é ruim, molhado é pior!

3.8 FORMAS EFICIENTES DE PROTEÇÃO DO FRIO

O Texto deste subitem foi retirado do site:

<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/chill2A.html>

Se a respiração retira 20% do nosso calor, basta colocarmos um lenço preso a boca e nariz (como máscara de bandidos do velho oeste). Desta maneira, faremos um isolamento simples, mas eficiente. Troque o lenço ou pano de vez em quando por outro, já que a respiração irá molhá-lo com o tempo.

No caso das mãos, que são sempre um caso sério, a dica é simples: espalme as mãos, mantendo os dedos colados ou, melhor ainda, feche o punho com o dedão para dentro. Com este simples procedimento, você inverteu a situação: agora há pouca superfície para muita massa. O resultado é a sensação de aquecimento das mãos. Em relação aos pés, mexa, de vez em quando, os dedos dentro das botas ou quando estiver deitado na barraca. O movimento fará com que melhore a circulação sanguínea, aquecendo as extremidades dos pés.

E no caso das vestimentas, muitos fatores podem contribuir. Usar várias roupas mais finas é uma vantagem em relação a se usar apenas uma e grossa. Os tecidos são como telas e essas têm espaços por onde o vento pode entrar. Se você faz uma combinação com outro tecido por cima, estará cobrindo esses espaços, desta maneira, aumentam as chances de cobrir mais espaços conforme aumentam o número de tecidos sobrepostos.

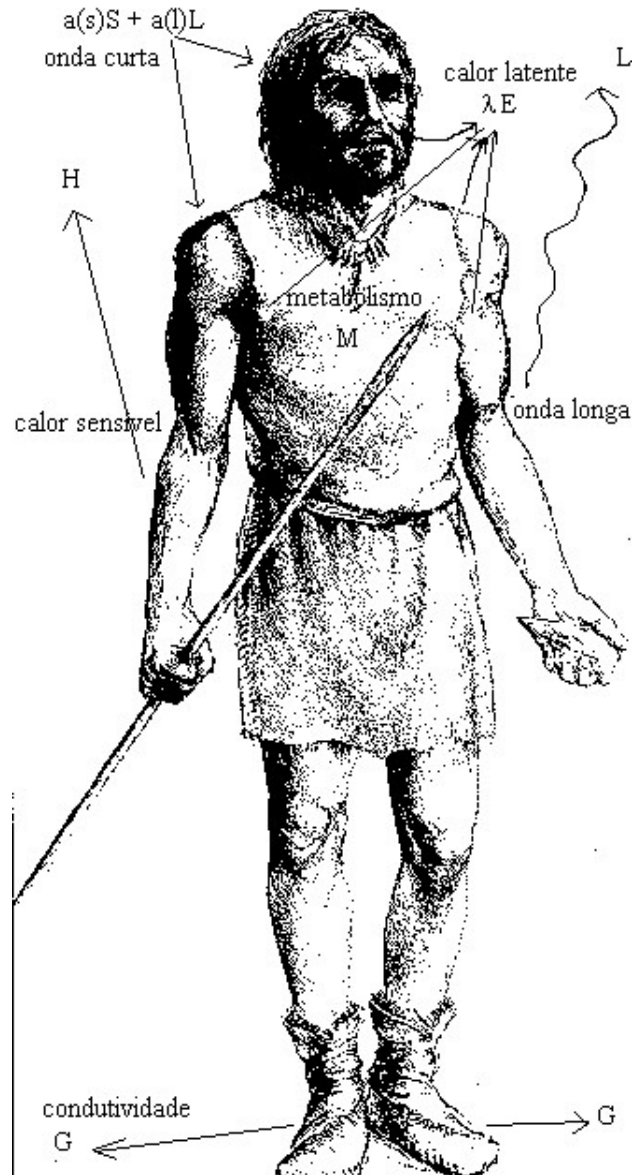
Roupas encapuzadas e meias e luvas de lã são apropriadas até certo ponto, mas lembre-se de que queremos nos isolar do vento, portanto, algo por baixo vai ajudar nesta função! A cor da roupa também entra nesta história, pois roupas escuras reduzem a refletividade (albedo) podendo absorver mais radiação solar que uma roupa clara. Já existem há alguns anos, certos catálogos de roupas para aventureiros que vêm adotando uma nova unidade Física: o Clother. Esta unidade mede a resistência de roupas, levando em consideração uma porção de fatores (a equação não caberia aqui) como perda evaporativa, condutividade térmica do tecido, espessura, cor, redução da isolação pelo vento etc. Um exemplo para uma roupa de inverno seria de 1Clother ou 1,00cal.m⁻².s⁻¹.(°C.cm⁻¹)-1. Outras roupas típicas podem estar entre 0,8 a 0,9Clother. Roupas muito mais pesadas marcariam 1,3Clother.

3.9 PARÂMETROS DO CONFORTO TÉRMICO

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

O conforto térmico é, em linhas gerais, obtido por trocas térmicas que dependem de vários fatores, ambientais ou pessoais, governados por processos físicos, como convecção, radiação, evaporação e eventualmente condução. De acordo com literatura o Conforto Térmico Humano e sua resposta fisiológica, ao estresse térmico, dependem da produção de calor metabólico, do nível de fatores ambientais (velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa e temperatura média radiante) e do tipo de vestimenta que o indivíduo estiver usando. O efeito conjugado dos mesmos é que definirá o grau de conforto ou desconforto térmico sentido pelas pessoas. Desta forma, os parâmetros mais importantes do conforto térmico subdividem-se em duas classes:



3.10 PARÂMETROS INDIVIDUAIS

Metabolismo

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

O metabolismo refere-se ao processo dos organismos vivos por onde substâncias

são transformadas nos tecidos com uma mudança no gasto energético. A quantia total de calor metabólico produzido depende do ambiente externo e também da dieta, tamanho corporal, idade e nível de atividade destes. A produção de calor metabólico pode ser dividida em duas componentes: (a) taxa de metabolismo basal, a qual depende do tamanho, cobertura superficial e idade (aumenta com o tamanho e diminui com a idade) e (b) que é o calor produzido pela atividade muscular.

Vestuário

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

A vestimenta relaciona-se a uma resistência térmica interposta entre o corpo e o meio ambiente e, também, à permeabilidade ao vapor d'água. Como mencionado, a quantidade de calor trocada depende da diferença entre a temperatura superficial e o meio, esta diminui à medida que aumenta a resistência térmica. Portanto, quanto mais espessas, menos condutivas e menos permeáveis forem às roupas, maior dificuldade terá o organismo para trocar calor com o meio ambiente. Já que a vestimenta reduz a perda de calor, a mesma pode ser classificada de acordo com o seu valor de isolamento. A unidade normalmente usada é o Clo (clothing), em termos técnicos a unidade é $^{\circ}\text{C W/m}^2$ sendo que 1 Clo equivale a $0,15^{\circ}\text{C W/m}^2$. A escala de Clo é projetada de modo que uma pessoa despida tenha um valor de 0,0 Clo e outra vestindo um terno típico tenha um valor de 1,0 Clo.

3.11 PARÂMETROS AMBIENTAIS

Temperatura do ar

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

A temperatura do ar afeta a perda de calor convectivo do corpo humano e a temperatura do ar expirado (HÖPPE, 1981). Assim, a perda de calor pelo aquecimento e umidificação do ar expirado é influenciada pela temperatura do ar. Uma temperatura elevada é um verdadeiro obstáculo à dissipação de calor por convecção (inclusive pode causar um aporte de calor se for mais quente que a temperatura da pele).

Umidade do ar

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

A umidade do ar é outro fator meteorológico que influencia o conforto térmico. A mesma interfere diretamente em três mecanismos de perda de água do corpo humano, a saber: a difusão de vapor d'água através da pele (transpiração imperceptível), a evaporação do suor da pele e a umidificação do ar respirado. Por exemplo, à medida que a temperatura do meio se eleva e a perda de calor por condução e convecção é prejudicada, há um aumento na eliminação de calor por evaporação, fazendo com que a transpiração se torne perceptível. Se o ar estiver saturado essa evaporação não é possível, caso em que a pessoa ganha calor enquanto a temperatura do ambiente mantém-se superior a da pele. Caso contrário, sob um ar seco, a perda de calor pelo corpo ocorre mesmo em altas temperaturas. Em todos os casos, entretanto, a perda de água ocorre na forma gasosa. O resultado final é a perda de calor pelo corpo humano.

Velocidade do vento

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

Assim como a temperatura do ar, a velocidade do vento é determinante na troca de calor por convecção entre o corpo e meio ambiente. Quanto mais intensa for a ventilação, maior será a quantidade de calor trocada entre o corpo humano e o ar, conseqüentemente menor será a sensação de calor. O termo “windchill”, criado por Paul Simple (1939-1940), expressa o efeito de resfriamento decorrente da perda de calor provocada pelo vento, fazendo com que a sensação térmica corresponda a de uma temperatura muito inferior a realmente observada.

3.11.4 Temperatura média radiante

O Texto deste subitem foi retirado do site:

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html

Corresponde à temperatura média das superfícies opacas visíveis que participam no balanço radiativo com a superfície exterior do vestuário. Este termo é particularmente difícil de definir com exatidão quer pela dificuldade em corretamente avaliar os fatores de forma, quer pela influência da componente refletiva.

3.12 COMENTÁRIOS

O Texto deste subitem foi retirado do site:

<http://paginas.terra.com.br/servicos/servicosvn/ventonw/chill2A.html>

O homem é um animal homeotérmico. Seu organismo é mantido a uma temperatura interna sensivelmente constante em torno de 37,0°C (com a pele a 33,0°C e mãos, face e pés a 30,0°C). Seus limites de tolerância são muito estreitos e seu metabolismo falhará a menos de 21,0°C e acima de 42,0°C.

Nosso organismo, através do metabolismo, adquire energia. Cerca de 20% dessa energia é transformada em trabalho, o que indica que a máquina humana tem um rendimento muito baixo, pois toda a parcela restante de 80% se transforma em calor e é dissipada para que possamos manter o nosso equilíbrio térmico.

Como somos radiadores por excelência, devemos nos preocupar muito com as intempéries dos ventos e águas geladas onde, com certeza, nossas expedições estão sempre esbarrando. A perda excessiva de calor deve ser evitada a todo custo pois pode não ser reversível, levando o indivíduo à morte por hipotermia, um caso em que o corpo estressado de tentar manter o equilíbrio térmico, sucumbe por fadiga.

Contudo, seria razoável pensar que todas as pessoas reagiriam, aproximadamente, de uma mesma maneira a uma dada combinação de temperatura do ar e velocidade do vento! Mas não é bem assim, pois os indivíduos variam muito em suas respostas devido a muitos fatores, tanto físico-biológicos de termo-regulação como psicológicos.

4 OLHOS POPPERIANOS EM EXPERIÊNCIAS DO COTIDIANO

Se enchermos dois copos com água em torno de 80°C, um térmico e o outro de plástico (descartável), ambos os líquidos neles contidos estarão em “alta” temperatura, porém teremos

sensações térmicas diferentes. Supostamente se solicitarmos a alguém (que não entende a diferença entre um copo térmico e um comum) para tocar os copos pelo lado de fora, no caso do copo térmico ocorrerá uma sensação de o líquido estar com uma certa temperatura T_1 , semelhante a do corpo da pessoa, então em sua mente pensará que pode beber porque o líquido está “morno”; no caso do copo de plástico, supostamente a percepção de temperatura será que o líquido nele contido está mais quente que o do copo térmico, ocasionando uma sensação de uma temperatura T_2 . Lembre, a temperatura da água nos dois copos equivale a 80°C. Deduzimos assim que é fácil enganar nosso sensor térmico corpóreo, ou seja, comparado aos termômetros mais triviais que hoje dispomos o corpo humano não é um bom termômetro.

Olhando através das lentes da teoria de Popper dos três mundos, em que o sujeito do mundo (2) utiliza os objetos do mundo (1) criando a teoria um (T1) que, no caso diz: “o corpo humano é um termômetro confiável”, gerando o conhecimento do mundo (3): “posso descrever a natureza com essa teoria”. Após a obtenção de tal teoria (olhar) e suas previsões quanto ao comportamento da natureza, voltamos aos objetos do mundo (1) e seguimos uma severa bateria de testes relativos ao conhecimento em questão, até que ocorra um erro da teoria e, através de um olhar crítico, sua conseqüente identificação. Neste caso mostrando que o corpo humano não é um bom termômetro. Assim acaba surgindo o que Popper considera a teoria dois (T2), que evoluiu da teoria um (T1). Esta evolução só é possível, segundo Popper, devido ao caráter racional/dedutivo da ciência e é o que constitui o conseqüente progresso de suas teorias.

Ficando assim claro que para a evolução da ciência é fundamental encontrar erros nas teorias, identificá-los e eliminá-los, e, além disso, suas teorias devem possibilitar testes a fim de assegurar sua dependência de refutações empíricas.

5 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

5.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Noções básicas de termodinâmica no que diz respeito às suas leis, ao conceito de temperatura e a resolução de problemas relacionados à medição de temperatura.

“Conhecimento” de senso comum por conta de experiências vivenciadas no cotidiano com eletrodomésticos como refrigerador, congelador, forno (elétrico, micro-ondas ou a lenha), fogão (gás e lenha), aquecedores, estufas e etc. até alimentos (comidas e bebidas) em diferentes temperaturas.

5.2 EXPERIMENTO 1

MATERIAL UTILIZADO

- Três (03) recipientes fundos (onde seja possível entrar confortavelmente uma parte termicamente sensível da mão).

- Aproximadamente 300 mL de água na temperatura ambiente; a mesma quantidade de água aquecida da temperatura ambiente e a mesma quantidade de água resfriada da temperatura ambiente.
- Um termômetro convencional (no mínimo sensível entre 0 e 100°C).

PROCEDIMENTO

- 1) Tome três recipientes fundos..
- 2) No primeiro (recipiente “A”) coloque até a metade de água aquecida da temperatura ambiente, no segundo (recipiente “B”) coloque a mesma medida de água na temperatura ambiente, e no terceiro (recipiente “C”), coloque a mesma medida de água resfriada. (Figura 1)



Figura 1 – Recipientes com água

Fonte: <http://web.matrix.com.br/nobrock/nbffsc01.html>

- 3) Mergulhe a mão esquerda no recipiente “A” e a mão direita no recipiente “C”.
- 4) Agite as duas mãos, que deverão estar mergulhadas até o fundo dos recipientes e conte até 20 segundos.

Pergunta: Em qual dos copos a água está quente e em qual está fria?

- 5) Retire as mãos dos dois copos e em seguida coloque as duas mãos simultaneamente no recipiente do meio, sem que cheguem totalmente ao fundo.

Pergunta: A água do recipiente “B” está quente ou fria? Saberá dizer agora o que é quente e o que é frio? Já havia se questionado antes sobre o que de fato é quente e o que é frio? Em caso de não, de que forma esta experiência o fez questionar algo nunca antes questionado por você?

- 6) Usando um termômetro anote as temperaturas da água nos recipientes.

REFLEXÃO

Podemos considerar o tato um bom medidor de temperatura ?

QUESTIONAMENTO

O que passa de um recipiente para outro quando estão em diferentes temperaturas? Será que a própria temperatura é transmitida? Explique

Estas perguntas revelam a não distinção entre os conceitos de temperatura e calor. No ano de 1620 um filósofo inglês Francis Bacon (1561-1626) tentou diferenciar, mas infelizmente não conseguiu e somente em 1770 o cientista britânico Joseph Black obtém êxito neste sentido. Black consegue mostrar que misturando massas iguais de líquidos a diferentes temperaturas, as temperaturas das duas substâncias mudam radicalmente, no entanto, se colocarmos um corpo sólido numa mistura de gelo e água e isolarmos este sistema como um todo, o sólido sofre uma mudança de temperatura significativa, enquanto a temperatura da mistura não varia ou, no máximo varia muito pouca. Com tudo isto, fica claro que aquilo que é transmitido no processo não é a temperatura, pois se fosse ela iria variar no decorrer do processo. Ficando evidente que temperatura é uma grandeza característica do corpo, em um determinado momento, deixando esclarecido que ela não depende da sensação subjetiva de quente e frio, como infelizmente muitos livros de ensino médio deixam exposto.

5.3 EXPERIMENTO 2

Este experimento não foi realizado em sala de aula. Foi mostrado como construir o aparato e utilizá-lo.

Disponível em: <http://www.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte01.htm>

REFERÊNCIAS

COSTA, Carlos José da. **Termodinâmica**. Disponível na Web em: <http://www.coladaweb.com/fisica/termodinamica.htm>. Consultado em 22 de junho de 2006.

FERREIRA, Moacyr Costa. **História da Física**. São Paulo: Edicon, 1988.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002-2003. 2 v. ISBN 85-216-1303-2 (v.1)

http://www.master.iag.usp.br/conforto/parametros_do_CT.html. Parâmetros do Conforto Térmico Departamento de Ciências Atmosféricas Universidade de São Paulo

K.R. Popper. **Lógica da Investigação Científica**

LECT - Laboratório de Ensino de Ciências e Tecnologia - Escola do Futuro – USP. Disponível na Web: http://darwin.futuro.usp.br/site/estacao/quadroteorico/c_instrumentos.htm. Acesso em: 21 jun. 2006.

Vento noroeste- Processamento de dados ambientais. Disponível na Web: <http://paginas.terra.com.br/servicos/servicosvn/ventonw/chill2A.html>, Acesso em: 21 jun. 2006.

APÊNDICE A – Fotos da apresentação em sala de aula





**ANEXO M4 - As Evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a
Terra**

**Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Curso licenciatura em Física
Metodologia de Ensino de Física I**

**As evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a
Terra**

**São Leopoldo-RS
2005**

1 TÍTULO DA UNIDADE DIDÁTICA

As evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a Terra.

2 OBJETIVOS

- Apresentar as características gerais do sistema solar;
- Apresentar as características gerais do Sol;
- Apresentar as características gerais da Terra;
- Demonstrar as evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a Terra.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LAKATOS E A METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA

Lakatos foi seguidor da doutrina de Popper, pois também trabalhou na demarcação entre ciência e pseudociência. Seu critério de demarcação consiste na utilização de programas de investigação, os quais são diversas teorias em desenvolvimento. Estas teorias possuem uma proposição fundamental chamada de núcleo firme, o qual deve ser adotado como “o conceito fundamental” da teoria.

Para adaptá-la então, temos o cinturão protetor que serve para ajustar a teoria, ou em outras palavras, salvá-la de uma refutação. Fatos novos que contradigam a teoria do núcleo firme não podem alterá-lo, mesmo sendo opostos a ele. Estes são chamados de heurística negativa. Porém estes mesmos fatos podem justificar de alterações no cinturão protetor e são chamados de heurística positiva. As teorias em ciência se sucedem umas às outras continuamente.

Quando um programa de pesquisa não se torna suficiente, este pode ser substituído por outro fato chamado de Revolução Científica. Um programa de pesquisa em regressão, onde seu núcleo firme não seja capaz de prever qualquer acontecimento não pode predominar um outro programa de pesquisa que esteja em progressão. Esta troca de programas de pesquisa não ocorre de maneira imediata, mas de maneira gradual.

Se uma teoria consegue prever algum evento novo e este é confirmado, ela é progressiva e, caso não consiga prever ou os fatos previstos não são confirmados ela é regressiva. As alterações no cinturão protetor aos poucos não conseguem salvá-lo mais, dando espaço a um novo programa de pesquisa. Em resumo a ciência é uma eterna escolha de uma teoria mais adequada, sobre as teorias rivais.

3.2 OS MODELOS GEOCÊNTRICO E HELIOCÊNTRICO

Foi proposto inicialmente por Ptolomeu (Figura 01). Consiste na hipótese de que o sol e os planetas giram em torno da Terra – Modelo Geocêntrico (Figuras 02 e 05). Este será o núcleo firme desta teoria segundo Lakatos.



Figura 01 - Ptolomeu
Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br>

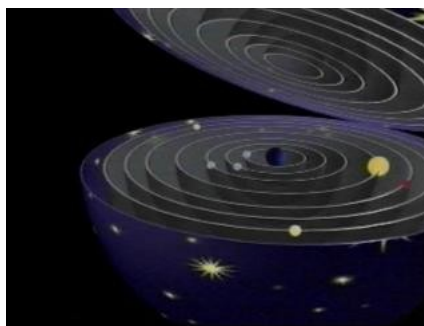


Figura 02 – Modelo Geocêntrico
Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br>

O fato seguinte consiste em verificar se este núcleo consegue explicar o movimento dos planetas no céu. Basicamente através da observação direta, não é constatada uma simples revolução em torno da terra. Como não podemos simplesmente refutar a hipótese do núcleo firme devemos então salvar a teoria modificando seu cinturão protetor. Isto é feito através dos epiciclos (Figura 03) propostos por Ptolomeu.

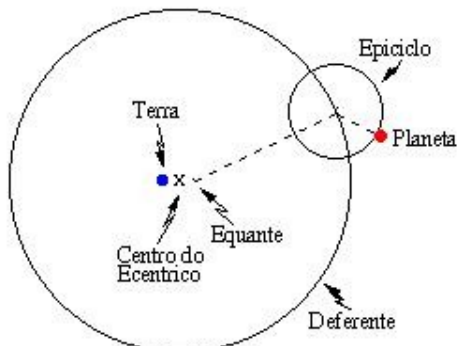


Figura 03 – Epiciclos
Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br>

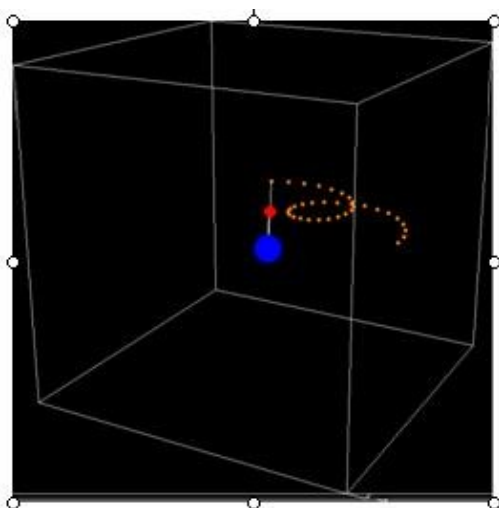


Figura 04 – Modelo 3D Heliocêntrico

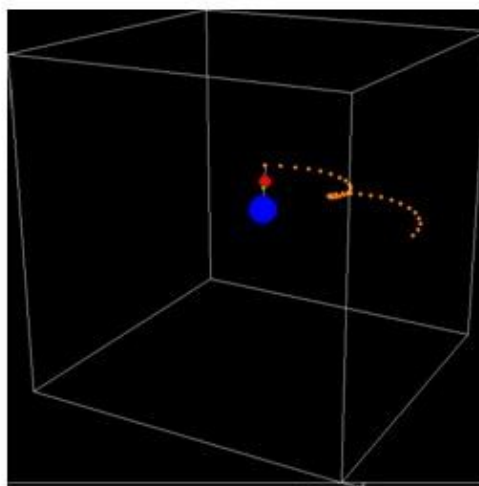


Figura 05 – Modelo 3D Geocêntrico

Feito esta alteração no cinturão protetor, o modelo de Ptolomeu consegue explicar de maneira satisfatória, inclusive conseguindo prever com bastante precisão. Porém Copérnico em seu modelo heliocêntrico (Figura 04) consegue apresentar argumentos mais fortes, evidenciando ser o modelo mais correto.



Figura 06 – Modelo 2D Heliocêntrico

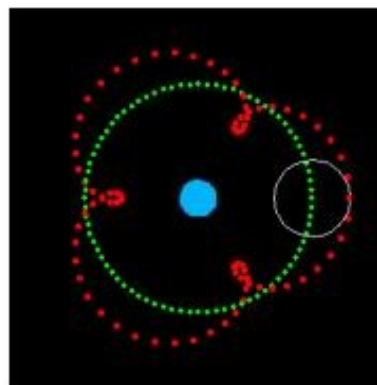


Figura 07 – Modelo 2D Geocêntrico

Copérnico possuía as seguintes hipóteses (Kepler e Saraiva)

- introduziu o conceito de que a Terra é apenas um dos seis planetas (então conhecidos) girando em torno do Sol;
- colocou os planetas em ordem de distância ao Sol: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno (Urano, Netuno e Plutão);
- determinou as distâncias dos planetas ao Sol, em termos da distância Terra-Sol;
- deduziu que quanto mais perto do Sol está o planeta, maior é sua velocidade orbital. Dessa forma, o movimento retrógrado dos planetas foi facilmente explicado sem necessidade de epiciclos.

Mesmo que Ptolomeu consiga explicar com seu modelo as hipóteses de Copérnico, não conseguiram ser admitida pelo seu modelo. Aqui então ocorre a seguinte situação:

Conforme Lakatos a teoria que consegue melhor explicar o problema proposto, substitui a outra que não pode explicar os fatos com sucesso. Ou seja, houve uma “revolução científica” no sentido de que um programa conseguiu substituir o outro.

Posteriormente ao modelo de Copérnico que foi defendido por Galileu, Sir Isaac Newton através de suas leis da mecânica trouxe uma grande contribuição para este modelo heliocêntrico, como cálculo preciso da órbita dos planetas, períodos de revolução, massa dos planetas. Este novo núcleo firme trouxe uma série de acontecimentos não previstos antes, sendo caracterizado com progressivo.

Finalmente, Albert Einstein com sua Teoria da Relatividade Geral, conseguiu explica mais fatos que a teoria de Newton, alguns já verificados (desvio da luz em campos gravitacionais, maior precisão no calculo da órbita de Marte) e outros que inclusive ainda não foram totalmente confirmados (ondas gravitacionais, buracos negros).

No próximo passo então aprofundarmos nosso conhecimento em torno do modelo newtoniano, caracterizando as diversas hipóteses auxiliares no seu cinturão protetor para podermos verificar seu novo núcleo firme. Serão apresentadas características gerais do sistema solar e posteriormente as hipóteses de como ele é descrito conforme o modelo heliocêntrico e a teoria de Newton da Gravitação Universal, verificando as evidencias que o confirmam através dos experimentos propostos por esta unidade de pesquisa.

O Sistema Solar

O Sistema Solar é composto de uma estrela, nove planetas e milhares de asteróides. Os planetas se distribuem ao redor do Sol com órbitas elípticas situadas sobre um plano chamado plano da eclíptica. Sua idade aproximada é de cinco bilhões de anos. Está situado a trinta mil anos-luz do centro de nossa galáxia.



Figura 08 – Planetas

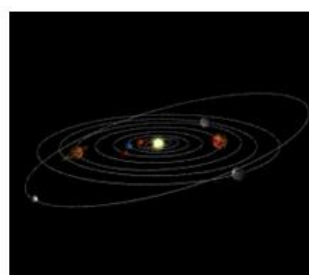


Figura 09 – Sistema Solar



Figura 10 – Via Láctea

O Sistema Terra-Sol

O Sol

Sua estrela, o Sol, é constituída de gás hidrogênio o qual é transformado em elementos mais pesados como hélio, carbono, etc. Sua energia vem destas reações que transformam hidrogênio em outros elementos. É nossa principal fonte de energia, pois transmite diariamente milhões de megawatts através da radiação de sua luz. Possui aproximadamente 97% da massa do sistema solar.

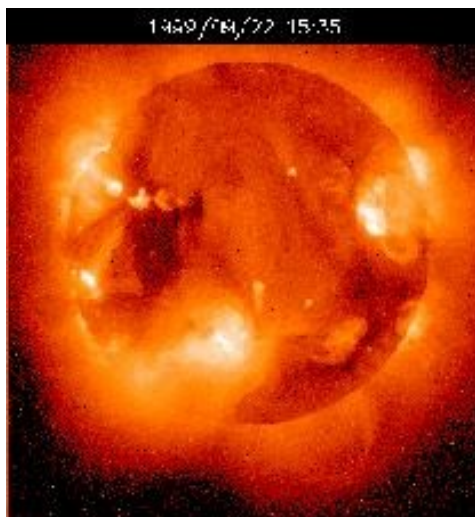


Figura 11 – O Sol

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/index.htm>

A Terra

Ocupa a terceira posição no sistema solar a uma distância de mil km do sol. Tem aproximadamente cinco bilhões de anos e sua origem foi juntamente com todo o sistema solar. Possui um satélite natural, a lua, a qual não se sabe qual a causa de sua formação.



Figura 12 – A Terra

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/index.htm>

Movimentos da Terra

A Terra possui dois movimentos: o de rotação e de translação.

Rotação é o movimento que a Terra faz em torno do seu próprio eixo, necessitando de 23h56min43s para efetuar uma volta completa;

Translação é o movimento que a Terra faz em torno do Sol, descrevendo uma elipse de excentricidade tão pequena que podemos considerar uma circunferência. Este movimento demora 365dias6h9min10s para retornar ao mesmo ponto.

Afélio e Periélio

Durante seu movimento de translação a Terra passa pelo ponto mais próximo e mais afastado do Sol chamado de periélio e afélio respectivamente. No periélio sua distância do Sol é de 147,1 milhões de quilômetros enquanto que no afélio sua distancia e de 152,1 milhões de quilômetros. Apesar dos valores de periélio e afélio terem uma grande diferença, esta diferença comparada com a distância da Terra ate o Sol é muito pequena, por isso que podemos considerar a órbita como uma circunferência.

Período de Translação e o ano bissexto

O tempo para a Terra efetuar uma volta completa em torno do Sol é de 365dias6h9m10s. A descoberta deste valor possibilitou uma previsão mais correta do início das estações do ano. Quando este valor era desconhecido, o valor de um ano era de 365dias. Isto fazia com que em quatro anos, por exemplo, o início das estações atrasasse em um dia. No ano de 46a.C. foi instituído pelo imperador Julio Cezar que o sexto dia antes das calendas do mês de março fosse repetido a cada quatro anos (ante diem bis sextum kalendas Martias) originando o ano bissexto.

Inclinação do Eixo de Rotação da Terra e o Movimento de Precessão

O eixo no qual a Terra faz seu movimento de rotação possui uma inclinação de $23,5^\circ$ com o plano da eclíptica. Este se mantém aproximadamente fixo em sua posição, ou seja, ao longo do tempo ele não modifica sua inclinação, apenas sua posição. O termo aproximado é utilizado, pois além dos dois movimentos temos também o movimento do seu eixo chamado de precessão. Este movimento é semelhante à de um pião quando esta quase parando de rotar.

O tempo que o eixo demora a dar uma volta e retornar ao mesmo ponto é de 19 mil anos. A seguir veremos o que esta inclinação implica, e suas conseqüências.

Conseqüências da Inclinação do Eixo da Terra e as Evidências do Modelo Heliocêntrico

Estações do ano

Durante o movimento de translação da Terra, a inclinação do seu eixo causa um efeito muito interessante. Ele faz com que durante um ano os pólos recebam diferentes valores de radiação.

Acompanhe as figuras 13 e 14:

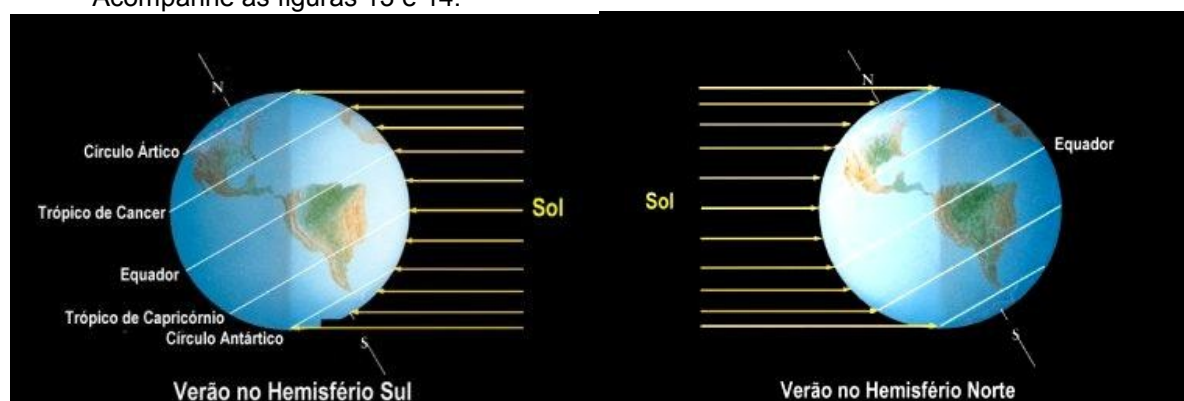


Figura 13 e 14 – Verão nos Hemisférios Norte e Sul

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>

Um observador fora da Terra assiste o Sol sempre iluminar metade da Terra. Porém, como a Terra esta inclinada, um dos pólos recebe mais luz do que o outro. Conforme a Terra se desloca ao redor do Sol, o pólo mais iluminado antes lentamente irá receber menos luz até chegar ao limite mínimo de luminosidade, seis meses depois. Esta diferença de radiação nos pólos faz com que eles aqueçam de maneira diferente tornando-os mais quentes ou frios. **Este é o primeiro motivo pelo qual existam as estações do ano.**

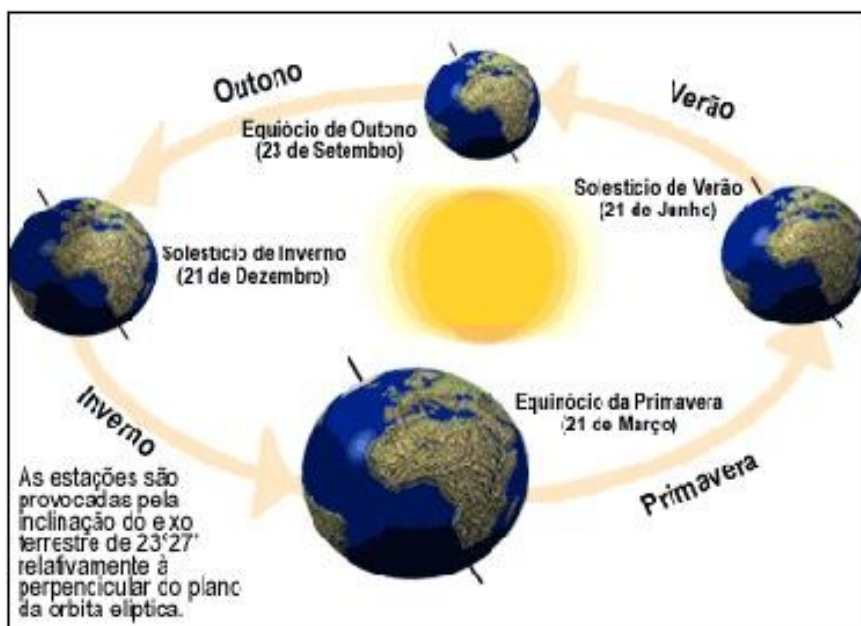
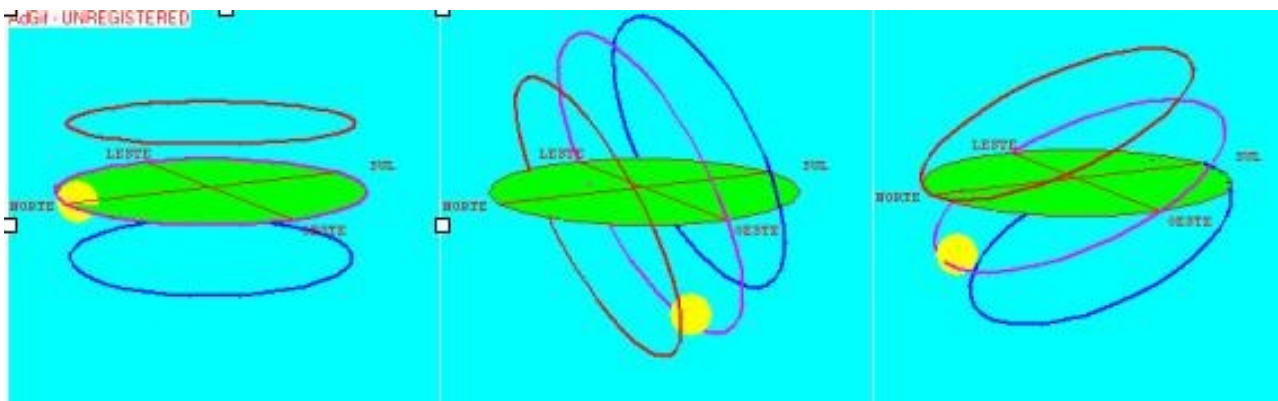


Figura 15 – Iluminação da Terra ao longo dos anos
 Fonte: <http://www.eb23-gois.rcts.pt/estmeteo/livsol.htm>

Solstício e Equinócio

Estas posições de máxima e mínima luminosidade são conhecidas como solstícios (veja as figuras 16, 17 e 18 construídas a partir do Software *Mathematica* Versão 5.0 por mim), pois observando aqui na Terra a posição do Sol no mesmo horário todos os dias do ano, ele vai de uma posição mínima (solstício de inverno) até uma posição máxima (solstício de verão). Existem posições onde o Sol consegue iluminar os pólos de maneira igual. Esta posição é chamada de equinócios (noites iguais). Sendo assim, quando observamos o Sol indo do solstício de inverno para o de verão, o equinócio ocorrerá quando ele ocupar a região média entre sua altura máxima e a mínima.



Figuras 16, 17 e 18 – Solstícios de verão (azul-linha à direita) e inverno (vermelho-linha à esquerda) e equinócios (lilás-linha do meio) para o Pólo Norte, Porto Alegre e Região de Latitude 66.5° (Sol da Meia Noite)

Outro efeito conseqüente da inclinação do eixo da Terra faz com que o Sol percorra diferentes posições no céu ao longo do ano. Este efeito pode ser observado através da sombra de uma vareta fixada no chão.

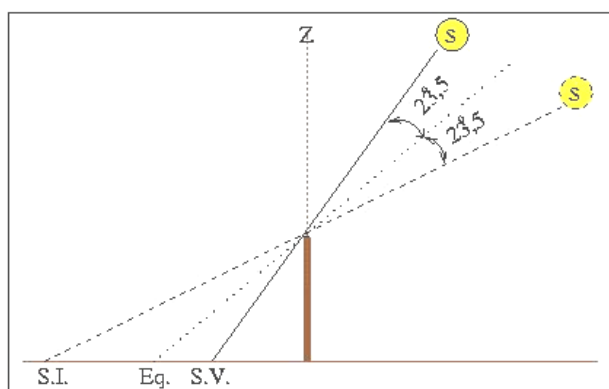


Figura 19 – Sombra de uma vareta ao longo de um ano
Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>

Quando a sombra da vareta possui comprimentos mínimo e máximo, esta posição do Sol é chamada de **Solstício** (Sol estático) de verão e inverno. Nesta situação os pólos estão iluminados com uma quantidade maior e menor de luz.

Quando a sombra da vareta possui comprimentos médio, esta posição do Sol é chamada de **Equinócio** (Noites iguais). Nesta situação os pólos estão iluminados de maneira igual. Quando a sombra vai de seu valor mínimo até o valor médio este é **Equinócio de outono**, e quando esta vai de seu valor máximo até o valor médio este é **Equinócio de verão**.

Insolação

Outro fato que relevante nas estações do ano é o ângulo que a luz incide sobre a superfície da Terra. Se pegarmos uma lanterna e a colocarmos a 90° , ela irá iluminar uma pequena área, mas com grande valor de radiação. Agora se inclinarmos bem a lanterna ela continuara com a mesma taxa de iluminação, porém sobre uma área bem maior. Desta mesma maneira funciona o Sol. Quando um pólo encontra-se mais iluminado (próximo de um solstício de inverno), possui uma incidência de raios mais na vertical, fazendo com que transmita uma maior energia por área. E quando ele está menos iluminado (próximo de um solstício de inverno) a luz incidente cobre uma área maior, fazendo com que esta receba uma menor energia por área.

Este efeito é mais intenso nas regiões mais próximas dos pólos, pois em regiões próximas do equador a variação da inclinação do sol não afeta de maneira significativa as estações do ano. **O segundo motivo responsável pelas estações do ano na terra.**



Figura 20 – Incidência da luz no verão



Figura 21 – Incidência da luz no inverno

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/estacoes/estacoes.htm>

Círculos polares e Linhas de Trópicos

A inclinação da Terra faz com que existam regiões onde o Sol aparece durante todo o ano ou apenas em épocas do ano. Essas regiões são chamadas de Círculo polar Ártico e Antártico. Estão situadas acima dos paralelos de $66,5^\circ$. Sendo assim, nestas regiões podem ocorrer períodos de Sol

com duração de seis meses (região dos pólos) e noites de seis meses também.

Nestas regiões podemos compreender perfeitamente os solstícios e equinócios. No solstício de verão, o Sol está inclinado a 23.5° em relação ao horizonte. No equinócio de outono o Sol se põe no horizonte, chegando três meses depois ao solstício de inverno. Mais três meses depois, o Sol nasce no horizonte ocorrendo o equinócio de primavera, sendo que mais três meses ele atingira sua maior altura no céu, retornando ao solstício de verão.

Outra região existente é a dos trópicos de câncer e capricórnio. Estas são regiões onde o Sol sempre cruza pelo menos uma vez por ano o meridiano local. Estão situados entre os paralelos 23.5° norte e sul. Se colocássemos um observador sobre o equador observaríamos o solstício de verão a 23.5° Sul, os equinócios ocorrendo exatamente sobre o meridiano local e o solstício de inverno a 23.5° Norte.

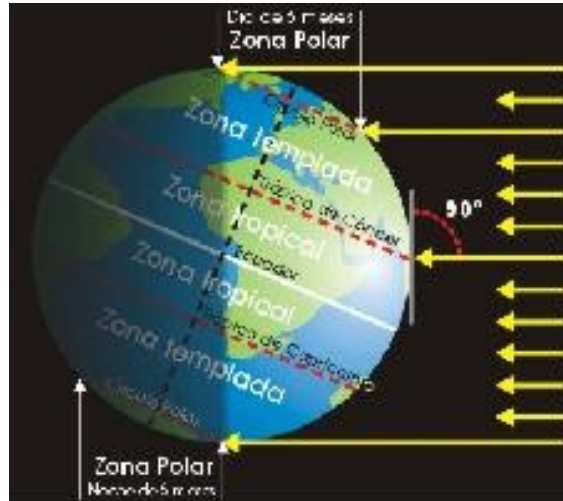


Figura 22 – Círculos Polares e Trópicos

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/>

Nascer e o pôr-do-sol

Outro efeito observável conseqüente da inclinação do eixo da terra e o nascer e o por do Sol em diferentes posições durante o ano. Em Porto Alegre, por exemplo, o Sol situa-se no dia dos equinócios a 30° . Exatamente no dia dos equinócios o Sol nasce exatamente no leste e se põe no oeste. A duração deste dia é de exatamente 12h. Durante o decorrer do ano o arco que o Sol percorre no céu aumenta quando ele transita do equinócio de primavera para o solstício de verão. Após isto vai diminuindo até chegar ao solstício de inverno.



Figura 23 – Pôr-do-sol em março



Figura 24 – Pôr-do-sol em junho



Figura 25 – Pôr-do-sol em dezembro



Figura 26 – Pôr-do-sol novamente em março

Fonte da figuras 23, 24, 25 e 26: <http://astro.if.ufrgs.br/sol/sol.htm>

4 EXPERIMENTO SOBRE AS EVIDÊNCIAS E CONSEQÜÊNCIAS DO MODELO HELIOCÊNTRICO

SERÃO DESENVOLVIDOS DOIS EXPERIMENTOS:

No **PRIMEIRO** experimento, analisaremos as evidências do modelo heliocêntrico;

No **SEGUNDO** experimento, serão analisadas todas as conseqüências diretas do modelo heliocêntrico sobre a Terra.

Como último comentário, destacamos que a necessidade do conhecimento das estações do ano é algo de vital importância para o homem, por exemplo: para a prática da agricultura é necessário o conhecimento das estações para um melhor aproveitamento das lavouras.

4.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS

É necessário que o aluno conheça alguns conceitos sobre o sistema de referência geográfica como latitude, longitude, além de saber identificar os pólos geográficos da Terra. Uma noção das Leis da Mecânica de Newton e da Lei da Gravitação Universal de Newton faz-se também necessária para podermos abordar assuntos como órbitas de planetas, noções do sistema solar, gravidade, aceleração, etc.

4.2 OBJETIVOS

Analisar as evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências diretas sobre a Terra.

4.3 PARA TAIS EXPERIMENTOS SERÃO UTILIZADOS

- Um suporte simulando o sistema Terra-Sol
- Uma lanterna.

Material utilizado para o suporte simulando o sistema Terra-Sol

- Madeira com dimensões aproximadas de 1.5cm x 2.5cm x 20.0cm;
- Furadeira com brocas para madeira;
- Fio de cobre de 1mm de diâmetro;
- Lâmpada;
- Suporte da lâmpada fixado numa madeira;
- 02 Globos Terrestres;
- Pregos e martelo;
- Parafusos e chave de fenda;
- Alfinetes com cabeça colorida.

Confecção do suporte Terra-Sol

Na madeira faça dois furos, um em cada extremidade, fixando os globos. No centro da madeira faça um terceiro furo e encaixe o suporte para a lâmpada. Assim os globos poderão realizar movimento em torno da lâmpada simulando o sistema Terra-Sol.

4.4 EXPERIMENTO 1 - ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS DO MODELO HELIOCÊNTRICO.

Ligue a lâmpada. Com o alfinete, coloque o observador em 4 paralelos diferentes. Equador terrestre, 30° S, 66,5N e 90° S.

Agora realize diversas rotações com o globo ao redor da terra para cada ângulo, observando como a sombra é projetada ao longo de uma volta (01 ano).

Responda as perguntas a seguir, podendo repetir os procedimentos acima quantas vezes forem necessárias.

Questionamentos

- 1) Com base em nossa percepção diária, como o sistema Terra-Sol se comporta?
- 2) Com base no experimento realizado em sala de aula, explique como o sistema Terra-Sol se comporta quando assistimos de fora?
- 3) Você já havia observado sua sombra em diferentes épocas do ano? Explique
- 4) Como se comporta uma sombra do alfinete ao longo de um ano?
- 5) O que significa diferentes comprimentos de sombra?

4.5 EXPERIMENTO 2 - ANÁLISE DAS CONSEQÜÊNCIAS DIRETAS SOBRE A TERRA

Com base no explicado anteriormente, coloque a Terra no seu Solstício de Inverno para o Hemisfério Sul. A partir deste ponto, movimente da mesma maneira que ela gira em torno do Sol, obedecendo à ordem dos solstícios e equinócios, até retornar o ponto de partida. O passo seguinte será observar como ela é iluminada ao longo de uma volta (01 ano).

Questionamentos

- 1) Explique o comportamento da fração da Terra iluminada pelo Sol ao longo de 01 ano.
- 2) Explique o comportamento da fração dos pólos iluminados pelo Sol ao longo de 01 ano.
- 3) Explique o comportamento da porção da Terra aquece mais, aquela que é iluminada por mais tempo.

EXPERIMENTO DA LANTERNA

Procedimentos

Coloque a lanterna em três situações: Ângulos de 0° , $\sim 45^\circ$ e 90° . Com base no fato de que ela transmite a mesma quantidade de energia, como esta é distribuída sobre a mesa nos diferentes ângulos? Explique.

Questionamentos

- 1) Qual das situações consegue aquecer a porção da superfície iluminada mais rapidamente? Explique
- 2) Você pode visualizar este efeito no experimento do sistema Terra-Sol? Justifique.
- 3) Com base em todos procedimentos realizados anteriormente, o que realmente causa as estações do ano? Explique.

5 CONCLUSÃO

Esta unidade didática utilizou a Metodologia dos programas de Ensino de Lakatos para abordar as evidências do modelo heliocêntrico e suas conseqüências sobre a Terra. A utilização de recursos computacionais nas simulações, bem como a utilização de materiais elaborados para o manuseio do aluno, são auxílios muito importantes para uma melhor compreensão dos conteúdos propostos.

Desta maneira, procuramos desenvolver a unidade de ensino, utilizando todos os recursos disponíveis para otimizar o conhecimento do aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CDA-CDCC USP/SC. **O Sistema Solar**. Disponível em <<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar>> Revisto em 16/05/2000. Acesso em: 30 maio 2005.

KEPLER, S.O.; O.S. MARIA DE FATIMA. **Astronomia e Astrofísica**. 2.ed. SP: Editora Livraria da Física, 2004.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Disponível em <<http://astro.if.ufrgs.br>>. Acesso em: 30 de maio de 2005.

FONTES DAS FIGURAS

Fonte da Figuras 01, 02, 03, 11, 13, 14, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26: <http://astro.if.ufrgs.br>

Fonte da Figuras 04, 05, 06, 07, 16, 17, 18: Elaboradas com o Software *Mathematica* Versão 5.0

Fonte da Figura 08: <http://www.ciencia-cultura.com/ciencias00/avan%C3%A7ado.html>

Fonte da Figura 09: <http://www.monografias.com/trabajos/sistsolar/sistsolar.shtml>

Fonte da Figura 10: http://usuarios.lycos.es/megaroot/blog/uploads/via_lactea.jpg

Fonte da Figura 12: http://www.rio.rj.gov.br/planetario/apostilas_prof/terra/terra.htm

Fonte da Figura 15: <http://www.eb23-gois.rcts.pt/estmeteo/livsol.htm>

Fonte da Figura 22:

<http://www.pntic.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/astrologia/pag/b1mt8/paralclvhtm>

SITES INTERESSANTES PARA VISITAS

<http://www.observatorio.ufmg.br/>

<http://www.astrogea.org/coordenada/ficha7.htm>

http://www.feiradeciencias.com.br/sala03/03_14.asp

http://www.feiradeciencias.com.br/sala24/24_K12.asp

<http://www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-basico/estacoes-do-ano/estacoes-do-ano.html>

<http://astro.if.ufrgs.br/>

APÊNDICE A: ELABORADO COM O SOFTWARE MATHEMATICA VERSÃO 5.0

1 SOLSTÍCIO

```
Solstício.nb
coordenadas[r_]:=Module[{},
  lt=23.5*Pi/180;
  rt=(90-r)*Pi/180;
  x=(Cos[φ]*Cos[lt]);
  x1=(Cos[φ]);
  x2=(Sin[φ]*Cos[lt]);
  y=(Sin[φ]*Cos[lt]);
  y1=(Sin[φ]);
  y2=(Cos[φ]*Cos[lt]);
  z=(Sin[lt]);
  z2=(Sin[lt]*Sin[φ/16]);
  solinv=Table[
    {x,Cos[rt]*y+Sin[rt]*z,-Sin[rt]*y+Cos[rt]*z},{φ,0.,2.Pi,Pi/20}];
  solver=Table[
    {x,Cos[rt]*y+Sin[rt]*(-z),-Sin[rt]*y+Cos[rt]*(-z)},{φ,0.,2.Pi,Pi/20}];
  equi=Table[
    {x1,Cos[rt]*y1+Sin[rt]*0,-Sin[rt]*y1+Cos[rt]*0},{φ,0.,2.Pi,Pi/20}];
  chao=Table[{Sin[t],Cos[t],0},{t,0,2Pi,Pi/10}];

  a=1;
  Table[Show[Graphics3D[
    {Line[{{-1,0,0},{1,0,0}}]},
    {Line[{{0,-1,0},{0,1,0}}]},
    {Text[SUL,{0,-
1.4,0}}]}, {Text[NORTE,{0,+1.2,0}}]}, {Text[LESTE,{+1.3,0,0}}]}, {Text[OESTE,{-
1.3,0,0}}]},
    {RGBColor[0,1,0],Polygon[chao]},
    {RGBColor[0,0,0],Thickness[.01],RGBColor[1,0,0],Line[solin]},
    {RGBColor[0,0,0],Thickness[.01],RGBColor[0,0,1],Line[solver]},
    {RGBColor[0,0,0],Thickness[.01],RGBColor[1,0,1],Line[equi]}, {RGBColor[1,1,0],
    PointSize[.1],
    Point[{x2,Cos[rt]*y2+Sin[rt]*(z2),-Sin[rt]*y2+Cos[rt]*(z2)}]}
  ]],PlotRange→{{-a,a},{-a,a},{-a,a}},AspectRatio→1,
  Boxed→False,
  Axes→False,
  Lighting→False,
  ViewPoint→{-2.922, 1.579, 0.647},
  Background→RGBColor[0,1,1]},{φ,0,32Pi,Pi/4}];];
coordenadas[23.5]

Ptolomeu.nb
ptolomeu=Table[Show[Graphics[
  {Circle[{3Cos[n],3Sin[n]},1]},
  {RGBColor[0,.7,1],Disk[{0,0},.5]},
  {RGBColor[0,1,0],PointSize[0.015],Point[{3Cos[t],3Sin[t]}}]},
```

```

{RGBColor[1,0,0],PointSize[0.0205],Point[{Cos[4t]+3Cos[t],Sin[4t]+3Sin[t]}]}},
Axes→False,AspectRatio→Automatic,Background→RGBColor[0,0,0],DisplayFunction→Identity,
    PlotRange→{{-5,5},{-5,5}}, {t,0,n,π/40}};
Table[Show[ptolomeu,DisplayFunction->$DisplayFunction],{n,0,2Pi,π/40}];
copernico=Table[Show[Graphics[
    {RGBColor[1,1,0],Disk[{0,0},.5]},
{RGBColor[0,.7,1],PointSize[0.015],Point[{3Cos[t],3Sin[t]}]},
{RGBColor[1,0,0],PointSize[0.0205],Point[{Cos[3t],Sin[3t]}]}},
Axes→False,AspectRatio→Automatic,Background→RGBColor[0,0,0],DisplayFunction→Identity,
    PlotRange→{{-5,5},{-5,5}}, {t,0,n,π/40}};
Table[Show[copernico,DisplayFunction->$DisplayFunction],{n,0,2Pi,π/20}];
ptolomeu3d=Table[Show[Graphics3D[
    {RGBColor[0,0,1],PointSize[0.06],Point[{0,0,0}]},
    {RGBColor[0,1,0],PointSize[0.01],Point[{3Cos[t],3Sin[t],0}]},
    {Line[{0,0,0},{Cos[4t]+3Cos[t],Sin[4t]+3Sin[t],0}]},
    {Line[{3Cos[t],3Sin[t],0},{Cos[4t]+3Cos[t],Sin[4t]+3Sin[t],0}]},
{RGBColor[1,0,0],PointSize[0.025],Point[{Cos[4t]+3Cos[t],Sin[4t]+3Sin[t],0}]},
{Line[{5Cos[t]+5/3Cos[4t],5Sin[t]+5/3Sin[4t],0},{Cos[4t]+3Cos[t],Sin[4t]+3Sin[t],0}]},
{RGBColor[1,.5,0],PointSize[0.01],Point[{5Cos[n]+5/3Cos[4n],5Sin[n]+5/3Sin[4n],0]}
}],
    Lighting→False,
    Axes→False,
    Background→RGBColor[0,0,0],
    AspectRatio→Automatic,
    Boxed→True,
    ViewPoint->{3Cos[t+π],3Sin[t+π],1},
    DisplayFunction→Identity,ImageSize→{650,650},
    PlotRange→{{-7,7},{-7,7},{-7,7}}, {n,0,t,π/50}];
Table[Show[ptolomeu3d,DisplayFunction->$DisplayFunction],{t,0,2π/3,π/50}];
copernico3d=Table[Show[Graphics3D[
    {RGBColor[0,0,1],PointSize[0.06],Point[{3Cos[t],3Sin[t],0}]},
    {Line[{0,0,0},{3Cos[t],3Sin[t],0}]},
    {Line[{0,0,0},{Cos[4t+π],Sin[4t+π],0}]},
{Line[{3Cos[t],3Sin[t],0},{3Cos[t+π]+2Cos[4t+π],3Sin[t+π]+2Sin[4t+π],0}]},
    {RGBColor[1,0,0],PointSize[0.025],Point[{Cos[4t+π],Sin[4t+π],0}]},
{RGBColor[1,.5,0],PointSize[0.01],Point[{3Cos[n+π]+2Cos[4n+π],3Sin[n+π]+2Sin[4n+π],0]}
]}},
    Lighting→False,
    Axes→False,
    Background→RGBColor[0,0,0],
    AspectRatio→Automatic,
    Boxed→True,
    ViewPoint->{3Cos[t],3Sin[t],1},
    DisplayFunction→Identity,ImageSize→{650,650},
    PlotRange→{{-6,6},{-6,6},{-6,6}}, {n,0,t,π/50}];
Table[Show[copernico3d,DisplayFunction->$DisplayFunction],{t,0,2π/3,π/50}];

```

2 GOTA

Gota.nb

```

e={
  1,1,1,1,1,1,1,
  1,0,0,1,0,0,1,
  1,0,0,1,0,0,1,
  1,0,0,1,0,0,1,
  1,0,0,1,0,0,1,
  1,0,0,1,0,0,1,
  0,0,0,0,0,0,0}
i={

```

```

1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,1,1,1,1,1,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
0,0,0,0,0,0,0}

u={
1,1,1,1,1,1,1,
0,0,0,0,0,0,1,
0,0,0,0,0,0,1,
0,0,0,0,0,0,1,
1,1,1,1,1,1,1,
0,0,0,0,0,0,0}

c={
1,1,1,1,1,1,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
0,0,0,0,0,0,0}

g={
1,1,1,1,1,1,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,1,0,0,1,
1,0,0,1,1,1,1,
0,0,0,0,0,0,0}

o={
0,1,1,1,1,1,0,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
1,0,0,0,0,0,1,
0,1,1,1,1,1,0,
0,0,0,0,0,0,0}

t={
1,0,0,0,0,0,0,
1,0,0,0,0,0,0,
1,1,1,1,1,1,1,
1,0,0,0,0,0,0,
1,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0}

a={
1,1,1,1,1,1,1,
1,0,0,1,0,0,0,
1,0,0,1,0,0,0,
1,0,0,1,0,0,0,
1,1,1,1,1,1,1,
0,0,0,0,0,0,0}

{1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,1,0,0,1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,
0}

{0,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,
0}

{1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0}

{1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1,0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,
0}
go=AppendTo[g,o]

{1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,1,0,0,1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,
0},{0,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,
0,0},{0,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,
0,0,0}
go=Flatten[go,1]

{1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,1,0,0,1,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,
0,0,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0}
got=AppendTo[go,t]

```



```
{RGBColor[1,1,0],PointSize[.1],Point[{0,0}]},{RGBColor[0,0,1],PointSize[.05],Point
[{{Cos[t],Sin[t]}]},
  {Text[VERÃO,{-1.3,0}]},
  {Text[INVERNO,{+1.3,0}]},
  {Text[OUTONO,{0,+1.3}]},
  {Text[PRIMAVERA,{0,-1.3}]},{Text[ESTAÇÕES POLO SUL,{0,1.7}]}}},
PlotRange→{{-1.6,1.6},{-1.6,2}},
AspectRatio→Automatic,
Background→RGBColor[0,0,0]
],{t,-x,-x+2π-π/8,π/8}],{x,0,π/2,π/8}];
```

ANEXO M5 - Transmissão do calor por convecção: “A ciência como uma atividade de solucionar problemas”

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

UNIDADE DIDÁTICA:

TRANSMISSÃO DO CALOR POR CONVECÇÃO:
“A ciência como uma atividade de solucionar problemas” (Laudan)

PROFA.: ANGELA BERLITZ

São Leopoldo
2005

1 TÍTULO DA UNIDADE DIDÁTICA

Transmissão do calor por convecção - “A ciência como uma atividade de solucionar problemas.”

2 OBJETIVO

Construir um aparato para que os alunos de ensino médio visualizem e entendam o fenômeno da transmissão do calor por convecção, tendo por base a epistemologia proposta por Laudan.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na prática da ciência como se dá a avaliação de uma teoria?

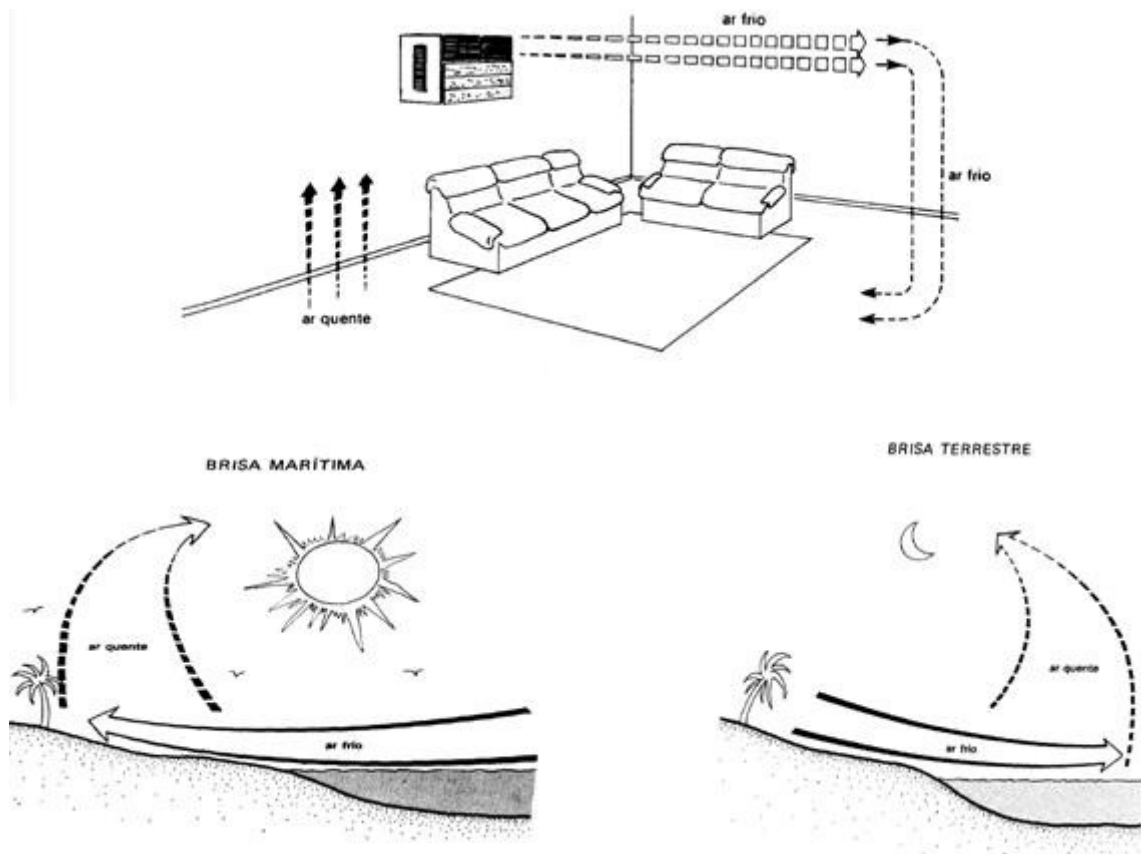
Larry Laudan tem como unidade de análise a Tradição de Pesquisa - TP que é “um conjunto de suposições gerais acerca dos métodos apropriados a serem usados para a investigação do problema e da construção das teorias” (Marino, 2001, p.97). A TP fornece ferramentas para a solução de problemas, definindo-os e assegurando a sua importância. Laudan propõe que a avaliação da TP está ligada a eficácia dela na solução de problemas.

De acordo com Marinho (2001), Laudan vê os problemas empíricos¹⁴ quanto conceituais¹⁵ como questões da ciência, enquanto que as teorias seriam as suas respostas, mas distingue problemas de fatos. Por exemplo, situações do cotidiano seriam os problemas e as teorias as respostas.

A transferência de calor por convecção ocorre quando um fluido, como ar ou a água, está em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a sua. A temperatura do fluido em contato com o objeto quente aumenta e (na maioria das vezes) o fluido se expande. Como se torna menos denso que o fluido frio a sua volta, o quente sobe devido às forças de empuxo. O fluido frio desce, para ocupar o lugar do quente ascendente, e uma circulação convectiva se estabelece. Assim, podemos dizer que a brisa marítima, a brisa terrestre e a refrigeração de um ambiente (Figura 1) seriam os problemas (situações do cotidiano) e a transferência de calor por convecção a teoria apropriada para responder estas situações do dia-a-dia.

¹⁴ De acordo com Marinho (2001, p.59) para Laudan “Os empíricos – ou de primeira ordem – pretendem falar sobre o mundo e surgem no contexto de investigação de uma teoria. Ressalva o reconhecimento de que os problemas empíricos estão sempre “carregados de teoria”, todavia, considera-os de primeira ordem, substantivos, uma vez que são “... *tratados* como se fossem problemas sobre o mundo.” (p. 15) São de três tipos: *Problemas não resolvidos* – aqueles que não foram ainda adequadamente resolvidos por qualquer teoria. *Problemas resolvidos* – aqueles que foram resolvidos adequadamente por uma teoria, pelo menos. *Problemas anômalos* – aqueles que uma determinada teoria não resolveu mas que outra, ou mais, competidora, resolveu.

¹⁵ Marinho (2001, p.81), afirma que para Laudan “Os problemas conceituais podem ser: *Problemas conceituais internos* – quando uma teoria T apresenta inconsistências ou suas categorias básicas são vagas e pouco claras. *Problemas conceituais externos* – quando uma teoria T está em conflito com outra – T’ – que reconhece ser racionalmente bem fundamentada”.



brisa marítima, brisa terrestre e refrigeração de um ambiente.

Os problemas enfrentados no dia a dia da prática científica são como os problemas usuais da vida cotidiana. A teoria é o resultado final da busca para a solução aos problemas empíricos. Portanto a ciência pode ser vista como uma atividade de solucionar problemas. Nos exemplos mostrados na figura 1 problemas foram resolvidos satisfatoriamente por uma teoria: transmissão de calor por convecção. A convecção faz parte de muitos processos naturais.

Exemplo: Inversão térmica –

O fenômeno da convecção permite que, nas grandes cidades, os poluentes atmosféricos, como os gases expelidos por indústria e veículos automotores, sendo mais quentes que o ar atmosférico, subam e sejam substituídos pelo ar mais frio e mais limpo existente nas camadas mais altas da atmosfera. No inverno essa renovação do ar pode não ocorrer, pois o ar em contato com o solo pode estar mais frio que o das camadas superiores, fenômeno designado de inversão térmica. O ar frio não sobe e provoca a concentração de poluentes, daí a ocorrência maior ou a acentuação de doenças respiratórias nesses períodos.
<http://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070701140919AAGVoTN>

4 CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Os alunos deverão conhecer os conceitos de:

- fluidos;
- densidade;

- empuxo.

5 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

5.1 MATERIAL UTILIZADO

- um recipiente de vidro transparente de capacidade 2500mL sem tampa
- um recipiente de vidro de café com tampa de capacidade 200mL
- duas canetas tipo “Bic” (sem a carga)
- violeta genciana (5 gotas)
- selante Elastil
- parafuso (de diâmetro igual ao da caneta tipo “bic”) e estilete
- 2300mL de água fria
- 190mL de água quente
- “rabo quente” e garrafa térmica
- termômetro (até 120°C)

Observação: O material que utilizamos pode ser vistos nas figuras 2 e 3.



Figura 2: Vidros transparentes, corante, canetas tipo “bic”



Figura 3: Parafuso, selante e estilete

5.2 PROCEDIMENTO

a- Usar o parafuso aquecido, diretamente no fogo, para fazer dois furos na tampa do recipiente menor e o estilete para deixar os tubinhos das canetas do tamanho desejado (Figura 4).

b- Usar o selante para fixar os tubinhos das canetas na tampa do recipiente menor, deixando secar pelo tempo necessário. Na figura 4 mostramos como ficou a tampa do vidro menor com os tubinhos de caneta.



Figura 4: Pote menor com os tubinhos de caneta.

c- No recipiente maior colocar a água fria, até que cubra o tubo da caneta exterior. A Figura 5 mostra os dois frascos colocados um ao lado do outro e a água fria sendo colocada no frasco maior.



Figura 5: A água sendo colocada no pote maior.

d- Aquecer a água com o “rabo quente” até atingir uns 90°C. Colocar a água aquecida no recipiente térmico.

e- Adicionar cinco gotas de violeta genciana no recipiente menor. Colocar a água quente dentro do recipiente menor e tampar (Figura 6).



Figura 6: Água quente sendo colocada no recipiente menor

g- Colocar o recipiente com água quente dentro daquele com água fria, pegue-o pela tampa para você não se queimar (Figuras 7 e 8).



Figura 7: Pote menor sendo colocado dentro do pote maior.



Figura 8: Pote menor dentro do pote maior iniciando o processo.

5.3 UTILIZAÇÃO

Visualização da transmissão de calor por convecção. As figuras 9, 10, 11 e 12 mostram situações da ocorrência das correntes de convecção na experiência que nós desenvolvemos.



Figura 9: Ocorrência das correntes de convecção



Figura 10: Ocorrência das correntes de convecção



Figura 11: Ocorrência das correntes de convecção



Figura 12: Ocorrência das correntes de convecção

5.4 QUESTIONAMENTOS

- Por que ocorreu a movimentação de certa massa de água? Explique.
- Cite exemplos do cotidiano em que percebemos a transferência de calor por convecção.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

PARANÁ. **Física**. 6.ed. São Paulo : Série Novo Ensino Médio, Volume Único, 2003.

MARINHO, Ney. **Discussão da Racionalidade da Teoria Psicanalítica a partir da Epistemologia de Karl Popper**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 25 de abril de 2001. Dissertação apresentada ao Departamento De Filosofia da PUC/RJ. Disponível na internet: <http://www.sbprj.org.br/ney.pdf>

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. **Fundamentos de Física**. 4.ed. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, v.2.1996.

ANEXO M6 - Experimento sobre energia mecânica, conjugando queda livre e lançamento de projéteis, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Experimento sobre Energia Mecânica, conjugando Queda Livre e Lançamento de Projétil, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel

PROFESSORA ANGELA BERLITZ

São Leopoldo

2005

SUMÁRIO

1 TÍTULO DA UNIDADE DIDÁTICA.....	285
2 OBJETIVO	285
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	285
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	285
3.2 CONTEÚDO ESPECÍFICO: ENERGIA MECÂNICA.....	285
4 CONHECIMENTOS PRÉVIOS	289
5 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA	289
5.1 TÍTULO DA EXPERIÊNCIA	289
5.2 OBJETIVOS	289
5.3 MATERIAL UTILIZADO.....	290
5.4 PROCEDIMENTO DE MONTAGEM.....	290
5.5 UTILIZAÇÃO E QUESTIONAMENTOS	291
5.6 DESENVOLVIMENTO DOS CÁLCULOS	291
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E OBRAS CONSULTADAS	292
7 RESULTADOS OBTIDOS POR NÓS	292
8 CONCLUSÕES, DISCUSSÕES E MELHORAMENTOS	292
9 FOTOS DA APRESENTAÇÃO NO SEMINÁRIO.....	294

1 TÍTULO DA UNIDADE DIDÁTICA

Experimento sobre Energia Mecânica, conjugando Queda Livre e Lançamento de Projétil, seguindo a aprendizagem significativa de David Ausubel

2 OBJETIVO

Através da utilização de material concreto, compreender e analisar energia e suas manifestações, tendo como suporte a teoria de ensino-aprendizagem de David Ausubel,.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Para David Ausubel, o principal no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa, isto é, o material a ser aprendido precisa fazer algum sentido para o aluno. Isto acontece quando a nova informação “ancora-se” nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel chama de conceito subsunçor.

Quando o material a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chamou de aprendizagem mecânica. Ou seja, isto ocorre quando as novas informações são aprendidas sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno. Assim, ele decora fórmulas, leis, macetes para provas e esquece de todos logo após a avaliação.

Dessa forma a Aprendizagem Significativa é preferível à Aprendizagem Mecânica, ou Arbitrária, pois constitui um método mais simples, prático e eficiente. Muitas vezes um indivíduo pode aprender algo mecanicamente e só mais tarde percebe que este se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. No caso ocorreu então um esforço e tempo demasiado para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem uma “âncora”, ou um conceito subsunçor, existente na Estrutura Cognitiva.

Para Moreira e Ostermann (1999) para haver aprendizagem significativa é preciso obedecer três condições:

O material a ser assimilado seja Potencialmente Significativo, ou seja, não arbitrário em si. Mesmo materiais arbitrários então, podem ser tornados significativos através de Organizadores Prévios;

Ocorra um conteúdo mínimo na Estrutura Cognitiva do indivíduo, com subsunçores em suficiência para suprir as necessidades relacionais;

O aprendiz apresente uma disposição para o relacionamento e não para simplesmente memorizá-lo mecanicamente muitas vezes até simulando uma associação. Muito comum em estudantes acostumados a métodos de ensino, exercícios e avaliação repetitivos e rigidamente padronizados.

Podemos concluir que Ausubel então propõe a valorização da Estrutura Cognitiva do aprendiz, subordinando o método de ensino a capacidade do aluno de assimilar a informação.

“...o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo.” (D. Ausubel)

3.2 CONTEÚDO ESPECÍFICO: ENERGIA MECÂNICA

Trabalho

Em nossa linguagem diária, freqüentemente fazemos uso da palavra **energia**. A energia se apresenta, na natureza, sob diversas formas. Por exemplo: os alimentos nos proporcionam **energia química**, a combustão da gasolina libera **energia térmica**, um carro em movimento possui **energia cinética**, a **energia elétrica** é utilizada em diversos aparelhos, transformando-se em **energia sonora**, **energia luminosa**, etc. A **energia nuclear** pode ser usada tanto para o benefício da humanidade quanto para sua destruição. De maneira geral, a energia estudada na mecânica é a energia mecânica (EM) medida por meio de uma grandeza física de grande importância, denominada **trabalho**, com a qual iniciaremos esta aula.

O trabalho – W -, realizado por uma força \vec{F} (paralela ao deslocamento) num certo

deslocamento Δ é obtido pelo produto entre o módulo da força e o módulo do deslocamento.

$$W = F \cdot \Delta S$$

No Sistema Internacional de Medidas, a força é medida em newtons (N) e o deslocamento em metros (m). A unidade de medida de trabalho é então:

$$\text{N} \cdot \text{m} = \text{SI}$$

Esta unidade é denominada joule = J.

Quando uma pessoa exerce uma força de 1N (Figura 1) sobre um corpo por um deslocamento de 1m (Figura 1), ela realiza um trabalho de 1J.

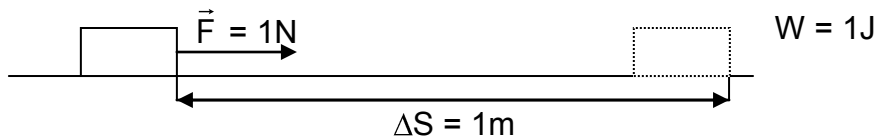


Figura 1

Trabalho é uma grandeza escalar. Apenas o número que expressa seu valor e a unidade já é suficiente para defini-lo completamente.

James P. Joule (1818-1889), físico inglês, discípulo do químico John Dalton na Universidade de Manchester, realizou uma série de famosas experiências com as quais mostrou ser o calor uma forma de energia. Esses trabalhos serviram de base para o princípio da conservação de energia.

Quando a força \vec{F} atua sobre um corpo na mesma direção e sentido de seu movimento considera-se positivo o trabalho realizado pela força ($W > 0$).

Quando a força \vec{F} atua, na mesma direção, mas em sentido contrário ao movimento do corpo, o trabalho realizado pela força é negativo ($W < 0$).

Exemplo: Um pescador que acaba de fisgar um peixe de peso 50N exerce sobre ele uma força de 70N, vertical e para cima. O peixe é deslocado por 6m.

→ Qual o trabalho realizado pelo pescador?

$$W_{\text{pescador}} = 70\text{N} \cdot 6\text{m} = 420\text{J}$$

Como a força aplicada pelo pescador está na mesma direção e sentido do deslocamento do peixe, o trabalho é positivo.

→ Qual o trabalho realizado pelo peso do peixe (força peso)?

$$W_{\text{peixe}} = -50\text{N} \cdot 6\text{m} = -300\text{J}$$

Agora, vemos que a força peso tem sentido contrário ao deslocamento do peixe. Por esta razão, o trabalho é negativo.

→ Qual o trabalho total realizado sobre o peixe?

O trabalho total é calculado pela soma algébrica dos trabalhos que cada uma das forças realiza sobre o peixe. Isto é:

$$W_{\text{total}} = 420\text{J} + (-300\text{J}) = 120\text{J}$$

Um corpo possui energia quando for capaz de realizar um trabalho. Desta forma podemos utilizar o trabalho como uma forma de medir energia. No Sistema Internacional de Medidas, qualquer forma de energia é medida em joules.

A água no alto de uma cachoeira possui energia porque é capaz de realizar trabalho (por exemplo, movimentar as turbinas de uma usina hidrelétrica). Da mesma forma, o vento possui energia capaz de movimentar um cata-vento.

Energia Potencial Gravitacional - E_p

Consideremos um corpo situado a certa altura acima de um referencial, por exemplo o solo. Largando o corpo, ele alcançará o solo e será capaz de realizar um certo trabalho, como por exemplo amassar um objeto. Portanto esse corpo possuía energia na posição mais elevada.

A energia que um corpo possui, por estar a uma certa altura acima de um referencial, é denominada **Energia Potencial Gravitacional - E_p** .

Como calcular a Energia Potencial Gravitacional

Consideremos um corpo de massa m , situado a uma altura h acima de um referencial (por exemplo, o solo). A energia potencial gravitacional que esse corpo possui é igual ao trabalho que ele é capaz de realizar para chegar ao referencial (solo). O trabalho do peso sobre o corpo, $P = m \cdot g$, neste deslocamento fornece, então, o valor da energia potencial gravitacional armazenada na altura h .

O trabalho do peso é:

$$W = P \cdot h \quad \text{ou} \quad W = m \cdot g \cdot h$$

Ou seja, se um corpo de massa m encontra-se a uma altura h de um referencial, (considerando-se no referencial a energia potencial gravitacional nula) este corpo possui, nesta posição, uma energia potencial gravitacional dada por:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Exemplo: Uma pessoa segura um objeto de massa $m=1,5\text{kg}$ a uma altura $h=10\text{m}$ acima do solo. Considere $g=10\text{ m/s}^2$.

a) Determine a energia potencia gravitacional do objeto naquela posição?
Considerando o referencial fixo no solo a energia potencial gravitacional será:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 1,5 \cdot 10 \cdot 10 = 150 \text{ J}$$

b) Se o objeto for solto daquela posição, determine o trabalho W que seu peso realiza até chegar ao solo?

Neste caso, como vimos o trabalho do peso é exatamente o valor da energia potencial gravitacional que o corpo possuía quando estava na altura h . Então o trabalho do peso é:

$$W = E_p \quad \text{ou} \quad W = 150\text{J}$$

Energia Cinética - E_c

Suponha um automóvel em movimento colidindo com outro que está em repouso. Este realiza um trabalho ao amassar e deslocar o carro parado. A energia que um corpo possui, em virtude de estar em movimento, é denominada **Energia Cinética**.

Como calcular a Energia Cinética

A energia cinética de um corpo é tanto maior quanto for sua velocidade. Ou seja, quanto maior for a velocidade do carro do exemplo anterior, maior será o trabalho que ele irá realizar ao colidir, isto é, maior será o valor de sua energia cinética. De modo semelhante, podemos concluir que quanto maior for a massa de um corpo, maior será sua energia cinética. Se, em lugar do carro, tivéssemos um caminhão carregado, que estivesse à mesma velocidade do automóvel, maior seria o trabalho que realizaria na colisão. Em outras palavras, como o caminhão tem maior massa, sua energia cinética seria maior que a do carro.

Consideremos a figura 2.

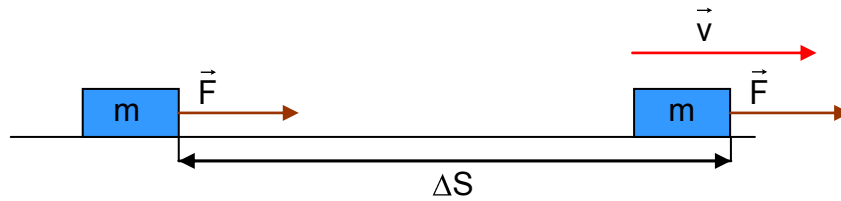


Figura 2

Na figura 2 temos um corpo de massa m , inicialmente em repouso sendo puxado sobre uma superfície horizontal lisa por uma força \vec{F} constante e paralela ao deslocamento. Após o corpo ter percorrido um deslocamento Δ , o trabalho que a força \vec{F} realizou sobre ele foi de:

$$W = F \cdot \Delta S$$

O corpo adquiriu uma aceleração constante \vec{a} (movimento retilíneo uniformemente variado - MRUV). Temos, então:

$$F = m \cdot a \quad \text{e por ser um MRUV:}$$

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2, \quad \text{considerando } S_0 = 0 \text{ e } v_0 = 0 \text{ temos: } \Delta S = a \cdot t^2 / 2.$$

Desta forma podemos escrever:

$$W = m \cdot a \cdot a \cdot t^2 / 2 \Rightarrow W = m \cdot a^2 \cdot t^2 / 2 \quad (v = a \cdot t \text{ para o MRUV})$$

$$W = m \cdot v^2 / 2$$

Como já dissemos a energia transferida a um corpo é medida pelo trabalho realizado sobre ele. Então, como o corpo estava em repouso, a energia cinética que ele adquiriu é dada exatamente por este trabalho, isto é:

$$E_c = \left(\frac{1}{2} \right) m \cdot v^2$$

Exemplo: Suponha que a massa do bloco apresentado na figura 2 seja $m=2\text{kg}$ e que a força horizontal que atua sobre ele tenha módulo $F = 10\text{N}$. O bloco, sob a ação dessa força, percorre uma distância de $2,5\text{m}$, adquirindo, no fim deste percurso, uma velocidade v .

a) Calcule o trabalho realizado sobre o bloco pela força \vec{F} .

$$W = F \cdot \Delta S \quad \text{ou seja} \quad W = 10 \cdot 2,5 = 25\text{J}$$

b) Sabendo-se que, após percorrer a distância ΔS , a velocidade do bloco era $v = 5 \text{ m/s}$, determine o valor de sua energia cinética naquele instante.

$$E_c = m \cdot v^2 / 2, \quad \text{substituindo numericamente: } E_c = 2 \cdot 5^2 / 2 = 25 \text{ J}$$

c) As respostas das questões a e b confirmam o que foi afirmado anteriormente?

Sim, pois de acordo com o que foi afirmado no texto, a energia cinética adquirida pelo corpo deve ser igual ao trabalho realizado sobre ele. De fato, obtivemos:

$$W = 25\text{J} \quad \text{e} \quad E_c = 25\text{J}.$$

Conservação da Energia Mecânica

No exemplo citado anteriormente, onde uma pessoa solta um objeto do alto de um prédio, suponhamos, ainda, que nenhuma força de resistência esteja atuando sobre ele. Quando ele cai, seu peso realiza (sobre o próprio corpo) um trabalho $W = 150 \text{ J}$. Podemos, então, concluir que, imediatamente antes de tocar o solo, o corpo terá adquirido uma energia cinética com este valor, pois a energia cinética que o corpo adquire (a partir do repouso) é igual ao trabalho realizado sobre ele. Portanto, a energia cinética do corpo naquele momento é $E_c = 150\text{J}$. Mas este é, também, o valor da

energia potencial que o corpo possuía no alto do edifício. Vemos pois que, não havendo atrito, a E_p do corpo, ao cair, foi transformada integralmente em E_c do corpo. Em resumo:

No alto do edifício $E_p = 150\text{J}$ $E_c = 0$ (pois $v = 0$)	Ao chegar ao solo $E_p = 0$ (pois $h = 0$) $E_c = 150\text{J}$
---	---

A energia cinética e a energia potencial são formas de energia denominadas energia mecânica. A energia mecânica (E_M) de um corpo é sempre fornecida pela soma das energias E_p e E_c , (Figura 3) isto é:

$$E_M = E_p + E_c.$$

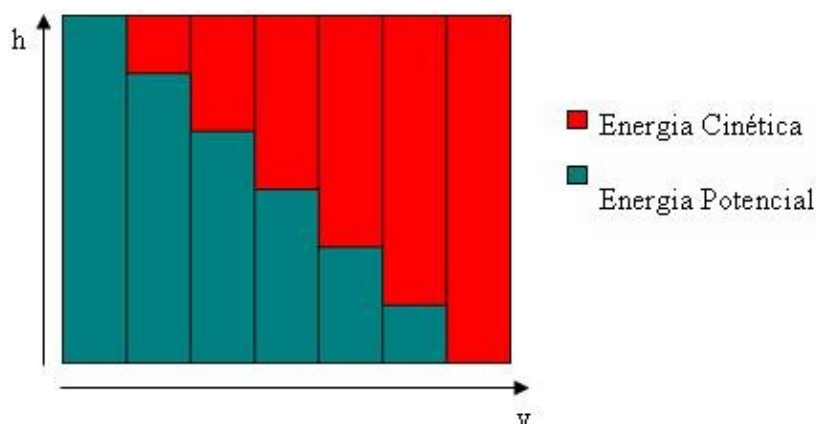


Figura 3: Gráfico da altura versus velocidade

Desta forma (ressaltamos que isto ocorre na ausência de atrito) a energia mecânica total de um corpo se conserva, havendo apenas transformação de energia potencial em energia cinética e vice-versa. Ou, de outra forma:

$$E_M = E_c + E_p = \text{constante}$$

4 CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Cinemática;
Conceito de força;
Dinâmica;
Lançamento horizontal;
Leis de Newton.

5 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

5.1 TÍTULO DA EXPERIÊNCIA

Uma visão sobre a conservação da energia mecânica.

5.2 OBJETIVOS

- Calcular a energia potencial gravitacional armazenada em uma esfera em determinadas posições em relação a um determinado referencial.
- Calcular a energia cinética de uma esfera quando ela passar em determinadas posições.
- Comparar os resultados calculados nos objetivos a) e b) verificando se houve ou não conservação da Energia Mecânica.

5.3 MATERIAL UTILIZADO

- Um metro de cano de PVC, diâmetro de 50 mm;
- Uma curva de PVC, ângulo 90°, diâmetro 50 mm;
- Um pedaço de madeira, de aproximadamente 30 cm x 20 cm;
- Um pedaço de madeira, de aproximadamente 1 metro x 10 cm, que sirva de apoio para o cano de PVC;
- Pregos e martelo;
- Parafusos para fixação e chave de fenda;
- Furadeira com Broca para madeira, de diâmetro 2 mm;
- Braçadeiras plásticas para fixação do cano;
- Duas fitas métricas;
- Fita adesiva;
- Folhas de papel branco e de papel carbono;
- Esfera metálica (ou de vidro) de massa conhecida, de aproximadamente 2 cm de diâmetro.

5.4 PROCEDIMENTO DE MONTAGEM

Pegue os dois pedaços de madeira, de modo que formem um L, mantendo a parte maior na vertical formando um ângulo reto com a base (menor) na horizontal;

Meça no cano as distâncias aproximadas onde deverão ser feitos furos para que a esfera possa ser introduzida;

Fure o cano com a furadeira nos locais previamente marcados. Sugestão de locais: o primeiro furo a 10cm da extremidade e os outros dois a 40cm da extremidade e a 70cm da extremidade);

Encaixe a barra de cano na curva de PVC;

Posicione o conjunto cano e curva e fixe-o junto à estrutura de madeira com auxílio das braçadeiras;

Utilize a fita adesiva para fixar a fita métrica (que servirá de base para as medições do experimento) na vertical, na lateral da estrutura de madeira.

Na figura 4 mostramos fotos de como ficou a nossa montagem para a realização deste experimento.



Figura 4a



Figura 4b

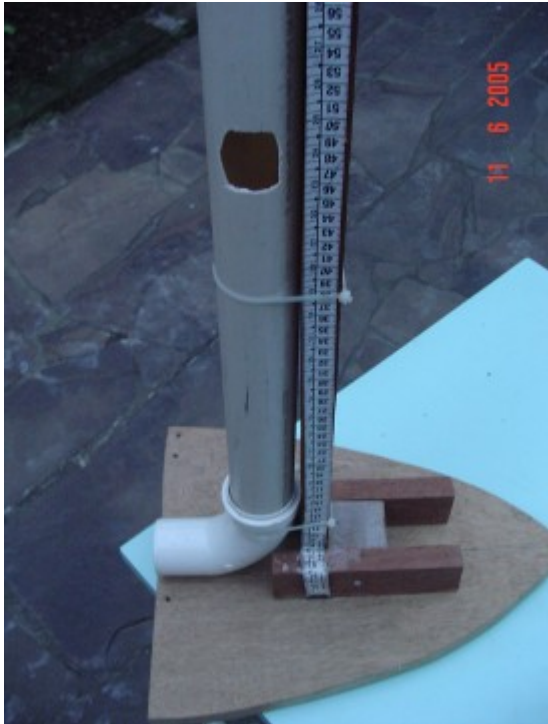


Figura 4c



Figura 4d

Figura 4 – Fotos mostrando a aparência da montagem

5.5 UTILIZAÇÃO E QUESTIONAMENTOS

Posicione a montagem em uma mesa (ou bancada) de forma que a saída do cano fique a certa altura do chão;

Meça a altura entre cada furo do cano e a base do experimento (h_1);

Meça, com a fita métrica, a altura que separa a saída do cano do chão (h_2);

Posicione folhas de papel branco com carbono para que fique marcado o local que a esfera tocou o chão;

Escolha um dos furos e largue a esfera dele e, com a fita métrica meça o alcance (distância horizontal percorrida pela esfera da saída do cano até o ponto onde toca o chão) (x);

Repita o procedimento anterior para os demais furos, sempre anotando os valores em uma tabela que contenha: a altura entre os furos e a base do experimento (h_1), a altura entre a base do experimento e o chão (h_2), e o alcance (x);

Com base nestes valores, calcule a energia potencial da esfera considerando o valor da altura de cada um dos furos em relação à base do experimento;

Conhecendo os valores do alcance para cada situação, calcule a velocidade horizontal usando os conhecimentos de lançamento de um projétil na horizontal para cada caso;

De posse dos valores da velocidade horizontal determine os valores da energia cinética da esfera no momento em que ela sai do cano;

Compare os valores das energias e analise-os em termos de conservação de energia mecânica.

5.6 DESENVOLVIMENTO DOS CÁLCULOS

Partindo das equações do movimento de projétil:

$$a) x = x_0 + v \cdot t \quad (\text{neste caso } v \text{ corresponde ao } v_x) \quad (1)$$

Onde x e x_0 estão relacionados com a posição horizontal da esfera ao sair do cano e descrever o movimento de projétil. Consideramos a saída do cano como origem (x é o alcance) e v é a velocidade horizontal da esfera.

$$b) S_y = S_{0y} + v_{0y} \cdot t + a \cdot t^2 / 2 \quad (2)$$

Onde S_y e S_{0y} estão relacionados com a posição vertical da esfera ao sair do cano e descrever o movimento de projétil, também consideramos a saída do cano como origem ($S_y = h_2$) e

v_{oy} é a velocidade vertical da esfera.

Podemos considerar $x_o = 0$ e $S_{oy} = 0$, pois ambos encontram-se na origem dos espaços, e $v_{oy}.t = 0$, pois a velocidade inicial projetada na vertical (em y) é nula, já que a esfera sai do cano na horizontal.

$$t = (2 \cdot S_y / g)^{1/2}$$

Feitas as considerações da equação (2) podemos supor que $t = \sqrt{\frac{2 \cdot S_y}{g}}$. (3)

Substituindo (3) no lugar de t em $v_{ox} = x / t$, obteremos a velocidade da esfera ao sair do cano, que será empregada no cálculo da energia cinética.

Aplicando os valores medidos da altura h_1 na equação de energia potencial, calculamos seu valor e comparamos com o valor encontrado da energia cinética.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E OBRAS CONSULTADAS

BONJORNO, Regina A., et al. **Física Completa** volume único. 1ª edição, FTD. São Paulo, 2001.

Energia Potencial: Física A - Aula 2, Disponível em:

<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/PreVestibular/2005-1/mod1/node5.html> Consultado em junho de 2005

MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. **Física** volume único. 1ed, São Paulo: Scipione. 2003.

MOREIRA, Marco A. e OSTERMANN, Fernanda. **Teorias Construtivistas**. Textos de apoio ao professor de Física, v.10, 1ed, Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre: UFRGS. 1999.

7 RESULTADOS OBTIDOS POR NÓS

Obtivemos, experimentalmente os seguintes resultados:

Consideramos $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Calculando: $v_x = 1,60 \div [(2 \cdot 0,515) \div 9,8]^{1/2} = 4,93 \text{ m/s}$

Calculando $E_c = \frac{1}{2} \cdot 0,035 \cdot (4,93)^2 = 0,43 \text{ J}$

Calculando $E_p = 0,035 \cdot 9,8 \cdot 1,57 = 0,54 \text{ J}$

GRANDEZA	UNIDADE	VALOR
Massa m	kg	0,035
Altura h_1	m	1,570
Altura h_2	m	0,515
Alcance x	m	1,600
E_p	J	0,54
E_c	J	0,43

Matematicamente, não houve conservação de energia. Consideramos que houve perda de energia por atrito, transformação em calor e som, etc. Mas como realizamos as medidas várias vezes ficamos satisfeitos com o resultado.

8 CONCLUSÕES, DISCUSSÕES E MELHORAMENTOS

Inicialmente, falaremos das idéias, do assunto, da teoria, do trabalho prático e do experimento. Em seguida, abordaremos a parte da aula e considerações pedagógicas. Originalmente, esta experiência analisaria a colisão entre uma esfera lançada de uma rampa e um bloco posicionado no final desta rampa. Porém o trabalho tomou um rumo diferente do assunto pensado por nós, que era energia, verificabilidade da conservação de energia, etc.

Surgiram novas idéias e, com o apoio da professora, reformulamos o experimento prático para que fosse, ao invés de uma rampa, uma queda vertical de um corpo por um tubo que, na sua parte inferior, possui um desvio que orienta a trajetória deste corpo horizontalmente, como um lançamento horizontal de projétil. Com estas modificações, foi possível aliar queda livre e lançamento horizontal de projétil para analisar se a energia potencial da esfera era a mesma energia cinética ao tocar o chão, ou seja, verificar se houve conservação de energia mecânica.

No nosso caso, achamos os resultados bastante válidos, apesar da diminuição de energia mecânica. Depois de alguma análise, acreditamos que a principal causa de perda de energia está na curva de PVC porque não é precisamente uma curva, existe nela uma região mais acentuada onde constatamos que a esfera bate, ocorrendo perda de energia.

Elaborar uma unidade de ensino sob a ótica criteriosa de Ausubel não foi uma tarefa muito simples, pois a cada novo capítulo nos dávamos conta da necessidade de explicar mais assuntos, mais conteúdos, para que a aprendizagem final fosse significativa e não mecânica ou arbitrária.

O tempo empregado para preparar esta atividade foi imensamente maior do que a própria atividade, tanto para a parte teórica quanto para a parte prática. Deste fato surgem dois comentários: primeiro que o aluno que fosse educado integralmente com a metodologia de ensino de Ausubel aprenderia a receber e classificar o conhecimento e as informações que recebe de uma maneira mais rápida, organizada e duradoura e, segundo, para que estas aulas transcorram de maneira satisfatória para o aluno, o professor necessitaria de três coisas: uma quantidade de tempo muito maior do que a própria aula dada, formação acadêmica técnica e pedagógica sólida na área e estrutura escolar que possibilite a implementação desta teoria de aprendizagem.

Quando falamos *estrutura escolar*, estamos incluindo nesta: horas de aula, apoio pedagógico, número adequado de alunos, fontes de pesquisa e obviamente um salário que permita ao professor uma grande dedicação na elaboração dos planos, sem que precise estar em tempo integral em sala de aula.

Não estamos, absolutamente, desmerecendo a teoria de Ausubel, mas reconhecendo que, contextualizada a realidade da esmagadora maioria das escolas, não é possível ser ausubeliano em tempo integral. Assim como vimos nas explicações dos colegas em sala de aula a respeito de visitas, entrevistas e observações nas escolas, o dinamismo e a variedade das aulas para que seja seguida a linha construtivista de ensino ocorre, de fato, muitas vezes, mas depende da criatividade do professor em encontrar alternativas simples, baratas e eficazes para que isto aconteça. Parabenizamos a todos os professores que conseguem enxergar e ir além.

Outra observação, comprovando que não estamos descartando a teoria ausubeliana, é que, alguns professores, mesmo utilizando apenas giz e quadro negro, conseguem fazer com que seus alunos construam o conhecimento de maneira significativa. Em conversas e debates informais que tivemos durante a elaboração deste projeto, vimos que o educador precisa conhecer o assunto com profundidade, deve ser capaz de abstrair o conhecimento e elaborar suas aulas eliminando todas as suas próprias dúvidas antes de ir para sala de aula.

A característica fundamental de Ausubel é que o professor deve construir conhecimento de forma significativa. Mas isto só é possível se o professor realmente domina o que ensina, pois desta maneira ele estará preparado para indicar soluções alternativas para resolver os percalços e isto transparece confiança e tranquilidade aos alunos.

Preparar uma unidade didática com experimento seguindo a teoria de Ausubel foi uma experiência complexa, trabalhosa, mas que trouxe à tona vários pontos que nos fizeram refletir, entre eles, definição dos assuntos, determinação dos conhecimentos prévios, ancoramento com assuntos já dominados, escolha de subsunçores para os pontos onde pudesse não haver conhecimento prévio, mas destacamos que nos chamou a atenção a questão dos detalhes: Ausubel prega um detalhamento completo de todas as etapas do processo. A linguagem deve ser clara, o conteúdo completo, nenhuma informação omitida, os passos devem estar ligados uns com os outros, sempre relacionando o que vem a seguir com o que está sendo feito, não podem ser puladas etapas da seqüência, as listagens de conteúdos e material devem conter até os itens que julgamos ser “desnecessários” (pois já estamos acostumados com eles). O detalhamento nos faz refletir que uma aula, um trabalho, um teste, um relatório, uma prova, pode não responder às nossas expectativas por falta de detalhamento naquilo que subentendemos como já assimilado e pronto.

Por fim, acreditamos que o sucesso na implementação de uma unidade didática seguindo a linha construtivista de Ausubel depende da criatividade do professor. Devemos considerar que muitas vezes é necessário aplicar mais de uma teoria para que os alunos aprendam significativamente.

9 FOTOS DA APRESENTAÇÃO NO SEMINÁRIO



ANEXO M7 - Visualizar e compreender o princípio de arquimedes e suas aplicações

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

UNIDADE DIDÁTICA:

Visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações.

PROFESSORA ANGELA BERLITZ

São Leopoldo/RS

2005

TÍTULO DA UNIDADE

Visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Este trabalho fundamenta-se na aprendizagem significativa de Ausubel:
 - Biografia de Ausubel.
 - Organizadores prévios, subsunçores (conceito) e ancoragem.
 - Aprendizagem mecânica.
 - Aprendizagem de conceitos (formação e assimilação)
 - Aprendizagem subordinativa e proposicional.
- Uma breve abordagem da vida de Arquimedes e de como ele descobriu o empuxo;
- Conceito de empuxo e suas aplicações.
- Introdução do conteúdo através da história de como Arquimedes descobriu o empuxo.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

TÍTULO DA EXPERIÊNCIA: O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

OBJETIVOS

- O aluno deverá:
- visualizar e compreender o princípio de Arquimedes;
 - determinar a densidade de um material sólido.

MATERIAL UTILIZADO (VER A FIGURA 1)

- Copo de Béquer com saída lateral para fluidos;
- Uma mangueira de borracha;
- Balança de precisão;
- Proveta;
- Objeto preso a um barbante (nós usamos em pequeno cilindro de ferro);
- Água;
- Uma bacia;
- Uma haste de sustentação.

PROCEDIMENTO DE MONTAGEM

A experiência será montada conforme figura 1.

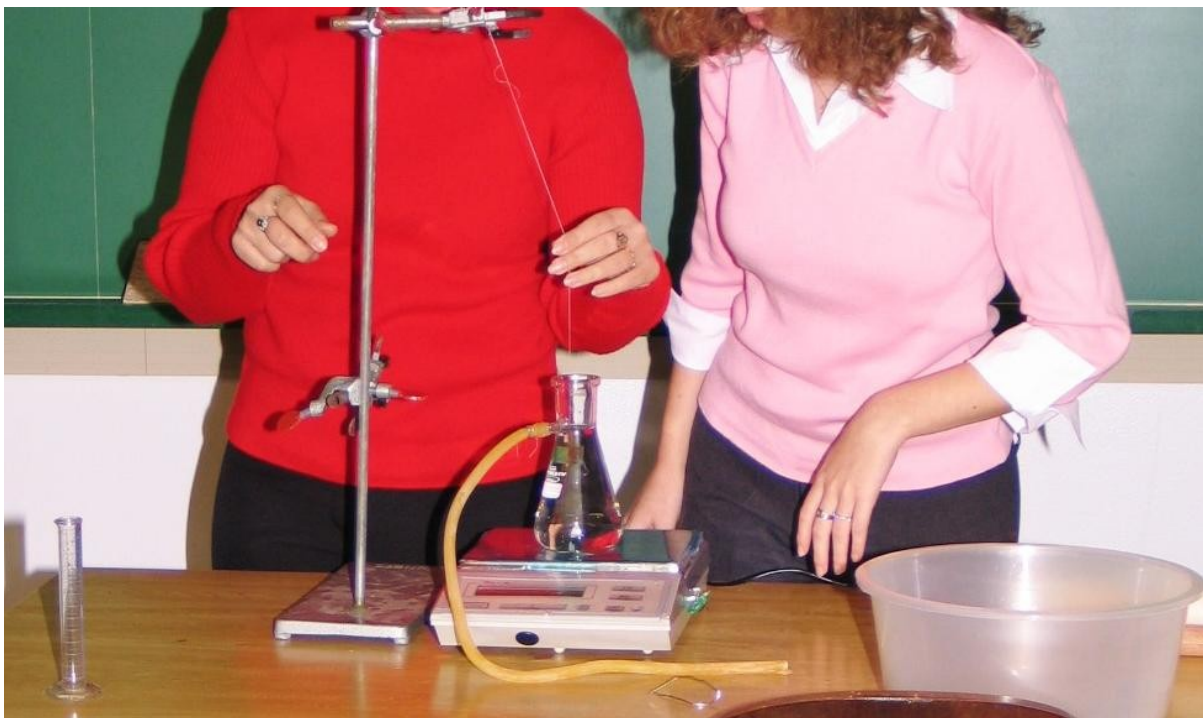


Figura 1

VISUALIZAÇÃO DO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

a) Encha o copo de Béquer que possui o tubo de borracha com o máximo de água. Feche a saída do tubo de borracha e coloque o copo de Béquer e o cilindro de ferro na balança. Meça a massa m_0 do sistema.

$$m_0 = \text{_____ kg}$$

b) Mergulhe o cilindro de ferro, que está preso ao barbante, totalmente na água sem tocar no fundo do recipiente. Não deixe a água escapar pela mangueira. Determine seu volume através da alteração das medidas no Béquer. Guarde este valor. Meça o valor da nova massa (m) do sistema.

$$m = \text{_____ kg}$$

c) O peso no ar menos o peso no líquido deste cilindro é o empuxo. O cilindro de ferro fica sujeito ao empuxo exercida pelo líquido dado por:

$$E_1 = (m_0 - m)g \quad (1)$$

onde g é a aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m / s}^2$).

Calcule o valor do empuxo E_1 pela equação (1).

$$E_1 = \text{_____ N}$$

d) Meça a massa m_1 da bacia na balança de precisão.

$$m_1 = \text{_____ kg}$$

e) Abra a saída do tubo de borracha e posicione a bacia de modo que a água que escorre do tubo caia sobre ela. Meça a nova massa m_2 do conjunto água + bacia. Note que $m_2 - m_1$ é a massa da água que escorreu.

f) A quantidade de água que escorre sobre a bacia é justamente aquela deslocada pelo cilindro de metal. Assim, o peso deste líquido deslocado, dado por $m_2 g - m_1 g$, é o empuxo sofrido pelo cilindro. Deste modo, temos:

$$E_2 = m_2 g - m_1 g \quad (2)$$

Calcule o valor de E_2 pela equação (2).

$$E_2 = \text{_____ N}$$

g) Compare os empuxos obtidos nas equações (1) e (2) e comente tendo por base o Princípio de Arquimedes.

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE (ρ) DE UM OBJETO

A densidade de um objeto é determinada por: $\rho = m/V$, onde m é a massa do objeto e V seu volume.

- Coloque o cilindro de ferro na balança. Verifique sua massa m .

$$m = \text{_____ kg}$$

- Com base na graduação do béquer obtenha o volume do objeto. Você já tem este valor da primeira parte do experimento.

$$V = \text{_____ mL}$$

- Transforme mL para m^3

$$V = \text{_____ } m^3$$

- Com base nos dados colhidos calcule a densidade do objeto.

$$\rho = \text{_____ } kg/m^3$$

- Calcule o volume do cilindro de ferro matematicamente com base nas dimensões do objeto.

$$V = \text{_____} \text{m}^3$$

- Calcule valor de ρ tendo por base o volume determinado no item anterior.

$$\rho = \text{_____} \text{kg/m}^3$$

- Compare os dois valores e comente .

UTILIZAÇÃO E QUESTIONAMENTOS

O experimento será utilizado para visualizar e compreender o princípio de Arquimedes e suas aplicações.

Questionamentos:

Se fosse utilizado um corpo de menor densidade que a água ele não ficaria no fundo do recipiente. Você poderia proceder da mesma maneira nos experimentos? O que mudaria? Que modificações deveriam ser feitas? Que aplicações tem no nosso cotidiano?

AVALIAÇÃO

Será avaliada a participação e o interesse do aluno durante o desenvolvimento da experiência; além do relatório a ser entregue.

UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE EMPUXO NO COTIDIANO

- Submarinos;
- Navios;
- Perfuração de poços;
- Flutuação ou não de diversos corpos em fluido;
- Etc....

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E CONSULTADAS

-Curso de Física (Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga.

-WWW.usp.com.br

-www.saladefísica

- <http://www.fatecsp.br/paginas/hidrostatica.pdf>

ANEXO M8 - O estudo da gravitação em um contexto histórico tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn

**Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
ÁREA DE CONHECIMENTO E APLICAÇÃO FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I I**

“O estudo da gravitação em um contexto histórico tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn”

**Professora orientadora:
Angela Berlitz**

**São Leopoldo-RS
30 de Maio de 2005.**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	302
2 OS PERÍODOS DE KUHN	302
2.1 CIÊNCIA NORMAL	302
2.2 PARADIGMA	303
2.3 CRISE.....	303
3 TEORIAS SOBRE OS CORPOS CELESTES E A GRAVITAÇÃO.....	303
3.1 COMO CRIAR OU SIMULAR GRAVIDADE EM VÔOS ESPACIAIS	312
4 CONCLUSÃO.....	321
5 O EXPERIMENTO	321
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	326
SITES CONSULTADOS	326

1 INTRODUÇÃO

Abordaremos nesta pesquisa o estudo da gravitação universal em uma perspectiva histórica, tomando como referencial a epistemologia de Thomas Kuhn. Analisaremos a evolução das teorias que buscavam descrever o movimento dos corpos celestes, assim como o movimento de queda dos corpos terrestres.

Durante séculos o homem buscou compreender os astros, entender seus movimentos e o que os mantinham “suspensos” no céu, muitas foram as teorias encontradas até o estabelecimento do paradigma atual.

Além das crises e quebras de paradigmas das teorias antigas, estudaremos também estudos realizados no atual período de ciência normal.

2 OS PERÍODOS DE KUHN

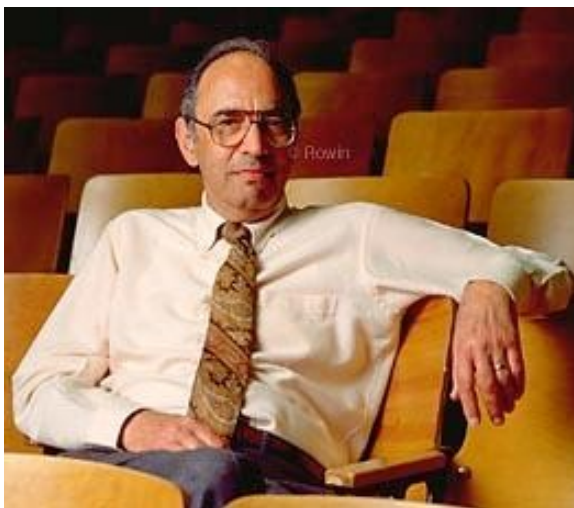


Figura 1: Fotografia de Thomas Kuhn

Fonte: http://vietsciences.free.fr/thuctap_khoahoc/tinhoc/khailuoclaptrinhhuongdoituong.htm

Como nossa apresentação terá como base a epistemologia de Thomas Kuhn, iniciaremos seu desenvolvimento com uma breve recapitulação de três conceitos básicos de sua teoria:

- Ciência normal;
- Paradigma;
- Crises.

2.1 CIÊNCIA NORMAL

Ciência normal é a tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelo paradigma, não tendo como objetivo trazer a tona novas espécies de fenômenos, ao em vez disso, a pesquisa científica normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos pelo paradigma. (OSTERMANN, 1996, p.187).

2.2 PARADIGMA

O termo paradigma tem um sentido geral e um sentido restrito, foi empregado para designar todo o conjunto de compromissos de pesquisas de uma comunidade científica (constelação de crenças, valores, técnicas compartilhadas pelos membros de uma comunidade determinada) (OSTERMANN, 1996, p.186).

2.3 CRISE

Há períodos nos qual o quebra-cabeça da ciência normal fracassa em produzir os resultados esperados. Os problemas, ao invés de serem encarados como quebra cabeças, passam a ser considerados como anomalias, gerando um estado de crise na área da pesquisa. Surgindo então a emergência de novas teorias, precedido por um período de insegurança profissional, pois exige a destruição em larga escala do paradigma e grandes alterações nos problemas e nas técnicas da ciência normal. (OSTERMANN, 1996, p.190).

3 TEORIAS SOBRE OS CORPOS CELESTES E A GRAVITAÇÃO

Agora, iremos analisar, em uma evolução cronológica, as diferentes teorias que buscavam descrever a distribuição e o movimento dos corpos celestes, assim como a razão para a força que nos prende a terra.

Há uma pergunta que muitos fazem sobre os astros e cuja resposta só foi dada no século XVII, por que eles não caem sobre a Terra? A experiência do nosso dia a dia nos mostra que todos os corpos que conhecemos fora os corpos celestes, caem sobre a Terra. Na verdade alguns caem, são os meteoritos, mas visíveis são muito raros.

Hoje a humanidade aprendeu a fazer foguetes que partem da Terra e coloca instrumentos na Lua, em Marte, em Vênus e agora na Lua de Saturno. Mas nas épocas remotas não se sabia fazer estas coisas por isto a pergunta por que não caem.

Seguiremos então em nosso estudo observando quais conclusões que diferentes pensadores e cientistas chegaram sobre esta questão, analisando os paradigmas estabelecidos, os períodos de ciência normal e as crises, que culminaram nas quebras de paradigmas e na evolução das teorias.

Os pensadores e cientistas estudados pelo presente trabalho são em ordem cronológica:

- Pitágoras (569ac– 475ac);
- Platão (427ac– 347ac);
- Aristóteles (384ac– 322ac);
- Ptolomeu (87-150);
- Copérnico (1398– 1468);
- Kepler (1571– 1630);
- Galileu (1564– 1642);
- Newton (1642– 1727);
- Einstein (1879– 1955).

PITÁGORAS (569AC – 475AC)

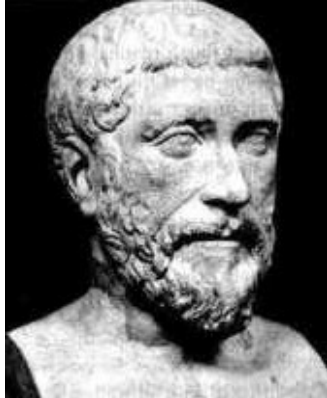


Figura 2: Pitágoras

Fonte: <http://wfera.tripod.com/respostasaoimpossivel/id58.html>

Ensina Ferraz Netto que embora os pitagóricos não deixassem nada por escrito, apenas transmitiam oralmente as suas observações aos bastante inteligentes para compreendê-las, sabe-se que eram guiados por uma mística crença de que relações numéricas simples governam o Universo e afirmavam: “O centro do Universo não é a Terra, mas o Sol... A Terra é apenas uma das estrelas que giram em torno do Sol”.

Esta é uma das mais antigas teorias que se tem conhecimento a respeito do movimento dos astros, mas não possuía qualquer embasamento científico e não teve grande divulgação em sua época, estabelecendo com isso um paradigma que durou apenas enquanto existiu a sociedade de Pitágoras.

PLATÃO (427AC – 347AC)

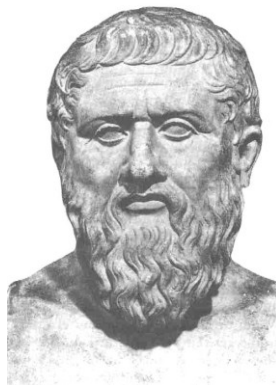


Figura 3 – Platão

Fonte: <http://plato.if.usp.br/1-2003/fmt0405d/apostila/helen8/>

De acordo com Ferraz Netto, Platão ensinava que as estrelas eram fixas, umas em relação às outras, e que se encontravam sobre a superfície de uma esfera muito grande, dentro da qual estava o resto do Universo; o Sol, a Terra, a Lua e os planetas conhecidos. Dizia Platão: “As estrelas são eternas, divinas e imutáveis e movem-se ao redor da Terra dando uma volta, levando um dia como se pode ver, descrevendo a trajetória de maior perfeição: o círculo”. Com isso Platão estabelece um paradigma referente a distribuição e movimento dos corpos celestes, defendendo um modelo geocêntrico com estrelas eternas, divinas e imutáveis.

ARISTÓTELES (384AC – 322AC)

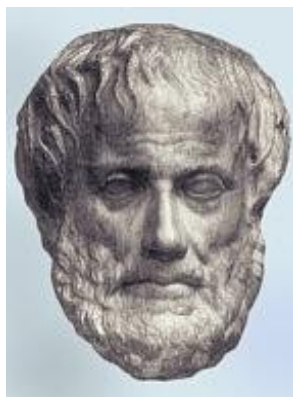


Figura 4: Aristóteles

Fonte: <http://www.astromia.com/biografias/aristoteles.htm>

De acordo com Ferraz Neto:

Depois de Platão, surge Aristóteles como a maior figura científica da época, cujos ensinamentos vão influenciar a humanidade durante vários séculos. Aristóteles foi um grande homem, no entanto, teve muitos defeitos pelos quais o desenvolvimento da ciência foi obstado durante vários séculos. Esse é o grande mal quando se adota a 'palavra da autoridade'. Dizia Aristóteles: "As leis que regem os movimentos dos corpos celestes são totalmente diferentes daquelas que governam os movimentos dos corpos terrestres.

Continua Ferraz Neto afirmando que, referente às leis que regiam o movimento dos corpos terrestres, Aristóteles defendia a idéia de que a massa dos objetos influenciava em sua velocidade de queda, ou seja, para ele dois objetos de massas diferentes que fossem abandonados de alturas iguais alcançariam o solo em tempos diferentes, mesmo que se pudesse ignorar a existência de agentes externos.

Paixão afirma que uma das hipóteses feitas por Aristóteles para explicar a Natureza era que tudo era composto por quatro elementos básicos: terra, água, ar e fogo. Cada um destes quatro elementos teria um lugar natural e que obedeciam a seguinte ordem: primeiro a terra, em cima da terra a água, em cima da água o ar e em cima do ar o fogo.

Para Paixão

O movimento ocorre porque o corpo busca o seu lugar natural. Por exemplo, se você pegar um objeto sólido com a sua mão levá-lo e a seguir solta-lo ele cai no chão. A explicação para o objeto cair é que sendo feito da substância terra, não pode ficar parado no ar porque ai não é o seu lugar natural, teria ar sob ele e, portanto move-se até o chão que é o seu lugar natural. Esta seria explicação para a queda dos corpos. Explicaria também porque a Terra é redonda, todo material sendo terra tenderia a se agrupar para ficar em baixo de tudo. Explicaria porque ao ferver água ela, sobe, o aquecimento fornece o elemento fogo e por isto vai para o seu lugar natural, acima de todos.

Com isso Aristóteles estabeleceu um paradigma que perdurou por bastante tempo.

PTOLOMEU (85 - 165)



Figura 5: Ptolomeu

Fonte: http://www.constelar.com.br/constelar/89_novembro05/dignidades.php

Através de observações astronômicas Ptolomeu introduziu inúmeras modificações no falho modelo geocêntrico da época, tentando descrever o movimento dos planetas com a então célebre teoria dos epiciclos. O movimento geocêntrico até então adotado não conseguia prever o movimento dos corpos celestes, culminando na crise do mesmo.

Seu modelo propunha a Terra como centro do universo, estando os outros planetas e o sol, em sua órbita, movendo-se em órbita de círculos simples e com planetas girando em torno da terra em trajetórias mais complicadas, construídas por pequenos círculos sobrepostos aos círculos maiores.

Na figura 6 podemos observar um esboço do modelo de Ptolomeu, com sua respectiva ordem de astros celestes.

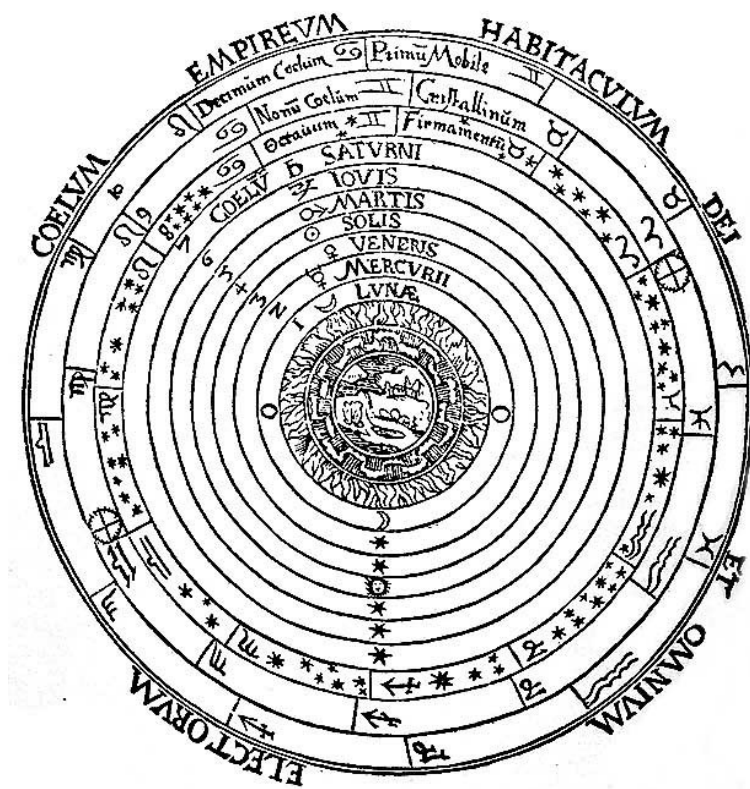


Figura 6: O universo Ptolomaico

Fonte: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/jmmatos/HISTMAT/HMIMG/UNIVPTOL.JPG>

Este novo modelo vem a incidir na quebra de paradigma do modelo anterior, e agradava aos padrões da igreja vindo a estabelecer um período de ciência normal que durou por quatorze séculos.

COPÉRNICO (1398 – 1468)



Figura 8: Copérnico

Fonte: <http://www.ildiogene.it/EncyPages/Ency=Copernico.html>

Copérnico defendeu o modelo heliocêntrico onde a Terra assim como os demais planetas giram em torno do Sol. Seu modelo descrevia de forma bem mais simples e precisa o movimento dos astros, mas não veio a ocasionar por imediato a quebra do paradigma ptolomaico, pois sua teoria não estava de acordo com o que impunha a igreja católica. Através de seu sistema desenvolvido com idéias matemáticas chegou a valores bem aproximados dos raios das órbitas planetárias, assim como do diâmetro dos planetas. Na figura 9 podemos visualizar um esboço do modelo heliocêntrico de Copérnico.



Figura 9: Modelo heliocentrico de Copérnico

Fonte: http://astrocultura.uai.it/astrofisica/uai/concorso_uai.htm

KEPLER (1571 – 1630)



Figura 9: Johannes Kepler

Fonte: <http://www-astronomy.mps.ohio-state.edu/~pogge/Ast161/Unit3/Images/kepler.gif>

No final do século XVI, o astrônomo Tycho Brahe estudou os movimentos planetários, e fez observações que eram consideradas mais exatas do que todas até então disponíveis. Com dados de Tycho Brahe e adotando o modelo heliocêntrico de Copérnico, Johannes Kepler, depois de muitas tentativas, descobriu que as trajetórias reais dos planetas em torno do sol, eram na verdade elípticas. Mostrou também que os planetas não se movem com velocidade constante, mas são mais rápidas nas vizinhanças do sol, e mais lentas longe do sol. Finalmente, Kepler descobriu uma relação matemática precisa entre o período de um planeta e sua distância média do sol. Estes dados foram enunciados por Kepler como três leis do movimento planetário. (PORTUGAL, 2007).

O movimento planetário elíptico proposto por Kepler está mostrado na figura 10.

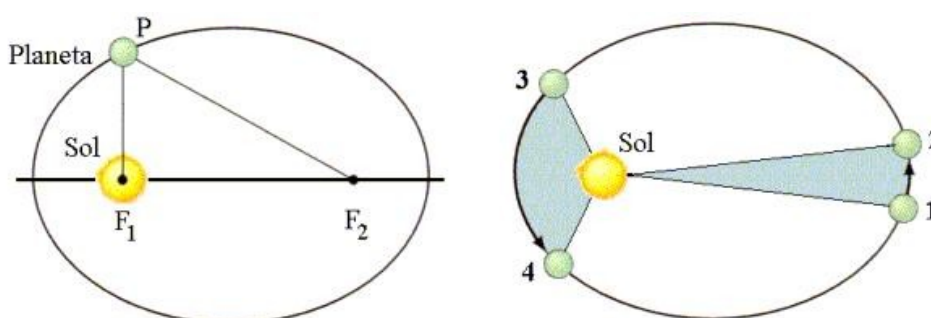


Figura 10a: Movimento planetário

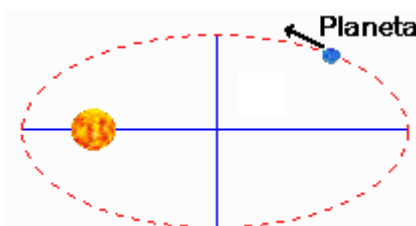


Figura 10b - 1ª Lei de Kepler - O Sol ocupa um dos focos da elipse e a órbita do planeta é elíptica.

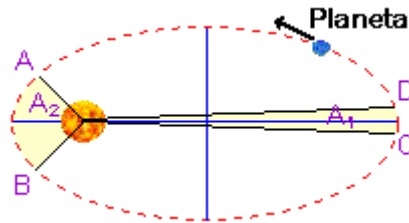


Figura 10c - 2ª Lei de Kepler - As áreas A_1 e A_2 são iguais.

Fonte: <http://educar.sc.usp.br/fisica/movgrav.html>

Leis de Kepler:

- Todos os planetas descrevem órbitas elípticas com o sol em um dos focos.
- A reta que une o sol a um planeta varre áreas iguais em tempos iguais
- O quadrado do período de revolução de qualquer planeta é proporcional ao cubo da distância média do sol.

Com isso Kepler põem em crise o modelo geocêntrico de Ptolomeo, e ao mesmo tempo quebra o paradigma das órbitas circulares de Copérnico.

GALILEU (1564 – 1642)

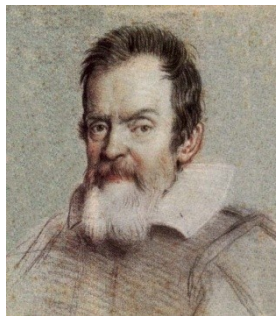


Figura 11: Galileu

Fonte: http://www.fisicastronomorais.com/poema_para_galileu.html

O primeiro impacto na imutabilidade do Céu foi produzido pelo aparecimento das estrelas chamadas supernovas, observadas, respectivamente, por Kepler e Galileu. Ora, segundo Aristóteles, a Terra era corruptível, a Lua variável e o Céu imutável. Como poderia aparecer/desaparecer algo no que é imutável? (FERRAZ NETTO, 2005).

Com isso Galileu põem em crise a teorias aristotélica sobre os corpos celestes.

Raciocinava Galileu: “Por certo, Aristóteles admitia a possibilidade de mutações cósmicas nas baixas regiões celestes, onde apareciam cometas e meteoritos”. Galileu demonstra que a estrela intrusa não possui paralaxe, isto é, a sua posição aparente não muda em relação à posição do observador sobre a Terra. Ora, as paralaxes decrescem com a distância e, à época de Galileu, somente as paralaxes dos planetas eram mensuráveis. “As estrelas fixas, corpos muito afastados, não tinham paralaxes determinadas”, concluiu Galileu. A supernova encontra-se muito além da esfera dos planetas, na esfera superior do Universo, que não pode ser imutável (FERRAZ NETTO, 2005).

Já com a famosa experiência realizada na torre de Pisa (Figura 11), Galileu quebra o paradigma aristotélico sobre o movimento de corpos em queda livre terrestres, provando que corpos de massas diferentes caem em tempos iguais quando se pode desprezar agentes externos como a resistência do ar. Em suas experiências foi encontrado o valor de cinco metros por segundo ao quadrado para a aceleração gravitacional.



Figura 11: Torre de Pisa

Fonte: http://oc.wikipedia.org/wiki/Torre_de_Pisa

Apesar das dificuldades impostas pela igreja católica as observações astronômicas de Galileu, mais que por em crise os paradigmas anteriores lança informações novas sobre o movimento dos corpos celestes e terrestres, que foram fundamentais na formulação de novos paradigmas.

NEWTON (1642 – 1727)

“A gravitação é a força de gravidade que é responsável por prender objetos à superfície de planetas e, de acordo com a lei da inércia de Newton, é responsável por manter objetos em órbita em torno uns dos outros” (ENCYCLOPÉDIE-PT, 2005).



Figura 12: Newton

“‘A gravidade é a força que nos puxa para baixo’ – Merlin, no filme da Disney A espada era a lei” (ENCYCLOPÉDIE-PT, 2005).

Merlin tinha razão, claro, mas a gravidade faz muito mais do que simplesmente segurar-nos às nossas cadeiras. Foi *Isaac Newton* que o reconheceu. Newton escreveu numa das suas memórias que na altura em que

estava a tentar compreender o que mantinha a Lua no céu viu uma maçã cair no seu pomar, e compreendeu que a *Lua* não estava suspensa no céu mas sim que caía continuamente, como se fosse uma bola de canhão que fosse disparada com tanta velocidade que nunca atinge o chão por este também "cair" devido à curvatura da *Terra*. (ENCYCLOPÉDIE-PT, 2005).

Ninguém tem certeza se o conto sobre Newton e a maçã precede, mas o raciocínio, com certeza, tem seu valor. Ninguém antes dele ousou contrariar *Aristóteles* e dizer que a mesma força que atrai uma maçã para o chão, mantém a Lua, a Terra, e todos os planetas em suas órbitas. (ENCYCLOPÉDIE-PT, 2005).

“As descobertas de Galileu haviam posto em crise o modelo aristotélico de movimento de corpos, mas o novo paradigma para a descrição de tais movimentos só foi estabelecido com a definição das leis de Newton”. (ENCYCLOPÉDIE-PT, 2005).

“Segundo a terceira lei de Newton, quaisquer dois objetos exercem uma atração gravitacional um sobre o outro de igual valor e direção oposta”. (ENCYCLOPÉDIE-PT, 2005).

EINSTEIN (1879 – 1955)

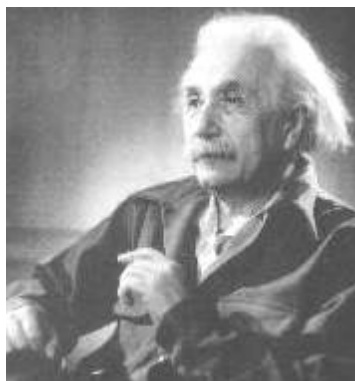


Figura 13: Einstein

A formulação da gravidade por Newton é bastante precisa para a maioria dos propósitos práticos. Há no entanto alguns problemas com ela que ocasionaram a crise do modelo newtoniano:

1. Assume que alterações na força gravitacional são transmitidas instantaneamente quando a posição dos corpos gravitantes muda. Porém, isto contradiz o fato que existe uma velocidade limite a que podem ser transmitidos os sinais (velocidade da luz no vácuo).

2. O pressuposto de espaço e tempo absolutos contradiz a teoria de relatividade especial de Einstein.

3. Prediz que a luz é desviada pela gravidade apenas metade do que é efectivamente observado.

4. Não explica ondas gravitacionais ou buracos negros, que no entanto também nunca foram observados diretamente.

5. De acordo com a gravidade newtoniana (com transmissão instantânea de força gravitacional), se o Universo é euclídeano, estático, de densidade uniforme em média positiva e infinito, a força gravitacional total num ponto é uma série divergente. Por outras palavras, a gravidade newtoniana é incompatível com um Universo que seja euclídiano, estático, de

densidade uniforme em média positiva e infinito. (Euclidean, static, of uniform, average, positive density and infinite)

Para o primeiro destes problemas, Einstein e Hilbert desenvolveram uma nova teoria da gravidade chamada relatividade geral, publicada em 1915. Esta teoria prediz que a presença de matéria "distorce" o ambiente de espaço-tempo local, fazendo com que linhas aparentemente "retas" no espaço e no tempo tenham características que são normalmente associadas a linhas "curvas".

Embora a relatividade geral seja, enquanto teoria, mais precisa que a lei de Newton, requer também um formalismo matemático significativamente mais complexo. Em vez de descrever o efeito de gravitação como uma "força", Einstein introduziu o conceito de espaço-tempo curvo, onde os corpos se movem ao longo de trajetórias curvas, estabelecendo um novo paradigma para o estudo dos movimentos dos corpos.

Velocidade da gravidade: A teoria da relatividade de Einstein prediz que a velocidade da gravidade (definida como a velocidade a que mudanças na localização de uma massa são propagadas a outras massas) deve ser consistente com a velocidade da luz. Em 2002, a experiência de Fomalont-Kopeikin produziu medições da velocidade da gravidade que corresponderam a esta predição. No entanto, esta experiência ainda não sofreu um processo amplo de revisão pelos pares, e está a encontrar ceticismo por parte dos que afirmam que Fomalont-Kopeikin não fez mais do que medir a velocidade da luz de uma forma intrincada.”
(Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Gravidade>)

Atualmente o paradigma estabelecido pela teoria da relatividade de Einstein encontra-se no período de ciência normal, não havendo indicativos que apontem uma possível crise da teoria, estudos são realizados dentro dos limites preestabelecidos pelo paradigma.

3.1 COMO CRIAR OU SIMULAR GRAVIDADE EM VÔOS ESPACIAIS

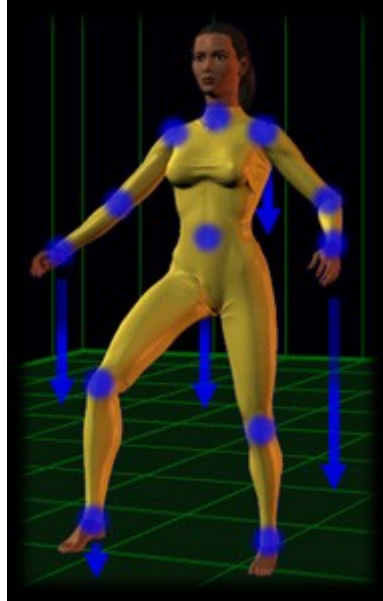
Analisaremos alguns estudos característicos do período de ciência normal estabelecido pelo paradigma atual, tais estudos baseiam-se na tentativa de criar, ou simular, gravidade em vôos espaciais. Marcus Valério XR (2003) apresenta “cinco possibilidades, duas delas já perfeitamente aplicáveis com a tecnologia atual, e as outras três pelos menos teoricamente possíveis dentro da perspectiva científica contemporânea”.

- Simulação gravitacional por magnetismo
- Simulação gravitacional por rotação
- Simulação gravitacional por aceleração
- Produção gravitacional por hiper concentração de matéria
- Manipulação gravitacional por controle de grávitons

Simulação de gravidade por magnetismo

O Texto deste item foi integralmente retirado do site:
<http://www.xr.pro.br/FC/GRAVIDADE.html>

O único já utilizado por nossa tecnologia espacial embora de modo muito simples. Usualmente utiliza-se calçados com sola magnética. Porém para uma simulação de gravidade mais completa, a idéia seria o inverso. Criar um poderoso eletroímã que magnetizaria todo o piso da área a se simular gravidade, e vestiriam-se os astronautas com acessórios metálicos.



A gravidade exerce força em todos os pontos de um corpo, porém os pontos mais significativos para efeito de locomoção e movimento de um corpo humano em geral, seriam as principais articulações.

A idéia é equipar os astronautas com dispositivos de metal nos principais pontos de articulação: usando calçados, joelheiras, cintos, ombreiras, pescoceiras, cotoveleiras e braceletes.

O piso seria um extenso eletroímã, produzindo uma atração magnética de força equivalente a gravidade que se quer simular.

Não produziria um efeito gravitacional fiel, pois afinal diversos outros pontos do corpo seriam imunes ao campo magnético, porém permitiria uma razoável simulação de peso para locomoção geral, evitando a atrofia do corpo devido a longa exposição a microgravidade. Os astronautas poderiam então se locomover com agilidade por uma superfície perfeitamente plana.

Principais vantagens do sistema

- A nave poderia ter qualquer forma e tamanho.
- O sistema poderia ser ativado e desativado facilmente a qualquer momento.
- O sistema poderia ocupar apenas algumas seções da nave, como uma área destinada a exercícios físicos.
- O astronauta poderia se desvencilhar dos acessórios a qualquer momento.

Principais desvantagens

- O consumo de energia para gerar tal campo magnético seria alto.
- O astronauta seria prejudicado se tivesse qualquer implante de metal no corpo.
- A utilização de diversos dispositivos eletromagnéticos ficaria comprometida, incluindo sistemas de gravação magnéticas, vídeos, microfones, auto-falantes e etc, assim como diversos outros utensílios de metal. A nave então teria que se valer de tecnologias menos convencionais, que não fossem afetadas pelo campo magnético.

Pontos duvidosos

- Ainda não se conhece bem que efeitos no organismo humano poderiam ser causados por uma exposição a um campo eletromagnético tão intenso.
- Não se pode garantir que o campo conseguiria se manter estável ante a presença de outros metais como o casco da nave, ou a mobília, ou outras formas de interferência.
- Apenas os objetos metálicos teriam "peso" simulado. O que poderia ser vantajoso ou não dependendo da ocasião.
- Com o decaimento do campo magnético, poderia ocorrer da atração ser muito forte nos pés, em baixo, e ou muito fraca nos ombros, em cima. Isso exigiria correções do tipo, metais de índice de imantação diferentes para cada parte do corpo, ou campos magnéticos muito mais fortes com geradores bem abaixo do nível do piso, e tudo dependendo das aplicações da simulação.

Conclusão

Esse sistema poderia ser usado preferencialmente em algumas seções da nave, com o objetivo de fornecer mais agilidade de movimentos aos astronautas ou exercícios físicos mais similares aos que se podem fazer sob gravidade real. Dificilmente ele seria aplicável em casos mais gerais, mas poderia ser útil em naves pequenas.

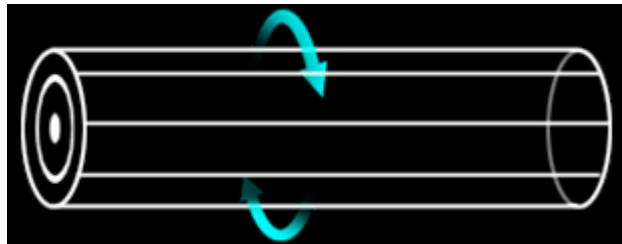
Simulação de gravidade por rotação

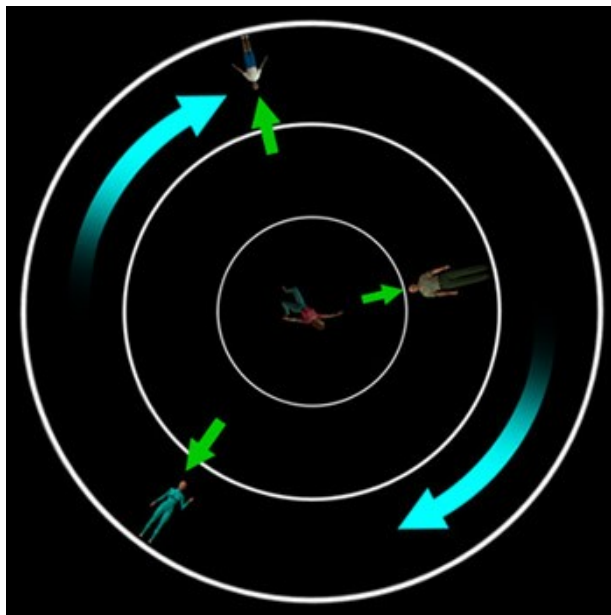
O Texto deste item foi integralmente retirado do site:

<http://www.xr.pro.br/FC/GRAVIDADE.html>

É o mais promissor de todos os sistemas, o único plenamente aplicável com tecnologias atuais e com certeza estará sendo usado amplamente em pouco tempo.

Trata-se de construir um ambiente de revolução, de preferência um cilindro, submetê-lo a uma rotação constante de modo a simular a gravidade pelo efeito centrífugo em sua parte interna.



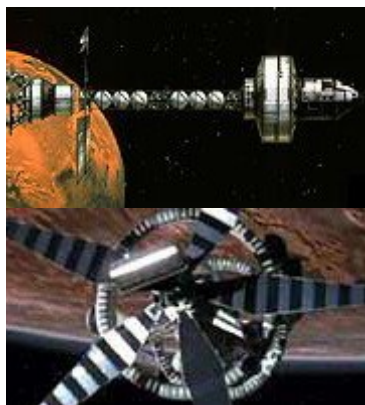


A estrutura teria que ser revolutiva e em constante rotação, a cima temos uma visão de corte frontal do sistema e uma noção de como ocorreria a simulação gravitacional.

A estrutura cilíndrica gira em velocidade constante produzindo o efeito de "fuga do centro", a tendência dos objetos de se afastarem do centro de um sistema em rotação.

Quanto mais próximo ao centro menor é a força de expulsão, quanto mais distante, com o aumento da velocidade linear, maior é a ação centrífuga, que simula a gravidade. No centro do sistema a "gravidade" é zero.

O sistema não obrigatoriamente tem que ser um cilindro, mas também pode ser um anel, ou mesmo uma estrutura comprida que gira em torno de próprio centro. Até mesmo seções de esfera, cones, etc.





Principais vantagens do sistema

- O sistema é muito simples, perfeitamente aplicável mesmo com a tecnologia atual e a simulação é praticamente idêntica a gravidade real.
- O ambiente pode ter dimensões praticamente ilimitadas, permitindo inclusive a implantação de complexos ecossistemas.
- O sistema consumiria pouca energia, uma vez que bastaria o impulso inicial e o cilindro permaneceria rodando por inércia. No caso de uma nave ou estação que compartilhasse seções não rotativas, o sistema precisaria apenas de uma ocasional manutenção para permanecer girando, uma vez que o atrito com as partes fixas nunca é zero.
- Como a "gravidade" aumenta quanto mais distante do centro, em "baixo" para o astronauta, bastaria um deslocamento vertical para se atingir zonas de maior ou menor força, no caso uma estação com vários níveis, andares, a partir do centro, haveria uma progressiva opção de intensidades de simulação gravitacional.
- O centro do sistema onde a gravidade é zero sempre estaria disponível.
- O sistema é ideal próximo a fontes de calor muito elevadas, estrelas, onde uma rotação já seria exigida pela simples necessidade de se manter um equilíbrio térmico.

Principais desvantagens

- A estrutura tem de ter dimensões consideráveis, na verdade quanto menor pior é a qualidade da simulação, que exigirá um velocidade angular muito maior. O sistema é totalmente inviável em naves muito pequenas.
- Numa estrutura que compartilhe seções fixas e giratórias, o mecanismo de acesso de uma para a outra seria mecanicamente muito complexo, exigindo uma engenharia bastante acurada e um sistema de segurança muito eficaz.
- A aproximação e abordagem de outras naves seriam muito mais complexas e delicadas.
- Consumiria-se energia não apenas para por o sistema em rotação, mas também para detê-lo, o que dependendo do tamanho da estrutura pode resultar num processo muito lento, inviabilizando a opção de ativar e desativar o sistema com facilidade e rapidez.
- No caso de estruturas não muito grandes, como o piso sempre será curvo, toda o mobiliário de maiores dimensões deverá ser recurvado.
- Se um dia desenvolvermos sistema anti-gravitacionais reais, que se baseiem em cortar o efeito da Gravidade real ou manipular anti-grávitons, eles não funcionarão nesse ambiente.

Pontos duvidosos

- Ainda não se sabe que efeitos psicológicos e sensoriais esse sistema pode causar aos seres vivos. A visão de um ambiente tão "surreal" em comparação

com o que estamos acostumados pode ser vertiginosa, assustadora, ou mesmo nauseante.

Conclusão

Por ser o de mais simples aplicação, esse sistema com certeza será usado em larga escala num futuro próximo, tanto em estações quanto em naves, até que desenvolvamos tecnologias superiores.

Uma perfeita abordagem desse sistema e suas várias implicações pode ser vista na obra literária "Encontro com Rama" de Arthur C. Clark, onde Rama, uma nave alienígena misteriosa, possui um imenso e avançado sistema ambiental no interior de um cilindro rotativo.

Simulação de gravidade por aceleração

O Texto deste item 3.1.3 foi integralmente retirado do site:

<http://www.xr.pro.br/FC/GRAVIDADE.html>

Consiste em colocar uma nave em movimento mantendo uma aceleração constante, e posicionando a estrutura de modo a que o piso horizontal fique perpendicular ao sentido do movimento.

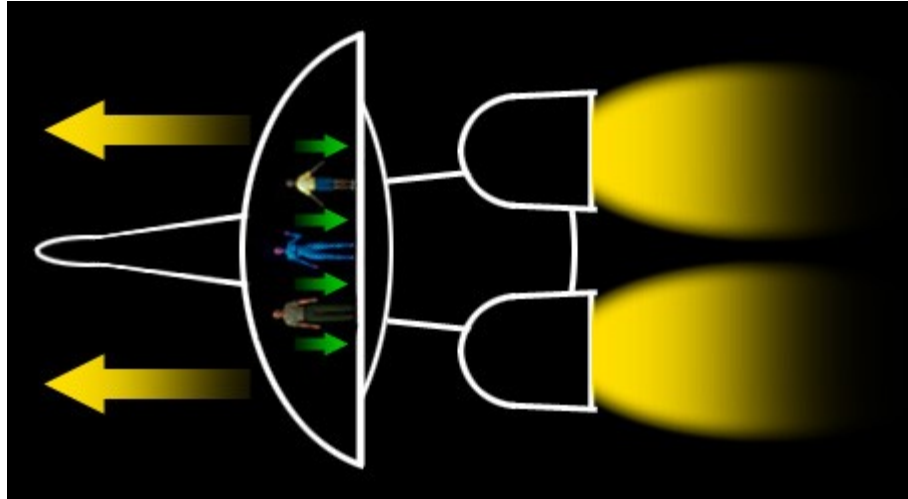
Esse sistema na verdade resolveria dois problemas de uma só vez, a Gravidade, e o problema da própria aceleração constante. Se uma nave for capaz de se deslocar a velocidades muito elevadas, deverá demorar a atingi-las pois a aceleração sobre pessoas e materiais pode ser danosa. Mesmo uma aceleração suave, como a que sentimos nos aviões, seriam prejudiciais se mantidas por longos períodos.

Nesse caso, como essa aceleração será usada para simular a própria gravidade, poderia ser mantida por tempo indefinido sem causar danos ao organismo humano.

O grande problema é obvio, seria necessária muita energia para manter tal aceleração durante períodos prolongados. Por isso esse sistema ainda é inviável para nossa tecnologia atual.

Atualmente os melhores projetos de naves a curto ou médio prazo não prevêem velocidades superiores a 50 mil km/h. Caso houvesse possibilidade de se implantar esse sistema, teríamos uma nave com capacidade de atingir velocidades centenas de vezes mais elevadas.

Para se ter uma idéia, se uma nave partindo do repouso conseguisse manter uma aceleração equivalente a gravidade terrestre, dentro de um mês atingiria cerca de 7 milhões e 200 mil km/h, algo por enquanto só acessível à Ficção Científica. Mesmo assim, seriam mais de 10 anos para atingir a velocidade da luz.



A forma da nave teria que ser bem definida, com a área horizontal perpendicular ao deslocamento.

A aceleração e a inércia resultariam numa completa simulação de gravidade que atingiria toda a estrutura da nave por igual.

O sistema evidentemente só serviria a naves em longas viagens, sendo evidentemente inaplicável para estações.

Outro ponto importante é que nesse ritmo a nave não poderia "desacelerar" bruscamente, portanto precisaria de uma manobra na metade de seu percurso para manter a gravidade e não necessitar de uma redução repentina de velocidade ao se aproximar do destino.



A nave avançaria promovendo uma aceleração constante em toda a primeira metade do percurso.

A meio caminho do destino, desativaria a impulsão e rotacionaria até se posicionar em sentido contrário. Seria um breve período sem "gravidade".

Então passaria a "desacelerar", na mesma razão da aceleração anterior, de modo a manter a mesma simulação gravitacional até chegar a seu destino.

Uma nave como essa poderia realizar o percurso Terra - Marte em menos de 15 dias, o que com a tecnologia atual dura no mínimo 6 meses.

Evidentemente esse sistema necessitaria de uma tecnologia bem mais avançada que a atual, capaz de produzir uma impulsão tão poderosa.

Principais vantagens do sistema

- Reduziria em muito o problema do impacto que uma constante aceleração para desenvolvimento de altas velocidades teria sobre o organismo
- A simulação gravitacional seria perfeita, atingindo todos os pontos da nave igualmente.
- O ambiente habitado poderia ser plano.

- A nave poderia ter qualquer tamanho, desde que conseguisse gerar tal aceleração.
- O método mais adequado para o cruzeiro de naves capazes de grandes velocidades.

Principais desvantagens

- Um abissal consumo de energia, de fontes que ainda nem conhecemos.
- A impulsão teria que ser mantida constantemente, gerando todas as complicações de isolamento da energia, principalmente o acúmulo térmico no sistema.
- Exigiria um sistema muito eficiente de segurança contra possíveis colisões. Rastreadores capazes de detectar qualquer iminência de colisão com muita antecedência.
- O sistema só funcionaria com a nave em movimento e constante aceleração. Em repouso ou em deslocamento em velocidade constante não haveria a simulação gravitacional.

Pontos duvidosos

- Como produzir tanta energia? Fusão a Frio?
- Como seria o sistema de impulsão? Combustíveis químicos estariam fora de cogitação. Seria impulsão por explosões nucleares? Se sim, como proteger a nave contra o calor? Como canalizar tal energia? Haveria limites para essa impulsão?

Conclusão

Embora inviável atualmente e daqui a curto ou médio prazo, acredita-se que um dia teremos tecnologia suficiente para produzir tal sistema. Nessa época, seremos capazes de dominar todo o Sistema Solar, viajando até seus confins dentro de prazos de no máximo um Ano.

Se o sistema de impulsão permitir, podemos imprimir acelerações um pouco maiores que a da gravidade terrestre, ou mesmo manter uma aceleração ascendente ou descendente, de modo a habituar os passageiros com a gravidade do ambiente de destino.

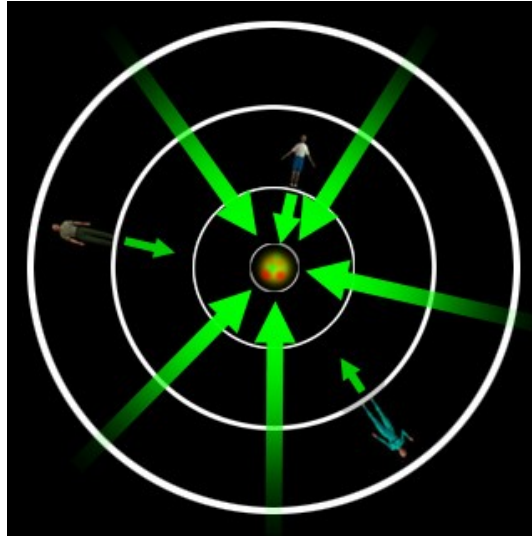
Produção de gravidade por hiper concentração de matéria

O Texto deste item foi integralmente retirado do site:
<http://www.xr.pro.br/FC/GRAVIDADE.html>

A única coisa que produz Gravidade autêntica e a massa de um corpo, que para simular uma atração equivalente a terrestre teria que ter evidentemente massa equivalente a da Terra, e em condições normais um tamanho aproximado.

Como uma nave dessas dimensões seria impraticável, a idéia é produzir tal massa numa concentração de matéria hiper densa e compacta a ponto de que a resultante entre a massa e o tamanho gerasse uma atração gravitacional satisfatória, ou seja, em síntese, para atingir 1G numa nave de tamanho pequeno, seria necessário criar um Buraco Negro, ou algo próximo.

Tal sistema provavelmente está ainda mais distante de nossa tecnologia atual do que o sistema de Aceleração anterior.



Em naves pequenas, seria necessária a construção de um "Hiper Átomo" no centro da nave, que precisaria possuir uma forma esférica. Esse Hiper Átomo por possuir massa extremamente elevada em relação ao seu tamanho, se tornaria um Buraco Negro, isolado dentro de uma Super estrutura de contenção na forma esférica, de modo a equilibrar a atração em todos os pontos mantendo o Hiper Átomo sempre ao centro.

Ao contrário do sistema por Rotação, quanto mais próximo do Núcleo, do interior, maior seria a atração, embora dependendo das dimensões da nave tal diferença poderia ser insignificante.

A nave teria que ser obrigatoriamente esférica para que o vetor de atração fosse sempre vertical em relação a cada, ponto, poderia ser também apenas um hemisfério ou seções de esfera, que no caso deveria manter o núcleo atraente numa posição correspondente ao centro de curvatura.

Por considerar uma tecnologia muito além da nossa, é difícil imaginar os aspectos relevantes a tal sistema, mas podemos inferir os seguintes.

Principais vantagens do sistema

- Seria gravidade real e autêntica
- A nave poderia ter dimensões ilimitadas, se transformando num autêntico "planeta" artificial.

Principais desvantagens

- A gravidade afetaria também qualquer outro corpo em seu raio de alcance, podendo desestabilizar sistemas estelares inteiros. A não ser que se desenvolvesse um meio de determinar um raio limite para o alcance dessa gravidade, um campo de contenção, a simples passagem de uma nave dessas próxima a um planeta poderia ser cataclísmica.
- A forma da nave teria que ser esférica, hemisférica ou seção de esfera.
- Para imprimir um deslocamento o sistema teria que ser desligado, ou a energia teria que ser equivalente a necessária para mover um planeta.

Pontos duvidosos

- Como construir esse tal Hiper Átomo? Forçando moléculas a se aglutinarem?
- E os riscos de que o átomo se torne um Buraco Negro fora de controle?
- Como limitar o alcance da gravidade para que a nave possa se aproximar de outros planetas?

- Poderia o sistema ser ativado e desativado com facilidade? Poderia ser regulável?
- O Hiper Átomo seria estável? Ou necessitaria de constante manutenção para permanecer concentrado?

Conclusão

Por considerar uma tecnologia muito além da atual é necessário muita especulação para avaliar as aplicações do sistema. Provavelmente a melhor utilização seria em longas viagens interestelares, com naves de proporções colossais capazes de manter complexos ecossistemas.

Uma tecnologia tão avançada muito provavelmente seria capaz de produzir deslocamentos de grande velocidade, viabilizando a aplicação para viagens interestelares.

5 Manipulação gravitacional por controle de grávitons

O Texto deste item foi integralmente retirado do site:

<http://www.xr.pro.br/FC/GRAVIDADE.html>

Essa é o sistema que necessita de maior idealização e hipóteses, pois a existência dos Grávitons nem ainda sequer foi confirmada pela Física Atual. Grávitons seriam "partículas" da categoria dos BÓSONS que transportariam a Força Gravitacional. Se de algum modo fosse possível interferir diretamente no comportamento dessas partículas de forma viável, as aplicações seriam imensas.

Poderia-se anular por completo a ação da gravidade, criando o tão sonhado sistema Anti-Gravitacional, ou poderia-se também induzi-los a ação não diretamente proporcional as massas dos corpos envolvidos.

Entre dois corpos onde existe uma força de atração X, com tal manipulação poderíamos "enganar" a natureza fazendo os Grávitons de alguma forma aumentarem a força e assim criar um sistema de Manipulação da Gravidade.

4 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do presente trabalho podemos acompanhar desde as mais remotas teorias sobre o movimento dos astros até a recente teoria da relatividade de Einstein, viajando por épocas distantes onde o absolutismo da igreja católica marchava sobre os ideais científicos, concluímos que a determinação científica e a busca do homem pelo conhecimento do mundo que o rodeia vencem os mais rígidos obstáculos, e através de erros teóricos formam-se paradigmas que só serão quebrado em meio a uma visível crise de conceitos, superado então pela teoria mais abrangente, estabelecendo um novo paradigma. Assim foi com o paradigma de Aristóteles, Com o paradigma de Newton, e talvez, no futuro, com o paradigma de Einstein.

5 OS EXPERIMENTOS: PÊNDULO SIMPLES

Primeiro experimento: Determinando o período de um pêndulo simples

*Objetivo

Determinar experimentalmente o período de um pêndulo simples.

Comparar o valor do período do pêndulo simples determinado experimentalmente com o encontrado analiticamente a partir da equação $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$.

*Fundamentação teórica

O pêndulo simples consiste em um dispositivo que possui um fio leve e inextensível de massa desprezível fixo em uma das extremidades e uma massa puntiforme fixa na outra extremidade.

Para iniciar o processo de oscilação do dispositivo, deve-se inclinar o fio, de modo que este forme um ângulo de no máximo 15 graus com a situação de equilíbrio estático. Depois de liberado o fio, o pêndulo oscila em um plano vertical, sob ação da gravidade.

O período de oscilação de um pêndulo é o tempo que ele leva para sair de um ponto e retornar para o mesmo, fazendo um percurso fechado. Este período de oscilação é dado pela equação:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}},$$

onde:

T = Período de Oscilação

L = comprimento do fio

g = aceleração da gravidade

*Material utilizado

- Pregos;
- Base de madeira de 30cm x 30cm e espessura de 3 cm;
- Suporte de madeira com secção quadrada de lado igual a 2 cm e com 1,5m de comprimento;
- Linha;
- 2 corpos de diferentes massas, como por exemplo 35g e 70g;
- Cronômetro;
- Trena;

*Procedimentos

- 1º) Montar, com o auxílio de pregos, o suporte na base de madeira, conforme figura;
- 2º) Cortar 3 tamanhos diferentes de linha (30cm, 50cm e 100cm);
- 3º) Escolher um dos corpos;
- 4º) Amarrar uma das linhas no corpo;
- 5º) Amarrar a linha no prego do suporte do pêndulo;
- 6º) Ao realizar o passo anterior, o corpo estará em equilíbrio. Dar uma pequena inclinação no fio com a vertical e soltar. Ao mesmo tempo que for solto o corpo, deve-se acionar o cronômetro;
- 7º) Deixar oscilar por 10 períodos e verificar o tempo;
- 8º) Determinar o período de uma oscilação, dividindo o tempo encontrado por 10;
- 9º) Anotar o período encontrado na tabela;
- 10º) Repetir os passos 4 a 9 para os outros comprimentos de linha;
- 11º) Repetir os procedimentos utilizados com o primeiro corpo para o outro corpo;

12º) Comparar os valores dos períodos obtidos (períodos teóricos da tabela) através da equação e aqueles medidos (períodos práticos da tabela) para cada uma das situações de massas e diferentes comprimentos.

13º) Avaliar as possíveis causas dos erros durante a realização do experimento.

Tabela: Nossos resultados

Massa(g)	Comprimento	L(m)	Período Teórico (s)	Período Experimental (s)	Erro(s)
35	0,3	1,1	1,12	0,02	
35	0,5	1,42	1,47	0,05	
35	1,0	2,0	2,06	0,06	
70	0,3	1,1	1,15	0,05	
70	0,5	1,42	1,5	0,08	
70	1,0	2,0	2,09	0,09	

*Conclusões

As diferenças encontradas são praticamente desprezíveis, pois estes não chegaram a 0,1segundo. Entre as fontes de erros, destaco: - o valor correto da aceleração da gravidade no local em que foi realizado a experiência; - o acionamento do cronômetro (erro de sensibilidade); - medição do comprimento do fio. Através do experimento, conclui-se que a massa utilizada em um pêndulo simples não interfere no período de oscilação do pêndulo.

*Bibliografia

LUZ, Antônio Máximo R. da; Álvares, Beatriz A. **Curso de Física**. 4 edição São Paulo: Scipione,2000 v.2 906p.

Segunda experiência: Determinando a Aceleração da Gravidade

***Objetivo:** Determinar a aceleração da gravidade (g) na sala de aula, usando um pêndulo simples.

***Conhecimentos Prévios:** Conhecer as equações (posição, velocidade e aceleração) do movimento de queda livre dos corpos. Interpretar gráficos que contenham posição, velocidade e aceleração versus tempo.

*Fundamentação Teórica

A Terra exerce uma atração sobre todos os objetos que estão sobre a sua superfície. Esta atração deve-se a ação da gravidade sobre os objetos.

A atração de qualquer pedaço de matéria pela Terra é o exemplo mais familiar de força na natureza. Apesar disso, um imenso esforço e séculos de pensamento foram necessários para que a humanidade reconhecesse que o movimento da Lua, em torno da Terra, e dos planetas, em torno do Sol, estão baseados nessa mesma força. Durante muito tempo pensou-se que as leis que governavam os corpos celestes fossem diferentes das que valem aqui na Terra. universalidade das leis da natureza, sua validade para todo o universo, só foi reconhecida a partir da época de Newton.

A Lua e os planetas não caem diretamente sobre a Terra ou para o Sol. Há um abismo entre nossa experiência terrestre de coisas caindo em sentido à Terra e o fenômeno celeste de corpos orbitando em volta de um centro (Lua em torno da Terra e planetas em torno do Sol). O estabelecimento de uma ponte sobre esse abismo constituiu um passo decisivo para a compreensão do universo. Vejamos como isso ocorreu.

Imagine que estamos no alto de uma torre muito elevada e atiramos uma pedra horizontalmente no espaço. A trajetória da pedra será encurvada para baixo por causa da gravidade e a pedra atingirá o solo a uma certa distância da torre. Quanto maior for o impulso com o qual atiramos a pedra, menos encurvada será sua trajetória. Podemos imaginar que a pedra seja atirada com tanta violência que o encurvamento da trajetória seja exatamente igual à curvatura da superfície da Terra, que é esférica. Nesse caso, a pedra nunca atingiria a superfície porque à medida que sua trajetória se encurvasse, a superfície da Terra se encurvaria da mesma maneira. Seria como se tivéssemos atirado a pedra além do horizonte. Se o ar não a retardasse, a pedra percorreria uma órbita em torno da Terra como um satélite.

Esse é o princípio em que se baseia o lançamento de satélites. Num lançamento típico, o primeiro estágio do foguete eleva o satélite acima da atmosfera e uma segunda explosão o coloca em movimento horizontal. A velocidade horizontal necessária para que o encurvamento da trajetória seja igual à curvatura da Terra é de cerca de 8 km/s. Vemos, assim, como o movimento de queda de um objeto pode transformar-se em um movimento orbital em volta da Terra desde que o objeto receba um forte empurrão horizontal.

Examinemos agora, de outra maneira, a órbita de um objeto em torno de um centro de atração. Quando um planeta percorre sua órbita em torno do Sol, a força atrativa da gravidade conserva a órbita circular, da mesma maneira que uma pedra amarrada a um fio efetuará um movimento circular se você segurar a outra ponta do fio e o fizer girar. A força atrativa (força que o fio aplica na pedra) desempenha o papel de resultante centrípeta condizente ao movimento circular e uniforme.

A reação centrípeta (o puxão sobre a corda) é tanto maior quanto maior é o número de voltas que a pedra efetua por segundo e também é tanto maior quanto maior é o raio; além disso, naturalmente, ela é proporcional à massa do objeto. Podemos facilmente calcular a resultante centrípeta sobre cada planeta pois conhecemos seu período de revolução e sua distância ao Sol. A resultante centrípeta é exatamente a força atrativa da gravidade. Portanto, quando calculamos a força centrípeta em uma órbita, determinamos também a força da gravidade. Foi dessa maneira que Newton mediu a força da gravidade do Sol sobre os planetas e destes sobre suas luas.

Ele chegou à conclusão de que a gravidade segue uma lei muito simples: "a atração entre duas partículas é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas." Por exemplo, a distância de Vênus ao Sol é 0,7 da distância da Terra ao Sol. Para manter Vênus em sua órbita com o período de revolução observado, a atração do Sol sobre Vênus tem de ser cerca de duas vezes mais intensa do que sobre a Terra. Aliás, para esses cálculos, não é preciso se preocupar com

as massas desses planetas pois, por serem praticamente iguais, se cancelam no cálculo. Isto corresponde à razão inversa dos quadrados das distâncias, pois $(0,7)^2 = 1/2$. Este cálculo constitui uma medida efetuada por seres humanos, de uma força que está muito além da experiência humana direta — uma força no espaço interplanetário.

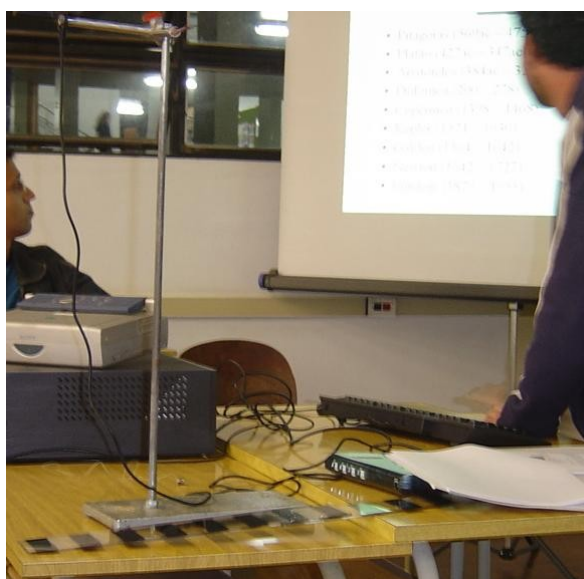
Para ter certeza de que a força entre o Sol e os planetas é uma força universal que age entre duas massas quaisquer, precisamos mostrar que existe o mesmo tipo de atração entre dois blocos de chumbo, ou quaisquer dois outros objetos, e que essa força também decresce com o quadrado da distância e é proporcional ao produto das massas. Certamente a força gravitacional entre dois blocos de chumbo deve ser extremamente pequena, pois as massas dos dois blocos é pequena em comparação com as dos corpos celestes. Se a massa dos blocos for de 100 kg e estes estiverem a 1 m um do outro, a força entre eles será aproximadamente igual à que a Terra exerce sobre seis centésimos milésimos do grama. Apesar disso, ela foi medida, e as medidas confirmam a validade geral e a universalidade da lei da gravidade. (Fonte: FERRAZ NETTO 2).

*Materiais Utilizados

- Computador com programa compatível com as equações do movimento retilíneo uniformemente variado;
- Sensor infravermelho para captar movimento;
- Suporte para fixar o sensor infravermelho;
- Régua transparente com partes escuras para identificar o movimento.

*Procedimentos

- 1º) Ligar o sensor no computador com o programa instalado;
- 2º) Acionar a leitura do sensor infravermelho;
- 3º) Posicionar a régua entre o sensor, de modo que a mesma possa cair em queda livre;
- 4º) Soltar a régua;
- 5º) Analisar os gráficos e determinar a aceleração da gravidade.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EDUCAR. Experimento 7- Movimento Gravitacional: Fundamentos Teóricos. O movimento gravitacional e as leis de Kepler. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/fisica/movgrav.html>.

ENCYCLOPÉDIE-PT. **Gravidade**. Disponível em: <http://encyclopedie-pt.snyke.com/articles/gravidade.html>.

FERRAZ NETTO, Luiz. **Gravitação I** - Questões básicas. Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/05_QC01.asp.

FERRAZ NETTO(1), Luiz. **Uma força da natureza** – a gravidade. Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/05_RE_10.asp.

OSTERMANN, Fernanda. **A epistemologia de Kuhn**. Cad.Cat.Ens.Fis., v.13,n3: p.184-196, dez.1996.

PAIXÃO, Fernando **A cosmologia de Ptolomeu**. Disponível em: <http://calendario.incubadora.fapesp.br/portal/textos/professor/ptexto07>

PORTUGAL, Paulo. **Experiência de Cavendish** Disponível em: <http://profs.ccems.pt/PauloPortugal/PHYSICA/Cavendish/Cavendish.htm>

SITES CONSULTADOS

- users.hotlink.com.br
- www.xr.pro.br/FC/GRAVIDADE
- www.fisicahoje.com.br
- olfguthmann.sites.uol.com.br
- www.cfh.ufsc.br/~evandro/pitagorasdesamos.htm
- www.geocities.com/Vienna/2809/platao.html
- www.consciencia.org/antiga/platao.shtm
- www.suapesquisa.com/platao
- www.mundodosfilosofos.com.br/aristoteles.htm
- www.feranet21.com.br/biografias/biografias/aristoteles.htm
- www.e-biografias.net/biografias/claudio_ptolomeu.php
- users.hotlink.com.br/marielli/matematica/geniomat/ptolomeu.html
- pckepler.if.ufrgs.br/cop
- www.discursus.hpg.ig.com.br/perstext/coperper.htm
- www.fisicabrasil.hpg.ig.com.br/bio_kepler.htm
- www.ahistoriadafisica.hpg.ig.com.br/grandes/kepler.htm
- www.conviteafisica.com.br/home_fisica/biografia/biografia_galileu.htm
- www.cris.bigardi.nom.br/filosofia/galileu.html
- users.hotlink.com.br/marielli/matematica/geniomat/newton.html
- astro.if.ufrgs.br/newton/newton.htm
- www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/newton/biografia.htm
- www.if.ufrgs.br/einstein
- www.albert.einstein.nom.br

ANEXO M9 - O pensamento piagetiano para a aprendizagem do pêndulo simples

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I

UNIDADE DIDÁTICA:
O PENSAMENTO PIAGETIANO PARA A APRENDIZAGEM DO PÊNDULO
SIMPLES

NOME:

PROFA.: ANGELA BERLITZ

SEMESTRE: 2005/1

TURNOS: 23

SÃO LEOPOLDO/RS

JUNHO DE 2005.

1 INTRODUÇÃO/OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a elaboração de uma aula experimental, utilizando a teoria construtivista de PIAGET, para levar os alunos através de seus próprios esforços a adquirirem o seu desenvolvimento mental.

O experimento utilizado será o da medição da aceleração da gravidade através do período de oscilação de um pêndulo simples, período este obtido em uma aula prática.

Nos anexos A e B são apresentados dois textos: Projeto de pesquisa e Abordagens epistemológicas do desenvolvimento das ciências. Estes textos nos auxiliaram no presente trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET

A metodologia usada para o desenvolvimento do experimento desta unidade de ensino será baseada na teoria de ensino-aprendizagem construtivista de Jean Piaget (1896 - 1980).



Figura 1: Jean Piaget

Fonte: <http://gsi.berkeley.edu/resources/learning/piaget.html>

Vida e obra de Piaget

Piaget nasceu em 9 de agosto de 1896, em Neuchâtel, na Suíça. Seu pai era professor de Literatura Medieval. Desde muito cedo demonstrou um interesse diversificado pelos estudos.

No ano de 1919, Piaget iniciou seus estudos experimentais sobre a mente humana e começou a pesquisar também sobre o desenvolvimento das habilidades cognitivas. O seu conhecimento de Biologia levou-o a enxergar o desenvolvimento cognitivo de uma criança como sendo uma evolução gradativa.

Em 1923, assumiu a direção do Instituto Jean Jacques Rousseau, de Genebra, onde passou a estudar a inteligência.

Em 1923, Piaget se casou, teve três filhas.

As teorias de Piaget foram, em sua maioria, baseadas em estudos e observações de seus filhos. Para estas observações, Piaget teve o auxílio de sua mulher.

Com o passar dos anos, suas atividades profissionais tornaram-se cada vez mais importantes e variadas. Oriundo da Biologia, em 1925 torna-se professor de Psicologia, de Sociologia e de Filosofia e Ciências na Universidade de Neuchâtel. Estuda, também, os conceitos da Matemática, da Física e da Biologia.

Desde 1921, lecionou em várias Universidades da Europa, recebendo título de doutor honoris causa;

Em 1949 esteve no Rio de Janeiro como professor-conferencista, recebendo da Universidade do Brasil (hoje UFRJ) o título de doutor honoris causa; Fundou, em 1956, em Genebra, o Centro Internacional de Epistemologia Genética. Onde se encontravam especialistas de diversas áreas.

A pesquisa sobre a psicologia do desenvolvimento e a epistemologia genética tinham o objetivo de entender como o conhecimento evolui.

Ao longo de sua carreira, Piaget escreveu mais de 75 livros e centenas de trabalhos científicos.

Piaget faleceu em Genebra, em 17 de setembro de 1980.

A teoria construtivista de Piaget

Segundo Carretero (1997), construtivismo

[...] é a idéia que sustenta que o indivíduo – tanto nos aspectos cognitivos quanto sociais do comportamento como nos afetivos – não é um mero produto do ambiente nem um simples resultado de suas disposições internas, mas, sim, uma construção própria que vai se produzindo, dia a dia, como resultado da interação entre esses dois fatores. Em consequência, segundo a posição construtivista, o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas, sim, uma construção do ser humano.

Inicialmente deve-se mencionar o pensamento de Piaget: a sua abordagem é construtivista principalmente porque nos ajuda a pensar o conhecimento científico na perspectiva da criança ou daquele que aprende. De acordo com Uchoa (2004, apud ZILLI, 2004, p.32) estudo de Piaget é principalmente centrado em compreender “*como que o aprendiz passa de um estado de menor conhecimento a outro de maior conhecimento, o que está intimamente relacionado com o desenvolvimento pessoal do indivíduo*”.

“*Piaget desenvolveu uma teoria chamada de Epistemologia Genética ou Teoria Psicogenética, onde explica como o indivíduo, desde o seu nascimento, constrói o conhecimento*”. (LIMA, 2005)

Para Uchoa (2004, apud ZILLI, 2004) esta teoria é a mais conhecida concepção construtivista da formação da inteligência. Piaget chama de epistemologia a sua teoria do conhecimento porque está centralizada no conhecimento científico. E também de genética porque, além de atentar-se como é possível alcançar o conhecimento – ele estuda as condições necessárias para que a criança (bebê) chegue na fase adulta com conhecimentos possíveis a ela.

O desenvolvimento cognitivo piagetiano: construtivismo

A problemática em Piaget é epistemológica, o autor tem uma preocupação com a gênese do conhecimento e ele chega aos estágios de desenvolvimento num processo de construção de estruturas lógicas, explicada por mecanismos internos. A psicogênese pode ser definida como os estudos sobre as transformações dos conhecimentos.

Piaget é essencialmente epistemológico e utiliza a psicologia experimental como instrumento para compreender o processo de transição dos estados de conhecimento.

Sua teoria é universalista e individualista.

O enfoque construtivista explica o sujeito construindo seu mundo de significados transformando sua relação com o real.

Sujeito e objeto interagem numa busca de equilíbrio entre assimilação e acomodação. (YANAZE)

Nos ensinamentos de Zacharias

a teoria de Piaget do desenvolvimento cognitivo é uma teoria de etapas, uma teoria que pressupõe que os seres humanos passam por uma série de mudanças ordenadas e previsíveis. Os pressupostos básicos na sua teoria são: o interacionismo, a idéia de construtivismo seqüencial e os fatores que interferem no desenvolvimento.

Continua a autora afirmando que Piaget

Considera, ainda, que o processo de desenvolvimento é influenciado por fatores como: maturação (crescimento biológico dos órgãos), exercitação (funcionamento dos esquemas e órgãos que implica na formação de hábitos), aprendizagem social (aquisição de valores, linguagem, costumes e padrões culturais e sociais) e equilíbrio (processo de auto regulação interna do organismo, que se constitui na busca sucessiva de reequilíbrio após cada desequilíbrio sofrido).

Dentro da visão construtivista o aluno é considerado como um agente da construção de seu próprio conhecimento e não um simples receptor. No início do século XX, com o surgimento da posição construtivista, supera-se a dicotomia entre duas correntes absolutistas: a visão empirista-positivista e a visão racionalista (Cunha, 1999). Durante os séculos XVII e XIX, a visão empirista dominou a racionalista. De acordo com a posição empirista-positivista, o conhecimento é cumulativo e a verdade científica se descobre aplicando um procedimento objetivo e rigoroso, o famoso método científico. Essa posição é à base de concepções de didática de ciências aparentemente distintas, como o ensino tradicional e o ensino por descoberta.

Na aquisição do conhecimento, Piaget admite que ela se dá em duas fases:

* *Fase exógena*: fase da constatação, da cópia, da repetição.

* *Fase endógena*: fase da compreensão das relações, das combinações.

No desenvolvimento do conhecimento intelectual, Piaget diferencia em várias etapas esse processo de aquisição de conhecimento:

I) Período da Inteligência sensorio-motora (0 a 2 anos): o bebê entende o mundo em termos de seus sentimentos e suas ações motoras. Há uma circularidade de ação entre a criança e seu ambiente.

II) Período pré-operatório (2 a 6 anos): a criança consegue usar símbolos para representar objetos para si mesma, internamente, e começa a ser capaz de pensar a partir da perspectiva dos outros, a classificar objetos e a utilizar a lógica simples. É nessa fase, que se consolida a construção de uma função cognitiva fundamental, que é a função simbólica.

III) Período das operações concretas (7 a 12 anos): a criança começa a operar mentalmente operações; a lógica dá um salto, possibilitando a adição, subtração e inclusão de classes. Embora a criança ainda esteja apegada a experiências específicas, ela vai podendo realizar essas ações em nível cada vez mais abstrato. Este período assinala um grande progresso na socialização e na objetivação do pensamento.

IV) Período das operações formais (a partir de 12anos): torna-se capaz de imaginar e pensar sobre as coisas que jamais viu ou que ainda não aconteceram, consegue organizar idéias ou objetos de maneira sistemática e pensar dedutivamente. Pensamento hipotético dedutivo: o sujeito tem a capacidade de raciocinar puramente através de hipóteses.

“Ao contrário do ensino tradicional, em que o indivíduo é considerado “tábua rasa” o qual a escola precisa enche-lo de conteúdos” (CAMPOS, p.17).

A visão que Piaget tem sobre o sujeito que possui conceitos – não científicos, ou seja, os chamados conceitos espontâneos que lhe permitem entender a realidade e relacionar-se com ela. Na medida em que estas relações vão sendo estabelecidas com a realidade, o indivíduo desenvolve conceitos espontâneos durante o processo da própria experiência da criança. Levar isto em consideração implica a escola ver o aluno com experiências importantes, como ponto de partida para a formação dos conceitos científicos, sendo possível o desenvolvimento deste último tão somente quando os conceitos espontâneos da criança tem alcançado um nível determinado, próprio do começo da idade escolar. (Construtivismo em Piaget)

Na teoria piagetiana, o sujeito (aluno) é um ser ativo que estabelece relação de troca com o meio-objeto (físico, pessoa, conhecimento) num sistema de relações vivenciadas e significativas, uma vez que este é resultado de ações do indivíduo sobre o meio em que vive, adquirindo significação ao ser humano quando o conhecimento é inserido em uma estrutura – isto é o que denomina assimilação. A aprendizagem desse sujeito ativo exige sempre uma atividade organizadora na interação estabelecida entre ele e o conteúdo a ser aprendido, além de estar vinculado na sua aprendizagem ao grau de desenvolvimento já alcançado. (CAMPOS, p.13-14)

Piaget vê o professor mais como um espectador do desenvolvimento e favorecedor dos processos de descobrimento autônomo de conceitos do que como um agente que pode intervir ativamente na assimilação do conhecimento.

Autonomia para Piaget

Para Piaget a autonomia não está relacionada com o isolamento (capacidade de aprender sozinho e respeito ao próprio ritmo – a escola comportamentalista), Piaget entende que o florescer do pensamento autônomo e lógico operatório é paralelo ao surgimento da capacidade de estabelecer relações cooperativas.

No entendimento de Piaget, ter autonomia “significa estar apto cooperativamente a construir o sistema de regras morais e operatórias necessárias à manutenção de relações permeadas pelo respeito mútuo” (<http://www.centrorefeducacional.com.br/piaget.html>).

Na medida em que os indivíduos decidem com igualdade – objetivamente ou subjetivamente, pouco importa -, as pressões que exercem uns sobre os outros se tornam colaterais. E as intervenções da razão, que Bovet tão justamente observou, para explicar a autonomia adquirida pela moral, dependem precisamente, dessa cooperação progressiva. De fato, nossos estudos têm mostrado que as normas racionais e, em particular, essa norma tão importante que é a reciprocidade, não podem se desenvolver senão na e pela cooperação. A razão tem necessidade da cooperação na medida em que

ser racional consiste em 'se' situar para submeter o individual ao universal. O respeito mútuo aparece, portanto, como condição necessária da autonomia, sobre o seu duplo aspecto intelectual e moral. Do ponto de vista intelectual, liberta a criança das opiniões impostas, em proveito da coerência interna e do controlo recíproco. Do ponto de vista moral, substitui as normas da autoridade pela norma imanente à própria consciência, que é a reciprocidade na simpatia. (PIAGET, 1977, p. 94)

De acordo com Kamii, seguidora de Piaget

A essência da autonomia é que as crianças se tornam capazes de tomar decisões por elas mesmas. Autonomia não é a mesma coisa que liberdade completa. Autonomia significa ser capaz de considerar os fatores relevantes para decidir qual deve ser o melhor caminho da ação. Não pode haver moralidade quando alguém considera somente o seu ponto de vista. Se também consideramos o ponto de vista das outras pessoas, veremos que não somos livres para mentir, quebrar promessas ou agir irrefletidamente.

Construção do conhecimento

Segundo Piaget (apud MOREIRA, 1999, p.100)

o crescimento cognitivo da criança se dá por assimilação e acomodação. A assimilação designa o fato de que a iniciativa na interação do sujeito como objeto é do organismo. O indivíduo constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído e toda a abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação.

A figura 2 mostra alguns quadros que ilustram esse processo.

Os quadros a seguir tentam ilustrar este processo:

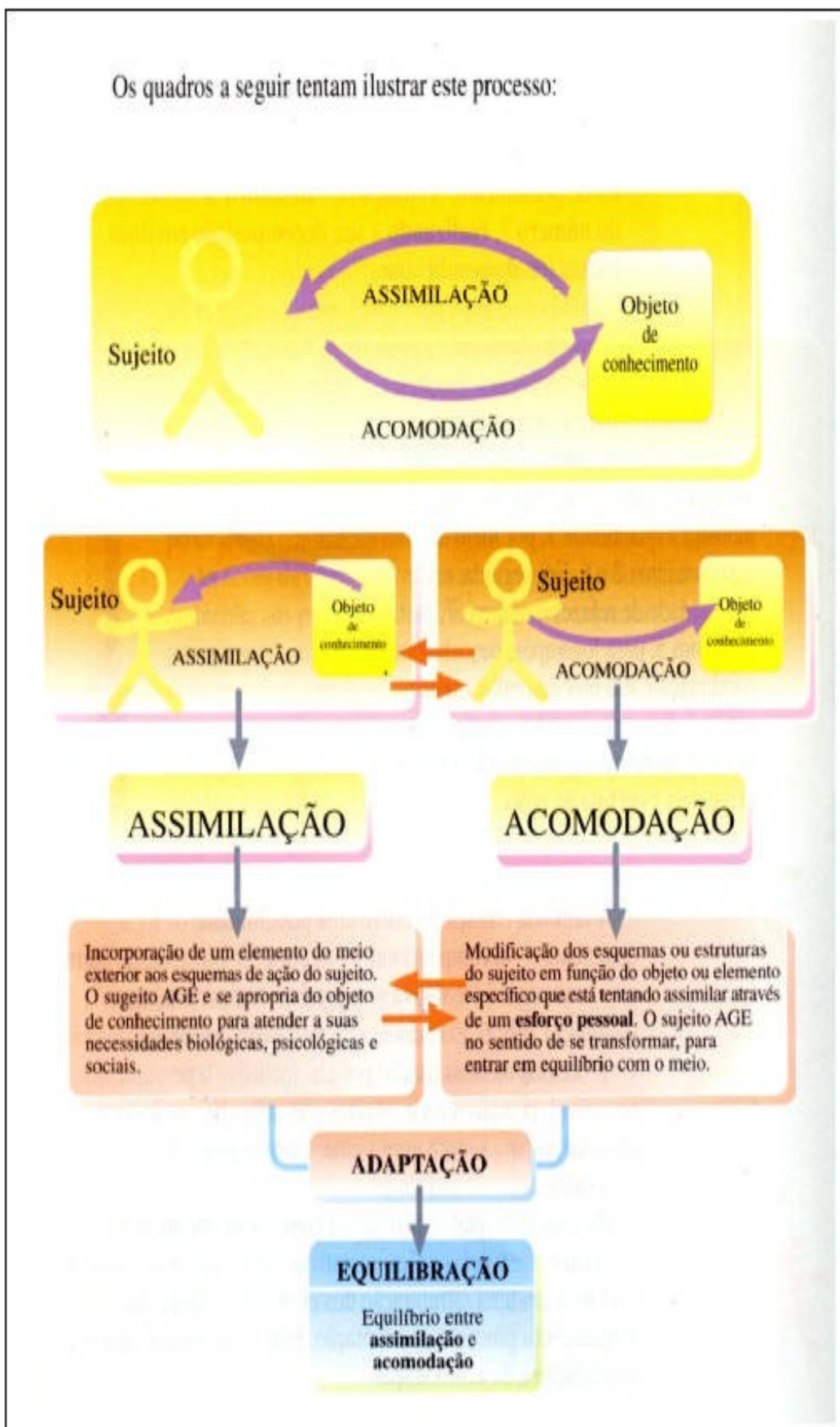


Figura 2: A passagem da assimilação para a equilibração
Fonte: ZACHARIAS

Para Zacharias asimplificações do pensamento piagetiano para a aprendizagem são:

- Os objetivos pedagógicos precisam estar centrados no aluno, partir das atividades dos alunos;
- Primazia de um conteúdo que leve ao descobrimento por parte do aluno ao invés de receber passivamente através do professor;
- A aprendizagem é um processo construído internamente;
- A aprendizagem depende do nível de desenvolvimento do sujeito;
- A aprendizagem é um processo de reorganização cognitiva;
- Os conflitos cognitivos são importantes para o desenvolvimento da aprendizagem;
- A interação social favorece a aprendizagem;
- As experiências de aprendizagem necessitam estruturar-se de modo a privilegiarem a colaboração, a cooperação e intercâmbio de pontos de vista na busca conjunta do conhecimento.

2.3 PÊNDULO DE GALILEU GALILEI (1564-1642)

Ao observar o movimento de um candelabro na Catedral de Pisa (Itália), Galileu verificou que, embora os movimentos se tornassem cada vez mais curtos, o intervalo de tempo de cada balanço (ou período de oscilação) permanecia o mesmo.

Galileu resolveu então verificar esse fato. Induzindo um movimento a uma pedra suspensa por um barbante, mediu o intervalo de tempo de cada balanço, utilizando as batidas de seu próprio pulso. E chegou a conclusão que sua observação estava correta: o período permanecia praticamente o mesmo, enquanto as oscilações se tornavam cada vez mais curtas. As conclusões de Galileu sobre o movimento dos pêndulos são válidas apenas para oscilações de pequenas amplitudes. O como sendo um pêndulo simples, isto é, constituído basicamente de uma partícula de massa m , presa à extremidade de um fio de massa desprezível e comprimento L .

Galileu através de uma série de experimentos utilizando pedras de diferentes pesos e barbante de diferentes comprimentos, acabou constatando dois fatos de fundamental importância:

- quanto maior o comprimento do barbante, maior o período de oscilações;
- o período de oscilações não depende do peso do corpo.

Ex.: Com essa conclusão de Galileu, pode se dizer que uma bala de canhão e uma bola de futebol, presa cada uma em um fio de mesmo comprimento, vão apresentar idêntico período de oscilação.

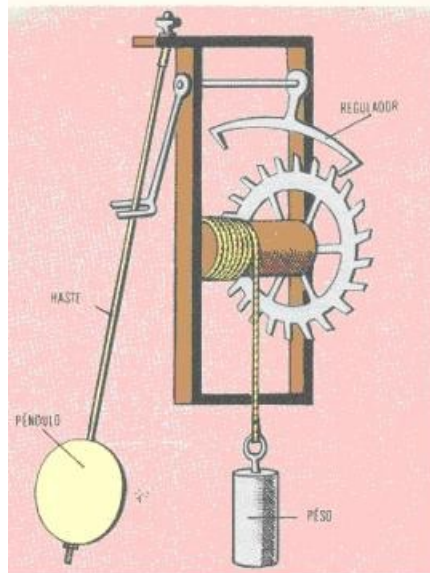
Esse resultado destruiu o pensamento aristotélico, aceito até então, de que os corpos mais pesados caem mais depressa que os leves.

Curiosidade I: Não sabemos até onde este fato é real, mas a história conta que Galileu subiu no cume da torre de Pisa e de lá deixou cair simultaneamente uma bola de mosquete e outra de canhão, para espanto de seus opositores aristotélicos, elas chegaram realmente juntas.

Além de provar a sua teoria Galileu mostrou que, na verdade, o movimento de um pêndulo nada mais é do que a queda de um corpo desviado da vertical por uma restrição imposta pelo barbante: este faz com que o objeto se mova ao longo de um arco de circunferência, cujo centro está no ponto de suspensão.

Curiosidade II: O relógio de pêndulo, que foi o patriarca da moderna relojoaria, surgiu de uma observação de Galileu Galilei, quando este ainda era estudante em Pisa. Certo dia,

enquanto assistia à missa, o cientista se distraiu observando a oscilação de um candelabro e verificou que a amplitude do movimento diminuía pouco a pouco, mas o tempo de duração de cada vaivém era sempre o mesmo. Através de experiências posteriores, Galileu concluiu que todos os pêndulos de mesmo comprimento e massa demoram sempre o mesmo intervalo de tempo para realizar uma oscilação completa. Em virtude dessa propriedade, deu-lhes o nome de **pêndulo isócronos** (do grego **iso** = mesmo; **cronos** = tempo). Baseado no princípio descoberto por Galileu, o holandês Christiaan Huyghens construiu, em meados do século XVII, os primeiros modelos de relógio de pêndulo de funcionamento preciso.



Fonte: http://www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_21.htm

2.4 A GRAVIDADE E SIR ISAAC NEWTON (1643-1727)

A força da gravidade é a força que nos puxa para a superfície terrestre, mas ela faz muito mais do que simplesmente segurar-nos “junto a superfície”. Foi Isaac Newton o primeiro a reconhecer este fato. Ele escreveu que tentando compreender o que mantinha a Lua no céu viu uma maçã cair no seu pomar (Figura 3), e compreendeu que a Lua não estava suspensa no céu mas sim que caía continuamente, como se fosse uma bola de canhão que fosse disparada com tanta velocidade que nunca atinge o chão por este também "cair" devido à curvatura da Terra.



Figura 3: A maçã e Newton

Fonte: <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/6777/newton.html>

Ninguém tem certeza se o conto sobre Newton e a maçã procede, mas o raciocínio, com certeza, tem seu valor. Ninguém antes dele ousou contrariar Aristóteles e dizer que a mesma força que atrai uma maçã para o chão, mantém a Lua, a Terra, e todos os planetas em suas órbitas.

Comparação da força da gravidade em diferentes planetas

A aceleração devido à gravidade à superfície da Terra é, por convenção, igual a 9.80665 m/s^2 sendo que o valor real varia ligeiramente ao longo da superfície da Terra. A lista que segue apresenta a força da gravidade (em múltiplos de g) na superfície dos diversos planetas do Sistema Solar:

Mercúrio - 0.376

Vênus - 0.903

Terra - 1

Marte - 0.38

Júpiter* - 2.34

Saturno* - 1.16

Urano* - 1.15

Netuno* - 1.19

Plutão - 0.066

* Para Júpiter, Saturno, Urano e Netuno a "superfície" é entendida como sendo o topo das nuvens.

Nos corpos esféricos, a gravidade superficial em m/s^2 é 2.8×10^{-10} vezes o raio em m vezes a densidade média em kg/m^3 .

2.5 MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

O estudo do movimento harmônico simples (MHS) se faz com o auxílio das funções de posição, velocidade e aceleração em relação ao tempo, como qualquer movimento. O MHS é um movimento que se repete a cada oscilação completa. O ponto material em MHS efetua uma oscilação completa quando passa duas vezes sucessivas pela mesma posição com a mesma velocidade. Conforme figura 4:



Figura 4: MHS realizado pelo ponto material Q

Para o MHS há duas grandezas características dos movimentos periódicos: *período e frequência*.

**Frequência* (f) é o número de oscilações efetuadas por unidade de tempo. No SI de unidades é dada em hertz (Hz), corresponde neste caso a oscilações completas. ($f = 1/T$)

**Período* (T) é o intervalo de tempo de uma oscilação completa. A unidade no SI é o segundo (s). ($T = 1/f$)

Uma grandeza importante dos movimentos oscilatórios é a amplitude (A). A amplitude do MHS é o módulo da abscissa de valor máximo $|x_{M\acute{a}x}|$, portanto:

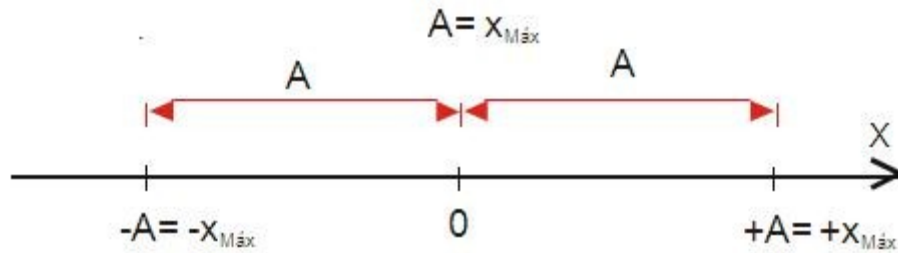


Figura 5

Ex: Se o bloco se desloca entre a posição $x = +20$ cm e $x = -20$ cm, $|x_{M\acute{a}x}| = 20$ cm, a amplitude do movimento é $A = |x_{M\acute{a}x}|$ ou seja $A = 20$ cm

PÊNDULO SIMPLES

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS) E O PÊNDULO SIMPLES

*Qualquer movimento que se repete em intervalos de tempo sempre iguais pode ser denominado harmônico simples.

Um Pêndulo é considerado Simples (Figura 6), para ângulos de abertura $\theta < 18^\circ$ de oscilação, e nestes casos o movimento pode ser considerado harmônico simples.

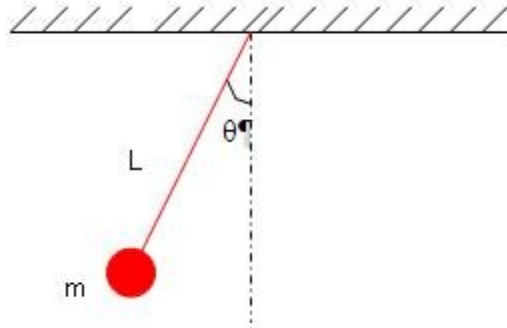


Figura 6: Pêndulo simples

Grandezas importantes num pêndulo simples:

- O comprimento do pêndulo (L): É a medida desde o ponto de fixação até o ponto material suspens, sendo sua unidade no SI o metro (m).
- Amplitude de oscilação (A): É a medida desde a posição de equilíbrio do pêndulo até seu valor de deslocamento máximo, a unidade no SI é o (m).
- Período (T): É o tempo gasto pelo pêndulo para completar uma oscilação, ou seja, o tempo que ele demora a chegar a sua posição inicial do movimento. Sua unidade no SI é o segundo (s).
- Frequência (f): É a quantidade de oscilações que o pêndulo realiza num segundo (N/1s). Sua unidade no SI é o Hertz (Hz).
- Massa do pêndulo (m): É o valor da massa suspensa na extremidade do fio do pêndulo. Sua unidade de medida no SI é o quilograma (kg).
- Frequência angular (ω): A unidade no SI de frequência angular é o rad/s.

4 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

4.1 TÍTULO DA EXPERIÊNCIA

O estudo do pêndulo simples

4.2 OBJETIVOS

- Identificar o movimento realizado pelo pêndulo simples como um Movimento Harmônico Simples;
- Identificar as grandezas físicas presentes no pêndulo simples;
- Determinar o período e a frequência de um pêndulo simples;
- Identificar os fatores que influenciam no período do pêndulo;
- Determinar o valor da gravidade local.

4.3 conhecimentos prévios

- Ter conhecimentos básicos do MHS;
- Ter conhecimentos de gravitação.

4.4 MATERIAL UTILIZADO

- Tripé (usamos um emprestado do laboratório da Física)
- Chumbadas de pesca com diferentes massas, 50, 100 g;
- Linha “fina”;
- Transferidor, para medir o ângulo;
- Fita métrica, ou uma régua milimetrada;
- Cronômetro.

4.5 PROCEDIMENTOS

Diagrama, da montagem do pêndulo até a obtenção do período

- 1° - Montar o tripé
- 2° - Colocar pêndulo
- 3° - Determinar o comprimento de L
- 4° - Determinar o ângulo de abertura
- 5° - Com a régua determinar o afastamento do ponto material da posição de equilíbrio
- 6° - Obter o período com o cronômetro

4.6 UTILIZAÇÃO E QUESTIONAMENTOS

- Monte o pêndulo (use $m=0,050\text{kg}$) no tripé com o valor do seu comprimento 1,0m e na última tomada de valores coloque o tamanho de $L = 1,30\text{ m}$;
- Posicione a régua milimetrada na base do tripé;
- De posse do cronômetro, desloque a massa do pêndulo 5 cm da posição de equilíbrio;
- Inicie o cronômetro ao soltar o pêndulo, medindo o tempo de cada oscilação até um total de 10 oscilações.
- Anote os valores encontrados na tabela 1; Calcule o valor médio do período.
- Repita o procedimento para o valor de 10 cm;
- Anote os valores na tabela 1; Calcule o valor médio do período.

-Altere o comprimento do fio para 1,30m e repita o procedimento para uma amplitude de 5cm e depois 10cm, colocando os valores n a tabela1. Calcule o valor médio dos períodos.

TABELA 1			
m (kg) = 0,050	m (kg) = 0,050	m (kg) = 0,050	m (kg) = 0,050
L (m) = 1,00 m	L (m) = 1,00 m	L (m) = 1,30 m	L (m) = 1,30 m
A (cm)= 5 cm	A (cm)= 10 cm	A (cm)= 5 cm	A (cm)= 10 cm
01 -	01 -	01 -	01 -
02 -	02 -	02 -	02 -
03 -	03 -	03 -	03 -
04 -	04 -	04 -	04 -
05 -	05 -	05 -	05 -
06 -	06 -	06 -	06 -
07 -	07 -	07 -	07 -
08 -	08 -	08 -	08 -
09 -	09 -	09 -	09 -
10 -	10 -	10 -	10 -
Valor Médio do Período =	Valor Médio do Período =	Valor Médio do Período =	Valor Médio do Período =

-Substitua a massa de 50g pela de 100g e use inicialmente L=1,00m.

-Posicione a régua milimetrada na base do tripé;

-De posse do cronômetro, desloque a massa do pêndulo 5 cm da posição de equilíbrio;

-Inicie o cronômetro ao soltar o pêndulo, medindo o tempo de cada oscilação até um total de 10 oscilações.

-Anote os valores encontrados na tabela 2; Calcule o valor médio do período.

-Repita o procedimento para o valor de 10 cm;

-Anote os valores na tabela 2; Calcule o valor médio do período.

-Repita o procedimento, usando L=1,30m e anote os valores nas colunas correspondentes da tabela 2

TABELA 1			
m (kg) = 0,10	m (kg) = 0,10	m (kg) = 0,10	m (kg) = 0,10
L (m) = 1,00 m	L (m) = 1,00 m	L (m) = 1,30 m	L (m) = 1,30 m
A (cm)= 5 cm	A (cm)= 10 cm	A (cm)= 5 cm	A (cm)= 10 cm
01 -	01 -	01 -	01 -
02 -	02 -	02 -	02 -
03 -	03 -	03 -	03 -
04 -	04 -	04 -	04 -
05 -	05 -	05 -	05 -
06 -	06 -	06 -	06 -
07 -	07 -	07 -	07 -
08 -	08 -	08 -	08 -
09 -	09 -	09 -	09 -
10 -	10 -	10 -	10 -
Valor Médio do Período =	Valor Médio do Período =	Valor Médio do Período =	Valor Médio do Período =

Questionamentos

-Qual é o fator que influencia no período do pêndulo simples: - A amplitude? A massa? O comprimento L do pêndulo? Justifique sua resposta

Procedimento para a segunda parte do experimento:

- Some os valores dos períodos para cada comprimento nas Tabelas 01 e 02;
- Calcule o período médio de uma oscilação;
- Insira os valores encontrados na Tabela 03.

Tabela 3				
Massa (kg)	Comprimento (m)	Amplitude (cm)	Tempo 10 oscilações (s)	Tempo 1 oscilação (s)
	0,50	5		
	0,50	10		
	1,00	10		
	1,00	10		

TAREFAS:

- Utilize a equação do MHS ($T=2\pi\sqrt{L/g}$) para determinar o valor da Gravidade local.
- Comente as igualdades e diferenças que surgiram nos valores determinados para a aceleração da gravidade.
- O que é a aceleração da gravidade e o que representa a aceleração da gravidade local?

REFERÊNCIAS E OBRAS CONSULTADAS

BARROS, A. de J. P. **Projetos de pesquisa: propostas metodológicas**. Porto Alegre: Vozes, 1990.

BORGES, Regina M. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

CAMPOS, Jorge de Paiva. **A educação como meio de mudança e os novos métodos aplicados pelas organizações**. http://www.abacocursos.com.br/download/artigo_02.pdf.

CARVALHO, A. **Polígrafo: A técnica de projetos**. Porto Alegre: 1998.

CARRETERO, Mario. **Construtivismo e Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Construtivismo em Piaget. <http://www.ginux.ufla.br/~kacilene/educacao/piaget.html>

DA CUNHA, M. C. & NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

GASPAR, Alberto. Física - **Volume Único**. Ática, 2001.

GASPAR, Alberto. Física, volume único. São Paulo: Ática, 2001.

GONÇALVES, T. V. O. **Roteiro para elaboração de projetos**. Revista de Ensino de Ciências (24): 36-37, 1993.

KAMII, C. **A criança e o número**. Campinas: Papirus.

MORAES, R. **Roteiros para elaborar projetos e para confeccionar relatórios**. Porto Alegre: PROCIRS.

PIAGET, Jean. **O julgamento moral da criança**. Editora Mestre Jou. São Paulo, 1977.

ROCHA, José Fernando, POCNZEK, Roberto I. Leon, PNHO, Suani T. Rubim de et al. **Origens e evolução das idéias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

VERÍSSIMO, Suzana. **Máquinas do Tempo**. Super Interessante - SUPER número 9, ano 2, setembro de 1988.

MÁXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. **Física – Volume 1**.

WALKER, Halliday Resnick. **Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. PARANÁ. **Física – Volume 2**. Ática, 1995.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. EPU, 1999.

ZACHARIAS, Vera Lúcia Camara F. **Piaget**.

<http://www.centrorefeducacional.com.br/piaget.html>

YANAZE, Liriam Luri Higuchi. **Piaget, Vygotsky e a Publicidade Infantil**. <http://paulo-v.sites.uol.com.br/textos/public2.htm>

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática**. Dissertação de mestrado – UFSC. Florianópolis, 25 de outubro de 2004.

ANEXO 1- PROJETO DE PESQUISA

DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO DE PESQUISA

O projeto é uma técnica que demanda o planejamento de uma seqüência organizada de tarefas relativas a uma situação concreta, em busca de um fim prático. O planejamento de suas etapas deve seguir diretrizes previamente estabelecidas.

A técnica de projetos é muito ativa e tem por fim a realização de atividades práticas, com grande atividade mental. Caracteriza-se como um processo cíclico, pois transforma seus integrantes em seres ativos que concebem, prepara e executa o próprio trabalho.

Na área de Ciências são usados, principalmente quatro tipos de projetos:

Projeto Construtivo – realização prática capaz de promover melhor entendimento de uma situação e desenvolver a criatividade.

Projeto Problemático – atividade que visa a solução de um problema do plano teórico ou prático ou teórico-prático.

Projeto Experimental (investigativo) – organização de uma seqüência experimental com o fim de atingir determinado objetivo ou comprovar um ou mais fatos já conhecidos.

Neste tipo de projeto o investigador, através da realização do experimento, obtém os dados, interpreta-os e conclui operacionalmente. Neste projeto existe algum tipo de intervenção por parte do investigador sobre a amostra do projeto da investigação.

Projeto de Levantamento – coleta, ordenação e manipulação de dados já conhecidos, com o objetivo de constatar e divulgar um fato. Neste tipo de projeto não existe a intervenção do investigador sobre a amostra do projeto da investigação.

O projeto de pesquisa - Todo o projeto de pesquisa é um esquema de coleta, de mensuração e de análise de dados. Serve como um instrumento ao cientista auxiliando-o na distribuição de seus recursos, que na maioria das vezes são limitados.

Auxilia também a estabelecer uma abordagem mais focalizada sobre um determinado problema caminhando da definição do problema às metas gerais e específicas da pesquisa, além de se indicar os procedimentos metodológicos necessários para a consecução de tais metas.

Um trabalho em técnica de projetos se constitui em uma série de atividades de investigação, de caráter eminentemente aberto e não diretivo. Entretanto, especialmente nas primeiras oportunidades em que se defronta com esta técnica, é útil que o professor tenha um roteiro básico para orientar o trabalho do aluno. Este roteiro, entretanto, deve ser visto como algo muito flexível, pois o contrário a técnica perderia grande parte de seu valor. Deve-se sempre deixar ao aluno a chance de ser criativo.

O roteiro apresentado a seguir deve ser encarado desta forma. A ordem dos itens pode ser modificada, segundo as necessidades do trabalho, possibilitando-se especialmente um e vir constante entre os itens, significando isto que nenhum deles estará concluído em definitivo antes de completado o relatório de ser criativo.

De certa maneira, o projeto de pesquisa trará elementos para responder às questões fundamentais:

O que se pretende fazer ou investigar? A resposta a esta pergunta constitui o **título** do projeto, que deverá deixar transparecer a natureza ou objetivos do mesmo. Deve-se cuidar que o título não seja muito extenso.

Por quê? A resposta a esta pergunta fornece a **justificativa**, as razões, a relevância da realização do projeto. Destacam-se neste item acontecimentos relacionados com tema e a importância do projeto para a comunidade.

Para quê? A resposta a esta questão esclarece os **objetivos** do projeto que se pretende realizar. Os objetivos devem ser redigidos de forma clara, pois vão direcionar todo o trabalho. É importantíssimo não perder de vista os objetivos do projeto, para que se estabeleçam com precisão, a metodologia, a coleta de dados, etc.

Como? Trata-se aqui da **metodologia** dos procedimentos, das etapas a serem adotadas para que os objetivos sejam alcançados. Pode-se pensar na metodologia (no como) de diferentes momentos do projeto.

Com quem? Corresponde ao item recursos humanos, isto é, quais são as pessoas envolvidas na execução do projeto, número e função dos participantes.

Com o quê? Responde aos recursos materiais a serem utilizados. Tratando-s de projeto que buscará financiamento, este item servirá de base à elaboração do orçamento (previsão de verbas necessárias à realização do trabalho pretendido).

A quem? É a cliente a que se destina o trabalho, ou seja qual o público alvo. Quando o projeto visa uma pesquisa, é importante que se pense na população alvo, isto é, no grupo de indivíduos ou objetos que serão investigados. No entanto, como a população é, geralmente, inacessível como um todo, utilizamos amostras, isto é, parcelas da população alvo. A escolha dessas amostras deve ser realizada com cuidado. As amostras devem ser representativas da variedade de características dentro da população.

Quando? Respondendo a esta pergunta, teremos o cronograma, que é a previsão, no tempo, de cada etapa do trabalho, incluindo a redação do relatório final. O cronograma pode ser organizado em dias, semanas, meses, trimestres, etc., conforme a duração global do projeto.

Diagrama de um ciclo de investigação

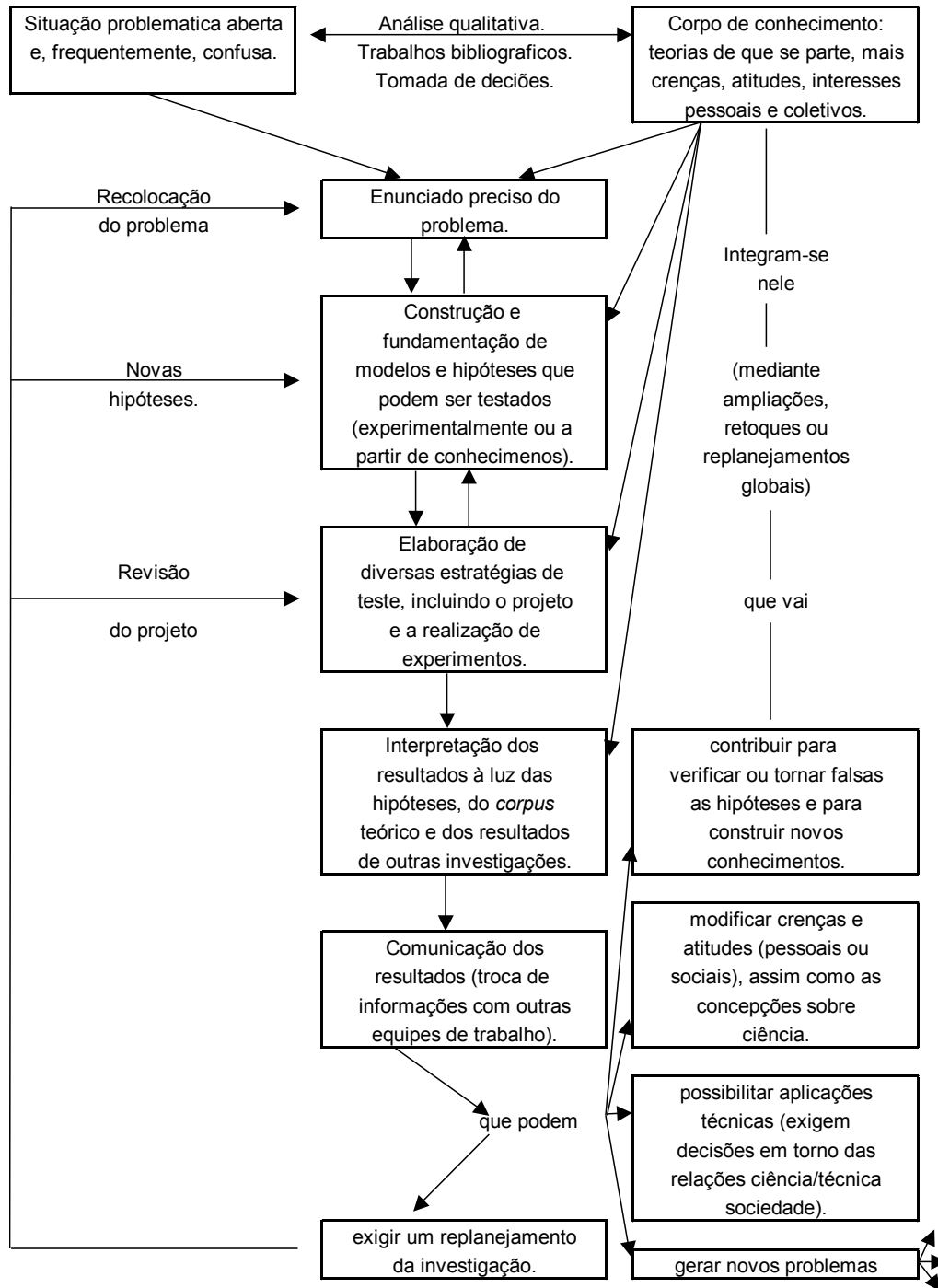


Figura 1 –Cronograma

ROTEIRO PARA CONSTRUIR RELATÓRIO DE PROJETOS DE INVESTIGAÇÃO

Enquanto o planejamento de um projeto descreve o que vai ser feito, o relatório apresenta o que foi feito. O relatório de um projeto de investigação apresentará em sua capa o título do trabalho e o nome dos alunos pesquisadores.

Numa segunda folha irão as outras informações de identificação do trabalho: escola, professor orientador, disciplina em que foi realizado e agradecimento a colaboradores, se necessário e desejável.

Antes de apresentar-se o corpo do relatório propriamente dito haverá ainda uma página com o resumo do trabalho. Este resumo visa fornecer um relato completo, mas sintético do que foi realizado e das conclusões a que o trabalho chegou.

O corpo do relatório, geralmente, é constituído dos seguintes capítulos:

Introdução

A introdução é a parte inicial do relatório. Visa apresentar o problema estudado. É constituída de:

a) Justificativa

O pesquisador deve ser capaz de fornecer justificativas convincentes da importância e relevância do estudo que foi realizado. Pode ser descrito como os resultados do estudo poderão ser utilizados, seja de forma teórica ou prática.

Um trabalho de pesquisa é tanto mais importante quanto maior o número de pessoas atingidas pelos resultados deste.

b) Objetivos do trabalho

O objetivo básico de toda a investigação é solucionar o problema proposto.

c) Revisão da literatura

Toda a atividade de pesquisa apenas tem sentido, na medida em que se insere num contexto mais amplo de conhecimentos e de outras pesquisas. A revisão da literatura deve resumir o que já se sabe em termos do tema que está sendo investigado. Deve estabelecer as bases de que se partiu na pesquisa que foi realizada. Isto pode ser feito através de leituras de livros, revistas, jornais, etc. A revisão da literatura é que dá ao pesquisador um domínio do assunto que vai pesquisar.

Do pesquisador estudante de ensino fundamental e médio, espera-se uma revisão dentro das limitações que lhe são impostas.

e) Definição do problema

Toda a investigação deve girar em torno de um problema. A pesquisa deverá culminar com a apresentação de uma solução do problema. Desta forma o problema será o centro e foco de todas as atividades.

De modo geral a forma mais simples e direta de apresentar um problema e através de uma pergunta.

O problema não deve apenas estar redigido claramente, mas de modo especial, deve estar claro na mente do pesquisador, pois ele servirá de ponto de partida para todas as outras atividades do projeto.

f) Hipótese de estudo

As hipóteses são afirmações que serão testadas através da análise da evidência dos dados empíricos.

A formulação do problema e das hipóteses subseqüentes constitui-se num processo simultâneo de retroalimentação. Isto é, à medida que surge a colocação de problemas, busca-se estabelecer uma hipótese norteadora do trabalho. Para a indicação de hipóteses faz-se necessário uma aproximação da realidade objeto de estudo e das teorias.

Exemplos:

“A falta do desenvolvimento de atividades de lazer conduz a intensificação do grau de tensão do indivíduo que vive nas cidades.”

“Homem e mulher não se diferenciam quanto ao grau de aceitação de novos valores.”

Material e métodos

A metodologia descreve o delineamento da pesquisa, a população e a amostra, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos específicos de coleta dos dados.

Neste capítulo se relatarão aspectos relacionados a:

Delineamento da pesquisa

O delineamento da pesquisa implica além da escolha do método de coleta de dados, na descrição da forma como as variáveis serão distribuídas ou manipuladas, os grupos a serem constituídos e a organização da coleta de dados que permita obter os dados exigidos na solução do problema proposto.

O método de coleta de dados mais utilizado nas ciências físicas é o da mensuração (medir algo). Podem entretanto ser usados também a entrevista, o questionário e a observação.

Descrição da população

Delineada a pesquisa em seus aspectos gerais, é preciso especificar quem vai fornecer os dados. Entende-se por população todos os sujeitos que teoricamente poderiam fornecer os dados. A amostra é a parte da população que será efetivamente utilizada para produzir os dados. Geralmente, a população é muito grande e por isso só parte dela será utilizada para produzir os dados. Esta parte da população é a amostra.

Uma boa pesquisa deixa claro como a amostra é obtida a partir da população. A melhor maneira de obtê-la é através de um processo aleatório, como por exemplo por sorteio. Uma amostra obtida desta forma não é tendenciosa e é representativa da população. Ausência de tendenciosidade e representatividade (presença) são características que deve ter uma boa amostra.

Descrição dos instrumentos

Os instrumentos podem ser de vários tipos. Uma régua e um termômetro são instrumentos de medida. Um questionário a ser remetido pelo correio também é um instrumento, assim como um roteiro para uma entrevista. Nas ciências físicas muitas vezes já existem instrumentos prontos para medir determinadas variáveis. Neste caso, o trabalho é muito facilitado. Sempre que houver um instrumento pronto para medir a variáveis que se necessita medir, é recomendável utiliza-lo.

Descrição dos procedimentos de coleta de dados

É a seqüência de todas as atividades específicas que serão realizadas no processo de coleta de dados.

Resultados

A finalidade deste capítulo é apresentar claramente os dados coletados, de forma mais ou menos elaborada, para que fiquem evidentes as respostas procuradas.

Na análise, os dados são geralmente organizados em tabelas, gráficos e quadros. Pode-se ainda trabalhar com os dados da forma como foram coletados ou então manipulá-los obtendo-se médias, percentagens, desvios e outras formas estatísticas

Discussão e conclusão

Na discussão são questionados os dados obtidos, confrontando-se com o que faziam prever as hipóteses e as leituras feitas. A discussão culmina com a manutenção ou rejeição das hipóteses e pela solução do problema proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E ANEXOS

Nos relatórios de projetos de investigação é conveniente incluir uma relação completa de autores e obras consultados, observando-se para isso normas específicas. Também é importante anexar documentos de diversos tipos, tais como instrumentos de coleta de dados, cartas de apresentação, fichas de observação ou quaisquer outros documentos que possam ajudar significativamente na compreensão do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ANEXO

<http://www.ufpa.br/eduquim/metodocientifico.htm>

http://virtual.unipar.br/courses/FIL2005/document/Explica%E7%E0o_de_cada_parte_do_formul%E1rio_do_TC_C.doc

CARVALHO, A. **Polígrafo: A técnica de projetos**. Porto Alegre: 1998.

GONÇALVES, T. V. O. **Roteiro para elaboração de projetos**. Revista de Ensino de Ciências (24): 36-37, 1993

ANEXO 2

ABORDAGENS EPISTEMOLÓGICA DO DESENVOLVIMENTO DAS CIÊNCIAS

IDEALISMO – O conhecimento encontra-se armazenado em nós, necessitando apenas ser descoberto através da introspecção.

EMPIRISMO – O conhecimento encontra-se fora de nós, é exterior e deve ser buscado. O empirismo evidencia-se, sobretudo, na visão tradicional sobre as ciências.

O empirismo-indutivo baconiano, que ainda hoje é marcante na educação científica, supõe que a observação dos fenômenos e a realização de experimentos precedem a formulação de teorias. Na visão indutivista, o método científico parte da observação à elaboração de hipóteses, seguida de experimentos (repetidos diversas vezes pelos pesquisadores) e conclusões, para chegar a teorias e leis.

CONSTRUTIVISMO – O conhecimento não se encontra nem em nós, nem fora de nós, mas é construído, progressivamente, pelas interações que estabelecemos. As teorias (nossos conhecimentos, memórias e crenças) precedem observações, influenciando-as. Nesta perspectiva, a ciência é vista como um processo dinâmico e sujeito a mudanças.

Atualmente, a maioria dos filósofos das ciências, por maiores que sejam as divergências entre eles, contestam o empirismo e apresentam em comum uma visão construtivista do conhecimento, que pode apresentar diversas variações, como:

Racionalismo crítico ou hipotético-dedutivo (POPPER). De certo modo, o hipotético-dedutismo de Popper, que rejeita a indução, aproxima-se também do empirismo, pois acredita ser possível refutar, experimentalmente, teorias científicas, utilizando critérios lógicos e imparciais – ou seja, sem influência das idéias do pesquisador. Mas os popperianos, em geral, discordam dessa aproximação, pois vêem a metodologia científica partindo de um problema e da elaboração teórica para solucioná-lo: da teoria são deduzidas conseqüências para serem submetidas a testes, visando refutá-la, o que pode levar ao seu aperfeiçoamento ou substituição por outra melhor.

Contextualismo (KUHN). A ciência depende do contexto em que se desenvolve, conforme o paradigma adotado pela comunidade científica. Em períodos de ciência normal, ou seja, na vigência de um paradigma, a comunidade científica é conservadora quanto a teorias, métodos e possíveis soluções, desenvolvendo um conhecimento progressivo e cumulativo. Esse conhecimento sofre rupturas durante os períodos de crise ou revoluções científicas, quando o antigo paradigma já não serve e existem várias teorias emergentes procurando substituí-lo, competindo entre si.

Racionalismo aplicado ou racionalismo dialético (BACHELARD). O conhecimento científico é estabelecido tanto pela reflexão como pela experiência, mas essa última é necessariamente precedida por uma construção intelectual. A ciência exige criatividade, senso crítico e, portanto, ruptura com o senso comum e com conhecimentos anteriores, inclusive quanto à metodologia: os métodos, com o tempo, tomam-se maus hábitos, que devem ser superados.

Anarquismo epistemológico (FEYREBEND). O conhecimento científico é viável a partir dos métodos mais diversificados, havendo pluralismo na comunidade científica. Os conflitos são necessários. Procedimentos dogmáticos quanto a teorias e métodos transformam a ciência em ideologia, não trazendo benefícios à humanidade. Essa concepção assemelha-se à de Bachelard, sendo, porém, mais radical na crítica aos métodos, considerando que as emoções, a teimosia e a irracionalidade influem no desenvolvimento das ciências.

Para que Física

As origens da física remontam à pré-história, quando o homem primitivo, ao contemplar o firmamento, percebeu que o sol, a lua e as estrelas descreviam movimentos cíclicos como se todos estivessem incrustados numa grande esfera girante – a esfera celeste. A duração do dia, do ano, as estações, a melhor época para plantar e colher foram suas primeiras aplicações à melhoria de sua vida cotidiana.

Inicialmente a física primitiva não se chamava física, nem eram físicos aqueles que formularam suas idéias iniciais. Eram sacerdotes, profetas, magos, etc. Embora carregadas de misticismo e magia, essas atividades propiciaram o conhecimento dos primeiros princípios e das leis científicas. Evidentemente não se pode, entretanto, dizer que esses sacerdotes e magos fossem cientistas nem o que faziam pudesse ser chamado de ciência.

A ciência tal como a conhecemos hoje, iniciou-se bem mais tarde, com os filósofos gregos, quando o sobrenatural deixou de ser invocado na explicação dos fenômenos da natureza. Para esses filósofos, fenômenos como os raios e trovões deveriam ter causas naturais, não seria mais fruto da ira dos deuses. Assim aos poucos religião e ciências começaram a se dividir, abordando a natureza de formas diferenciadas. A ciência até os dias de hoje continua a dividir-se em áreas mais específicas de conhecimentos. Com essa separação, surgiu então a matemática, a física, a química, a biologia, a geologia, a ecologia e muitas outras.

A física, como ramo independente da ciência, começou a surgir no século XVII com cientistas como Kepler, Galileu e Gilbert. Eles formularam princípios e leis, fizeram observações sistemáticas, verificações experimentais e, sobretudo, escreveram e publicaram suas idéias e resultados.

As concepções dos físicos a respeito dos fenômenos naturais sofrem reformulações ao longo dos

tempos. Do final do século XIX ao início do século XX, houve mudanças revolucionárias na forma de a física entender a natureza. Essas reformulações ocorrem sempre que a própria comunidade científica se mostra insatisfeita com as leis e teorias que a física estabelece para explicar determinados fenômenos, quando essas leis e teorias falham em suas previsões ou não prevêem os fatos como são, de fato, observados experimentalmente.

Como já foi exposto acima, a física estuda a natureza. Entretanto, outras ciências também o fazem: a Química, a Biologia, a Geologia, a Economia (ainda que seja a natureza humana), etc. Como definir a área de atuação de cada uma delas? Esta é uma pergunta difícil, sem resposta consensual. Ainda mais quando áreas interdisciplinares aparecem aos montes: Físico-Química, Biofísica, Geofísica, Econofísica, etc.

Alguns dizem que físicos estão interessados em determinar a natureza do espaço, do tempo, da matéria, da energia e das suas interações. Esta definição excluiria certas áreas mais novas da física que trabalham com a biologia, por exemplo.

Outros dizem que Física é a única ciência fundamental e que estas divisões são artificiais, ainda que tenham utilidade prática. Seu argumento é simples: a Física descreve a dinâmica e configuração das partículas fundamentais do universo. O universo é tudo que existe e é composto destas partículas. Então todos os fenômenos, eventualmente abordados em outras ciências, poderiam ser explicados em termos da física destas partículas. Seria como dizer que todos os resultados das outras ciências podem ser derivados em bases físicas. Isso já acontece com explicações de fenômenos antes demonstrados pela Química e hoje explicados pela Física. Entretanto, ainda não é muito fácil explicar a grande maioria dos fenômenos de outros ramos da ciência, pois isto envolve campos ainda não explorados e uma matemática muito elaborada.

Com base nisso, alguns chegam a sugerir que até mesmo o cérebro um dia poderá ser descrito por uma equação ou um conjunto de equações matemáticas (muito provavelmente envolvendo muitos argumentos de probabilidade).

Divisões Físicas

Como outras ciências, a Física é dividida de acordo com diversos critérios. Em primeiro lugar há uma divisão fundamental entre física teórica, física experimental e física aplicada. (Os dois primeiros ramos se reúnem sob a denominação pesquisa básica.)

A física teórica procura definir novas teorias que condensem o conhecimento advindo das experiências; também vai procurar formular as perguntas e os experimentos que permitam expandir o conhecimento.

A física experimental conduz experimentos capazes de validar ou não teorias científicas, ou mesmo corrigir aspectos defeituosos destas teorias.

A física aplicada trata do uso das teorias físicas na vida cotidiana.

Uma outra divisão pode ser feita pela magnitude do objeto em análise. A física quântica trata do universo do muito pequeno, dos átomos e das partículas que compõem os átomos; a física clássica trata dos objetos que encontramos no nosso dia-a-dia; e a física relativística trata de situações que envolvem grandes quantidades de matéria e energia.

Mas a divisão mais tradicional é aquela feita de acordo com as propriedades mais estudadas nos fenômenos. Daí temos a Mecânica, quando se estudam objetos a partir de seu movimento ou ausência de movimento, e também as condições que provocam esse movimento; a Termodinâmica, quando se estudam o (calor), o trabalho, as propriedades das substâncias, os processos que as envolvem e as transformações de uma forma de energia em outra; o Eletromagnetismo quando se analisam as propriedades elétricas, aquelas que existem em função do fluxo de elétrons nos corpos; a Ondulatória, que estuda a propagação de energia pelo espaço; a Óptica, que estuda os objetos a partir de suas impressões visuais; a Acústica, que estuda os objetos a partir das impressões sonoras; e mais algumas outras divisões menores.

Áreas da Física

* Acústica	* Astrofísica
* Biofísica	* Ciência planetária
* Cosmologia	* Dinâmica dos fluidos
* Econofísica	* Eletromagnetismo
* Eletrônica	* Física atmosférica
* Física atômica	* Física biomédica
* Física computacional	* Física da computação
* Física da matéria condensada	* Física de materiais
* Física de partículas	* Física de Plasmas
* Física matemática	* Física médica
* Física molecular	* Física Nuclear
* Física oceânica	* Física química

* Geofísica	* Mecânica clássica
* Mecânica estatística	* Mecânica quântica
* Óptica	* Relatividade geral
* Relatividade restrita	* Teoria clássica de campos
* Teoria quântica de campos	* Termodinâmica
* Termologia	

Fonte: http://www.fisica.net/historia/o_que_e_a_fisica.php

Conceitos, princípios, leis, modelos e teorias

Todos os ramos da atividade humana tem sua “próprio vocabulário”. Na linguagem da física, as idéias básicas podem ser enquadradas em diferentes categorias:

* *Conceito* é a representação de um objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais. Ex.: cadeira, é uma palavra que denomina um objeto que pode ser construído de diferentes materiais e formas, mas quem conhece o conceito de cadeira sabe quando um objeto é, ou não, uma cadeira, é capaz de distinguir cadeira de banco ou poltrona. Na física, comprimento, massa, tempo, velocidade, força, temperatura, energia, carga elétrica são exemplos de conceitos físicos. É muito difícil definir conceitos como temperatura e energia e impossível definir, atualmente, o que é carga elétrica. É importante saber que, embora a física seja capaz de medir e operar com determinados conceitos, nem sempre ela sabe o que de fato são esses conceitos.

* *Princípio* é uma afirmação abrangente que engloba diversas áreas da física e não depende de nenhuma outra afirmação anterior.

* As *leis* têm amplitude restrita e são enunciados sob a forma de relações entre grandezas físicas expressas matematicamente. No ramo da física, *leis* e *princípios* são termos utilizados e aceitos em geral como sinônimos. O que realmente é importante é a compreensão que os princípios ou leis em física são enunciados ou relações matemáticas que procuram descrever o comportamento da natureza.

* *Modelos* são em geral teorias desenvolvidas que descrevem uma certa situação, que se queria comprovar. A forma como entendemos a estrutura da matéria, composta de moléculas, átomos, elétrons, prótons, nêutrons e outras partículas distribuídas em núcleos ou orbitais, é um modelo elaborado pelos físicos e químicos.

Os *modelos*, as *leis* e os *princípios*, são provisórios e sujeitos a alterações à medida que o conhecimento sobre o assunto abordado vai sendo evoluindo.

Concluindo, pode-se dizer que leis, princípios e modelos organizados e sistematizados, que procuram interpretar e, sobretudo, unificar um dado domínio de fenômenos naturais, formam uma *teoria*. Por exemplo, a Teoria Gravitacional de Newton, permite explicar fenômenos como a queda de uma maçã, as marés e o movimento dos planetas. Ela mostra que o mesmo conjunto de leis físicas pode ser aplicado tanto a corpos na superfície terrestre como aos astros celestes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ANEXO

http://www.fisica.net/historia/o_que_e_a_fisica.php

BORGES, Regina M. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

ANEXO M10 - Princípio de Pascal: Elevador hidráulico por Vygotsky

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS
Metodologia de Ensino de Física I

UNIDADE DE ENSINO:

Princípio de Pascal: Elevador Hidráulico por Vygotsky

Aluno:

Professora: Angela J. Berlitz.

Disciplina: Metodologia de Ensino da Física I

Turno: 23

Sala: 6R214

Trabalho: Princípio de Pascal – Elevador Hidráulico, por Vigotsky.

São Leopoldo 20 de junho de 2005

TÍTULO DA UNIDADE DIDÁTICA

Princípio de Pascal: Elevador Hidráulico - Vygotsky.

OBJETIVO

Apresentar na prática a aplicação do Princípio de Pascal, a luz da teoria de ensino-aprendizagem de Vygotsky.

Demonstrar que o acréscimo de pressão em um fluido é transmitido integralmente a todos os pontos desse fluido.

Objetivando, também, a um conhecimento de transmissão de forças através de fluidos e a percepção de suas aplicações práticas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho baseia-se na pedagogia sócio-cultural, de Vygotsky. Para ele não há, a rigor, diferença cognitiva entre uma atividade teórica, como um problema resolvido por escrito, e uma atividade experimental. O objetivo da teoria de ensino-aprendizagem proposta por ele é o de promover interações sociais que permitam o ensino de determinado conteúdo. Portanto, a opção pela atividade experimental deve promover a interação social em relação ao conteúdo apresentado. No nosso experimento, a vinculação entre ele e a interação social pelo conteúdo da ciência é o que permite a abordagem experimental aos alunos, os quais terão nessa interação social uma explicação mais acessível e eficiente.

Vygotsky afirma que o ser humano só imita o que pode aprender. Portanto, a utilização de materiais rústicos e do cotidiano dos alunos, através de demonstração pelo professor, leva os alunos a imitação e assim podem apropriar-se da estrutura cognitiva deste. Então, quando o procedimento exigido pela atividade experimental e o conhecimento objetivado por ela estiverem ao alcance dos alunos, a imitação, entendida como um refazer consciente dessa atividade, pode levá-lo a compreender o experimento e as idéias a ele relacionados (desenvolvimento cognitivo), tendo consciência de que esse processo de mudança conceitual pode ou não ocorrer imediatamente e que a existência deste processo é a mudança cognitiva tanto objetivada neste exercício.

O Princípio de Pascal, diz que um acréscimo na pressão em um fluido confinado é transmitida integralmente a todas as porções do fluido e para as paredes do recipiente que o contém. Por exemplo: um fluido (líquido) que está contido num recipiente fechado por um êmbolo E. O princípio de Pascal afirma que, se variarmos a pressão p_E exercida pelo êmbolo sobre o fluido, a pressão p_X , em qualquer ponto X no interior do fluido sofre idêntica variação. Uma das aplicações práticas deste princípio é o elevador hidráulico ou prensa hidráulica (Figura 1).

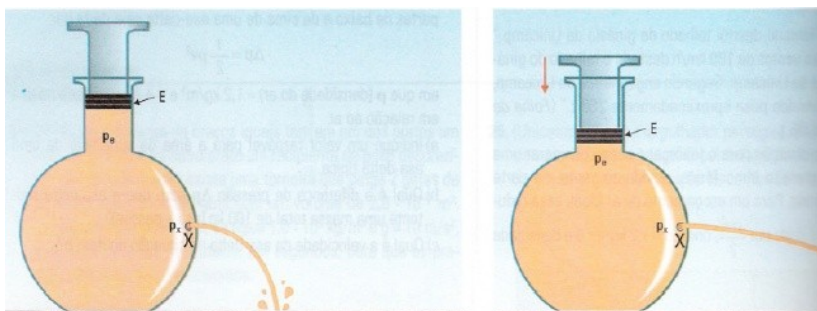


Figura 1: Princípio de Pascal
Fonte: GASPAR, 2003, p. 167

Lembrando a definição de pressão (p):

$$p = F/S$$

Onde: p = pressão

F = força (força aplicada perpendicularmente a superfície)

S = Área

Quando se exerce uma força F_1 sobre o êmbolo de área S_1 , o fluido sofre um acréscimo de pressão dado por:

$$\Delta p = F_1/S_1$$

Pelo princípio de Pascal, esse acréscimo de pressão Δp , se transmite integralmente através de todo o fluido, sendo desta forma exercido no êmbolo de área S_2 . Como conseqüências surge nesse êmbolo a força F_2 , tal que:

$$\Delta p = F_2/S_2$$

Portanto observando as duas equações, e considerando o mesmo acréscimo de pressão em ambos os êmbolos, temos:

$$F_1/S_1 = F_2/S_2$$

Este conhecimento é que nos permite a construção de elevadores hidráulicos, prensas hidráulicas, freios automotivos ou até mesmos de não sermos esmagados pela pressão atmosférica.

EXPERIÊNCIA: O ELEVADOR HIDRÁULICO

Conhecimentos prévios

Conteúdo de primeiro ano do ensino médio, no qual todos já devem ter noção de forças de atrito, fluidos (natureza e suas formas), pressão, densidade, pressão atmosférica e pressão no interior de fluidos (Lei de Stevin).

Material utilizado

- Duas seringas descartáveis de capacidades diferentes (10mL e 20mL);
- Peça de mangueira (usamos: comprimento de 0,35m e diâmetro de 0,005m; mangueira de soro);
- Base de madeira de 0,05m de largura e 0,01m de espessura sendo utilizado quatro sarrafos de madeira um de 0,5m de comprimento, outro de 0,4m de comprimento e dois de 0,2m de comprimento;
- Três ou quatro blocos de Massas Padrão (50g);
- Um carrinho;
- Tampa de embalagens (diâmetro aproximado de 0,085m);
- Água: aproximadamente 12 mL.

Procedimentos

- 1- Retire os êmbolos das seringas. Ligue as seringas, com o pedaço de mangueira.
- 3- Encha de água o conjunto até a borda das seringas.
- 4- Coloque o êmbolo na seringa maior baixando-o até o fundo.

- 5- Ponha então o êmbolo na seringa menor, deixando-o bem próximo da água e o mais alto possível. Cuidado para que não fiquem bolhas de ar dentro das seringas e da mangueira. Essencialmente, esse conjunto é um elevador (ou prensa) hidráulico.
- 6- Para a sua utilização, construa uma base de madeira como a que é sugerida na figura 2.



Figura 2: A nossa montagem do Elevador Hidráulico

Utilização

- Coloque uma massa padrão sobre o êmbolo de menor diâmetro. O que você observa? Explique
- Coloque, sobre êmbolo de maior diâmetro, uma de cada vez, massas padrão. O que você observa. Explique.
- Coloque um objeto (carrinho) a ser elevado no êmbolo da seringa maior e, uma carga qualquer (bloco padrão) sobre o êmbolo da seringa menor. Descreva o que você observa. Explique tomando por base o Princípio de Pascal.

O que observar

Deve-se chamar a atenção do aluno para a diferença de deslocamento dos êmbolos das duas seringas durante o funcionamento do elevador: o deslocamento da seringa pequena é muito maior que o da seringa grande.

Como se explica

De acordo com o princípio de Pascal, a pressão exercida pelo êmbolo menor é transmitida integralmente a todos os pontos da água confinada, alcançando o êmbolo maior. Embora a pressão seja a mesma, no êmbolo maior ele atua numa área mais extensa e por isso a força nesse êmbolo é maior.

Teoricamente, se a área do êmbolo grande for dez vezes maior que a área do êmbolo pequeno, a força do êmbolo grande será também dez vezes maior. Na realidade, o atrito entre o êmbolo e a seringa reduz muito essa relação de forças. Como é difícil de perceber tal redução, sugerimos que se procure equilibrar o elevador como pesos deferentes. Assim, pode-se ter uma idéia da vantagem do dispositivo, já que um peso menor, colocado no êmbolo menor, e capaz de equilibrar um peso maior, colocado no êmbolo maior, deve-se também enfatizar que essa vantagem surge de uma compensação: quando o elevador se move, o deslocamento do êmbolo menor é superior ao deslocamento do embolo maior. Essa diferença de deslocamento possibilita a redução da força.

O que pode dar errado

Nessa experiência há uma dificuldade: a água não é um bom lubrificante, embora, nesse caso, seja um líquido mais adequado. Por essa razão, às vezes surge um considerável atrito entre o êmbolo e a seringa, emperrando o conjunto. Então, sempre que esse dispositivo for utilizado, deve-se movimentá-lo previamente algumas vezes para que o atrito diminua e o efeito da experiência seja mais facilmente observável. O surgimento de bolhas pode afetar nos resultados.

Observação

Apesar de o resultado dessa experiência ser sempre convincente (sobretudo devido ao atrito do êmbolo com o corpo da seringa), o mais importante é que os alunos percebam a possibilidade da transmissão de forças através dos líquidos, o que permite inúmeras aplicações práticas: elevadores, freios, prensas e uma grande quantidade de máquinas que utilizam este princípio. Alertando os alunos que na prática os problemas enfrentados na experiência não existem, pois os êmbolos e cilindros são todos preenchidos com óleo, o que reduz o atrito consideravelmente.

A figura 3 mostra uma aplicação do elevador hidráulico.

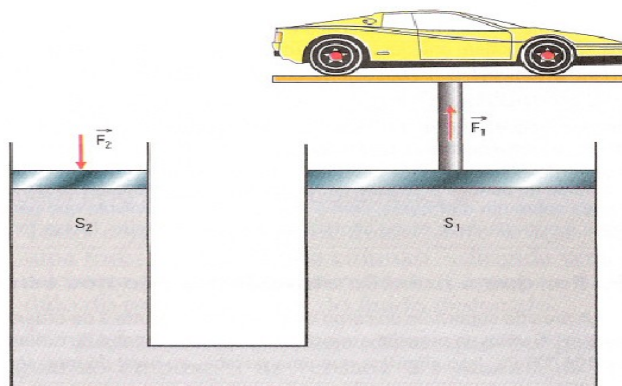


Figura 3: Exemplo
Fonte: GASPAR, 2003, p.169

Outras Utilidades

Freios Automotivos;
Pressão atmosférica no nosso corpo.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Física Mecânica, Volume 1
Alberto Gaspar, Editora Atica, ano 2000.

Fundamentos de Física, Volume 2
Halliday Resnick Walker, 4ª Edição, Livros Técnicos e Científicos editora S.A.

Experiências Científicas, Editora Atica
Alberto Gaspar, Editora Atica

Caderno Catarinense de Física Vol 13 Nº 3 Dezembro 1996.
Universidade Federal de Santa Catarina

Teorias Construtivistas.
Grupo de ensino de física da UFRGS

Física Volume Único,
Antonio Maximo e Beatriz Alvarenga. Editora Scipione 1997

ANEXO M11 - Pressão atmosférica usando o critério de demarcação proposto por Popper

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

Pressão atmosférica usando o critério de demarcação proposto por Popper

PROFESSORA ANGELA BERLITZ

São Leopoldo

2005

TÍTULO DA UNIDADE DIDÁTICA

Pressão atmosférica

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Karl Raimund Popper (1902-1994)

Karl Popper nasceu em Viena, na Áustria, em julho de 1902, e morreu na Inglaterra, em 17 de setembro de 1994. Caracterizou-se pela abertura de espírito filiar-se a correntes dogmáticas de pensamento e de ação político conservativo intelectual.

Karl Popper foi um dos primeiros críticos ao positivismo. Foi fortemente influenciado pelo ambiente cultural da Viena das primeiras décadas do século. Dedicou-se à filosofia da ciência e também trouxe contribuições para as ciências humanas.

Filosofia de Karl Popper

Popper apresenta a sua teoria através do Racionalismo Crítico. Neste contexto a ciência é racional, na medida em que crítica as suas teorias.

Para Popper não há indução, porque teorias universais não podem ser deduzidas de enunciados singulares. O conhecimento não pode começar com a simples observação e não há observação sem uma teoria que a oriente. O método da ciência se caracteriza pela discussão crítica do conhecimento científico. Dada uma teoria, é possível com auxílio de condições específicas e com auxílio da lógica dedutiva, derivar conclusões.

Popper destaca que todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nessas observações. Não existem dados puros, fatos neutros.

O critério de demarcação

“O critério de demarcação proposto por Popper é a testabilidade, refutabilidade ou falsificabilidade para as teorias científicas. Para ele um enunciado ou teoria é falsificável, se e só se existir pelo menos um falsificador potencial. As teorias científicas, quando combinadas com as condições específicas, devem proibir algum acontecimento que é logicamente possível de ser observado. As teorias pseudocientíficas, não científicas ou

metafísicas são irrefutáveis, pois não proíbem nada, não possuem falsificadores potenciais”.(SILVEIRA, 1996, p.7)

De acordo com Marques (2005) os critérios aceitos por Popper para determinar o estatuto científico de uma teoria:

- * Uma teoria que não é suscetível de refutação não é considerada científica. A irrefutabilidade não é uma virtude, mas sim um vício;
- * Todo o teste é uma tentativa para refutar uma teoria;
- * A descoberta de novos fatos que estão de acordo com as previsões de uma teoria, não confirmam por si só a teoria mas única e exclusivamente a corroboram.

Teoria do conhecimento

“Popper denominou de “teoria do balde mental” a concepção de que nosso conhecimento consiste de percepções acumuladas ou percepções assimiladas, separadas e classificadas. De acordo com essa concepção, nossa mente se assemelha a uma vasilha – uma espécie de balde – em que percepções e conhecimento se acumulam.

Popper assevera que a “teoria do balde” está equivocada, pois o que realmente importa ao conhecimento científico é a observação. Essa teoria supõe que as hipóteses surgiam a partir das observações.

De acordo com a teoria de Popper denominada de “teoria do holofote”, as observações são secundárias às hipóteses, teorias, expectativas. O conhecimento humano vem de uma observação precedida por uma teoria (ou seja, é impossível a observação sem algum preconceito). A sua teoria enfatiza o aspecto interno ativo do sujeito no processo da construção do conhecimento.” (SILVEIRA, 1996, p.9)

A teoria dos três mundos

De acordo com Silveira (1996) Popper abordou o problema cérebro-mente através da existência de três mundos.

O Mundo 1 é constituído pelos objetos e estados físicos.

O Mundo 2 é constituído pelos estados mentais subjetivos ou pelas experiências subjetivas, pelo conhecimento subjetivo.

O Mundo 3 é constituído pelos conteúdos de pensamento ou pelo conhecimento objetivo.

O homem produz o Mundo 3 a partir de suas conclusões, mas as teorias que formam o Mundo 3 passam a ter uma existência própria e gerar problemas próprios, independente de quem as criou. As idéias no Mundo 3 podem influir nos outros dois mundos, ou seja, na subjetividade (Mundo 2) de outra pessoa, que pode ter uma inspiração e alterar o Mundo 1.

Popper crê na existência da mente autoconciente como uma emergência do cérebro e que, portanto, não poderá ser reduzida aos mecanismos neurofisiológicos, físicos, químicos do mesmo. Ele formula a hipótese de que existem dois órgãos, um material (o cérebro) e outro imaterial (a mente) que interagem.

“Podemos sintetizar a epistemologia de Karl Popper em alguns itens:

** A concepção a qual o conhecimento científico é descoberto em conjuntos de dados empíricos [...] é falsa;*

** Não existe observação neutra livre de pressupostos, todo conhecimento está impregnado de teoria;*

** O conhecimento científico é criado, inventado, construído com objetivo de descrever, compreender e agir sobre a realidade;*

** As teorias científicas não podem ser demonstradas como verdadeiras - são conjecturas, virtualmente provisórias, sujeitas a reformulações e reconstruções;*

** Todo o conhecimento é modificado de algum conhecimento anterior.” (SILVEIRA, 1996, p.13).*

Pressão Atmosférica

Em torno da Terra há uma camada de ar denominada *atmosfera*, constituída por uma mistura de gases: oxigênio, nitrogênio, gás carbônico, vapor d' água, etc, cuja altura é da ordem de 18 km. A medida em que nos elevamos nessa massa de ar, ela vai se tornando cada vez mais rarefeita.

O ar atmosférico, como qualquer material, possui massa, conseqüentemente possui peso, assim a atmosfera é atraída pela Terra. Se tomarmos 1000 litros de ar (1 m³), no nível do mar este ar tem 1,3 kg, portanto tem peso de 13N. Em virtude do peso do ar, a atmosfera exerce pressão, denominada pressão atmosférica, sobre qualquer corpo em contato com ela. A pressão atmosférica não age somente na direção vertical, mas em todas as direções, o que, aliás, é uma característica de todos os corpos em estado fluido.

Exemplo: É graças a pressão atmosférica que respiramos. Ampliamos o volume de nossa caixa torácica, abaixando o diafragma, assim a pressão nos pulmões torna-se menor, e a pressão atmosférica empurra o ar para dentro dos pulmões.

PRÁTICAS: VISUALIZANDO OS EFEITOS DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA

1

Material necessário:

- um copo de vidro,
- água suficiente para encher completamente o copo.
- um pedaço de cartolina ou uma radiografia de medidas maiores que a parte aberta do copo.

Procedimento:

- Coloque água no copo até a borda, em seguida cubra-o com o pedaço de cartolina.
- Coloque uma das palmas em cima da tampa, vire o copo de boca para baixo.
- Tire a palma da mão do pedaço de cartolina.



O que aconteceu? Explique

Nossa explicação: Retirando a palma da mão que segura o papel, a água contida no copo não cai. A pressão que atua na parte externa da tampa é a pressão atmosférica, que é maior que a pressão da água dentro do copo. Por esta diferença de pressão gera forças sobre a tampa, que empurra a tampa para dentro do copo, impedindo a saída da água.

2

Material necessário:

- 1 canudinho de refresco.
- um copo com água.

Procedimento:

- Corte o canudinho em duas partes: uma com 5 cm de comprimento no máximo.
- Coloque a parte menor no copo com água.
- Com a outra, assopre de modo a criar uma corrente de ar que passe tangenciando o orifício da parte menor.

O que aconteceu?

Nossa explicação: A água sobe pelo canudinho. Tendo menor pressão que a atmosférica, a corrente de ar faz com que se estabeleça uma diferença de pressão entre as extremidades do canudinho imerso na água, fazendo com que a água suba pelo canudinho e se misture com o ar.

3**Material necessário:**

- 2 placas quadradas de plástico, acrílico ou papel, planas e lisas.
- duas rolhas ou tampinhas de plástico.
- cola.

Procedimento:

- Cole as tampinhas de plástico no centro de cada placa.
- Junte as placas fazendo com que não fique ar entre elas.
- Depois tente separá-las.

O que aconteceu?

Nossa explicação: Com as placas podemos avaliar a intensidade da força que se origina da pressão atmosférica. Como elas estão unidas, não existe ar entre elas. Ao tentarmos separá-las não conseguimos, pois a pressão nos dois lados das placas é a atmosférica e puxando as placas gera um vácuo entre elas, estabelecendo-se assim uma diferença de pressão, fazendo que as placas sejam empurradas uma em sentido da outra.

RELACIONANDO O CONTEÚDO COM A EPISTEMOLOGIA DE POPPER**1º aspecto (visão de Popper)**

Temos a teoria: Pressão atmosférica é a pressão exercida pelo peso do ar atmosférico sobre qualquer superfície em contato com ele.

Para podermos aceitar esta teoria realizamos alguns experimentos, realmente percebemos a existência da pressão atmosférica. Porém as teorias científicas não podem ser demonstradas como verdadeiras - são conjecturas, virtualmente provisórias, sujeitas a reformulações a reconstruções, sendo que todo o conhecimento é modificado de algum conhecimento anterior. Aceitamos esta teoria até que surja outra melhor.

2º aspecto (visão de Popper)

Realizando as experiências utilizamos a teoria dos três mundos.

Possuímos o mundo 3 (conhecimento), e nós (sujeito pertencente ao mundo 2) aplicamos o mundo 3 no mundo no mundo 1 (objetos concretos), realizando estas experiências.

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/popper6.htm>

<http://www.institutoliberal.org.br/biblioteca/galeria/Karl%20Popper.htm>

<http://www.weblivros.com.br/especial/Karl%20poppershtml>

<http://www.fortunecity.com/campus/biology/752/popper.htm>

Caderno Catarinense de Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina. Volume 13, nº 3, 1996

Diez, Santos; Experiências de Física na Escola, Série didática.

Marques, A. A Doutrina do Falseamento em Popper.

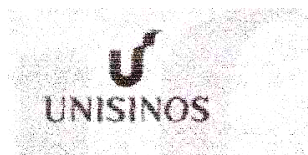
<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/popper5.htm>. Acesso em 2005

Máximo, Antônio e **Alvarenga**, Beatriz; Física de olho no mundo do trabalho, Editora Sipione, Volume Único, 2004.

Silveira, Fernando Lang. Filosofia da Ciência de Karl Popper: O Racionalismo Crítico. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.13, n.3: p.197-218, dez. 1996.

Ueno, Paulo; Física; Serie Novo Ensino Médio; Editora Ática, Volume Único, 2005.

ANEXO N – EMENTA DE AMBIENTE DE APRENDIZAGEM DE FÍSICA I



Bem-vindo

27/04/2009 | 15:14

Atividades acadêmicas

Menu

- » Apresentação
- » Consulta aos currículos
- » Atividades de livre escolha

Consulta às ementas das atividades

Digite o número da atividade

acadêmica:

Disciplina: 090750 - Ambiente de Aprendizagem de Física I

Ano/semestre: 2009/1

Créditos acadêmicos: 4

Horas aula: 60.00

Horas prática: 10.00

Área temática: EDUC - Educação

Organização acadêmica: Licenciatura em Física

Competências

Selecionar, planejar e desenvolver, com conhecimento, atividades experimentais, utilizando metodologias e instrumentos adequados, considerando os interesses e saberes dos alunos do ensino fundamental e médio, e possibilitando a implementação de recursos alternativos, conforme a realidade das escolas;

Planejar e desenvolver atividades experimentais que possibilitem ao aluno do ensino fundamental e médio a construção e reconstrução das relações lógico-matemáticas envolvidas no fenômeno físico estudado e no estabelecimento das leis que o descrevem;

Construir e reconstruir roteiros de trabalho, fundamentados em teorias de ensino-aprendizagem ou de epistemologia, apresentando-os na forma de relatórios elaborados de acordo com as normas da ABNT;

Demonstrar uma postura ética na elaboração dos relatórios, observando as normas de autoria;

Utilizar, com desenvoltura, diferentes recursos técnicos nas apresentações das atividades experimentais;

Participar de grupos de estudo utilizando ambientes virtuais de aprendizagem.

Conhecimentos

Teorias de ensino-aprendizagem, de epistemologia e de didática.

Cinemática, dinâmica, energia, momento, termometria, dilatação térmica, calor, mudanças de fase, termodinâmica, estática dos fluidos, dinâmica dos fluidos, gravitação universal.

Metodologias, técnicas e recursos de ensino e aprendizagem

Elaboração de roteiros de trabalho com apresentações individuais e em grupo utilizando material concreto e recursos tecnológicos.

Metodologias, técnicas e recursos de avaliação

A avaliação será feita de maneira contínua e gradual, buscando analisar se os alunos estão adquirindo as competências necessárias através de apresentação de seminários, de trabalhos em equipe, de trabalhos individuais e de relatórios e participação em ambientes virtuais.

Bibliografia básica

ÁLVARES, Beatriz Alvarenga, LUZ, Antônio Máximo Ribeiro. **Curso de física**. 4ed. São Paulo: Scipione, 1997. v.1 e 2.

MOREIRA, Marco Antônio, OSTERMANN, Fernanda. **Teorias Construtivistas**. Textos de apoio ao professor de Física. Porto Alegre: Instituto de Física: UFRGS, 1999. v.10, 56 p.

Bibliografia complementar

CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA. Florianópolis: UFSC – Departamento de Física – Campus Universitário – Trindade, Florianópolis - SC.

CHALMERS, A. F.. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993. 225p.

INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. [online]. Instituto de Física – UFRGS: Porto Alegre-RS. Disponível na World Wide Web: HTTP: www.if.ufrgs.br/public_ensino

GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P. de. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 5ed. São Paulo: Cortez, 2001. Coleção Questões da Nossa Época; v.26. 120p.

LOPES, J. Bernardino. **Aprender e ensinar Física**. Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Ministério da Ciência e do Ensino Superior. 2004. 430p.

MORAES, Roque, RAMOS, Maurivan G. **Construindo o conhecimento: Uma abordagem para o ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1988. 127p.

NARDI, Roberto (org). **Pesquisas em ensino de Física**. Coleção Educação para a ciência. 2ed.rev, São Paulo: Escrituras, 2001. 166p

MOREIRA, Marco Antônio, LEWANDOWSKI, Carlos Ernesto. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983. 117p.

REZENDE, F. et al. **InterAge: Um Ambiente Virtual Construtivista para Formação Continuada de Professores de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. - Florianópolis: v.20, n.3, p. 372 - 390. dez. 2003.

TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro (org.). **A experimentação na aprendizagem de conceitos físicos sob a perspectiva histórico-social**. Piracicaba: UNIMEP/CAPES/PROIN. 2000. 364p.

CIÊNCIA. CIÊNCIA EDUCAÇÃO [on line]. Bauru-SP, Disponível na World Wide Web: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo5/a10r8v1.pdf>

BRASIL. Ministério da Educação: MEC. LDB – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Disponível na World Wide Web: <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php> Acesso em: 03 de outubro de 2004.

_____. Ministério da Educação: MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. Brasília: Secretaria da Educação, 1999. 360 p. Disponível na World Wide Web: <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php> Acesso em: 03 de outubro de 2004.

_____. Ministério da Educação: MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares nacionais. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. p.59. Disponível na World Wide Web:<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?>