

**ALYSSON RAMOS ARTUSO**

**O USO DA HIPERMÍDIA NO ENSINO DE FÍSICA: POSSIBILIDADES  
DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**Dissertação apresentada como exigência parcial  
para a obtenção do título de Mestre ao  
Programa de Mestrado em Educação do Setor  
de Educação da Universidade Federal do  
Paraná.**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Glaucia da Silva Brito**

**Co orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias  
Garcia**

**CURITIBA**

**2006**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
COORDENAÇÃO DE PROCESSOS TÉCNICOS

Artuso, Alysson Ramos

O uso da hipermídia no ensino de física: possibilidades de uma aprendizagem significativa / Alysson Ramos Artuso. – Curitiba, 2006. 196f. : il. algumas color.

Inclui bibliografia

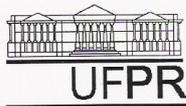
Orientadora: Profª Drª Gláucia da Silva Brito

Co-orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Sistemas de hipermídia. 3. Internet na educação. 4. Ensino auxiliado por computador. I. Brito, Gláucia da Silva. II. Garcia, Nilson Marcos Dias. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. IV. Título.

CDD 371.334



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

## PARECER

Defesa de Dissertação de **ALYSSON RAMOS ARTUSO** para obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO. Os abaixo-assinados DR<sup>a</sup> GLÁUCIA DA SILVA BRITO, DR<sup>a</sup> IVONÉLIA CRESCÊNCIO DA PURIFICAÇÃO, DR. NILSON MARCOS DIAS GARCIA e DR<sup>a</sup> TANIA MARIA F. BRAGA GARCIA argüiram, nesta data, o candidato acima citado, o qual apresentou a seguinte Dissertação: **“O USO DA HIPERMÍDIA NO ENSINO DE FÍSICA: POSSIBILIDADES DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA”**.

Procedida a argüição, segundo o Protocolo aprovado pelo Colegiado, a Banca é de Parecer que o candidato está apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
DR <sup>a</sup> GLÁUCIA DA SILVA BRITO		Aprovado
DR <sup>a</sup> IVONÉLIA CRESCÊNCIO DA PURIFICAÇÃO		Aprovado
DR. NILSON MARCOS DIAS GARCIA		Aprovado
DR <sup>a</sup> TANIA MARIA F. BRAGA GARCIA		Aprovado

Curitiba, 03 de maio de 2006

**Prof. Dr. Marcus Aurélio Taborda de Oliveira**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação

## AGRADECIMENTOS

Agradeço:

- Aos professores Glaucia da Silva Brito e Nilson Marcos Dias Garcia, pela dedicada orientação e ajuda, que por vezes permitiram que eu seguisse meu caminho, mas tomavam o cuidado de me manter na rota, enriquecendo muito meu trabalho com suas experiências.

- Aos participantes da banca de defesa dessa dissertação, que muito contribuíram para melhorar esse trabalho de investigação, em especial à professora Tânia Braga que sempre lutou e luta por aquilo que acha correto e assim instiga e motiva, com carinho e conhecimento, muitos a, também, buscarem seus objetivos.

- Aos professores de minha linha de pesquisa, prestativos e atenciosos, que com seus conhecimentos e posicionamentos muito me ajudaram a me tornar um aprendiz de pesquisador, em especial ao professor Nilson Dinis que me mostrou um mundo de novas possibilidades e me auxiliou em minha primeira publicação.

- À UTFPR que permitiu que essa investigação fosse feita em suas dependência e ao professor Cristóvão Rincoski que se pôs a inteira disposição, dedicando parte de seu tempo para que tudo ocorresse como desejado.

- Aos professores e alunos da UTFPR que se envolveram com essa pesquisa e tornaram possível a realização dessa investigação.

- A todos que estiveram presentes em minha vida acadêmica, participando e contribuindo para o meu desempenho pessoal e profissional.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	v
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	vi
<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1 EM TEMPO DE MUDANÇAS</b> .....	9
1.1 SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO/CONHECIMENTO .....	9
1.2 TÉCNICA E SOCIEDADE .....	17
1.3 CULTURA E NOVAS TECNOLOGIAS .....	23
1.4 PODER E SUBJETIVIDADE .....	27
<b>2 EDUCAÇÃO E INTERNET</b> .....	38
2.1 A ESCOLA E O COMPUTADOR .....	38
2.2 AS NOVAS TECNOLOGIAS - A INTERNET .....	43
2.3 ENSINO COM O USO DA INTERNET .....	46
2.4 HIPERMÍDIA .....	54
<b>3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ESTRATÉGIAS DE ENSINO</b> .....	57
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	57
3.2 SITUAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA .....	63
3.3 FORMAÇÃO DOS PROFESSORES .....	67
3.4 ESTRATÉGIAS DE ENSINO .....	70
3.4.1 História da Ciência .....	73
3.4.2 Simulações .....	74
3.4.3 Resolução de Problemas .....	78
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	81
4.1 O LOCAL DA PESQUISA .....	81
4.2 OS ALUNOS .....	82
4.3 O MATERIAL .....	83
4.3.1 Os <i>sites</i> utilizados .....	83
4.3.2 Os planos de aula .....	87
4.4 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS .....	87
4.4.1 Avaliação Prévia – Questionário 1 .....	88
4.4.2 Pré-Teste e Entrevista Prévia – Questionário 2 .....	89
4.4.3 Atividades usando hipermídia .....	90
4.4.4 Pós-teste e Entrevista Final – Questionário 2 .....	92
4.5 REGISTRO DOS PROCEDIMENTOS .....	93
4.6 INSTRUMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS .....	93
<b>5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	98
5.1 OS ENCONTROS .....	98
5.2 OS ALUNOS .....	100
5.2.1 Aluno Daniel .....	100
5.2.2 Aluno Luis .....	107
5.2.3 Aluno César .....	115
5.2.4 Aluna Luana .....	121
5.3 ANÁLISE GERAL .....	127
<b>6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	128
6.1 DESENVOLVIMENTOS HISTÓRICOS DAS IDÉIAS SOBRE GRAVITAÇÃO .....	130
6.2 LEIS DE KEPLER .....	132
6.3 LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL .....	132
6.4 FORÇAS DE CAMPO .....	133
6.5 RELAÇÃO ENTRE CONCEITOS .....	134
6.6 A INFLUÊNCIA DOS SUBSUNÇORES .....	135
6.7 A INFLUÊNCIA DO PRAZER PELA FÍSICA .....	137
6.8 A INFLUÊNCIA DA INTERNET E DAS SIMULAÇÕES .....	138
6.9 DISCUSSÕES DE PODER – O PAPEL DO PROFESSOR .....	140

<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	145
7.1 PODE A HIPERMÍDIA PROMOVER MUDANÇAS NOS SUBSUNÇORES DOS ALUNOS ? .....	145
7.2 A IMPORTÂNCIA DO USO DA INTERNET .....	150
7.3 O PAPEL DO PROFESSOR .....	152
7.4 FINALIZANDO .....	154
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	157
<b>ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO 1</b> .....	166
<b>ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO 2 - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE</b> .....	170
<b>ANEXO 3 – EXEMPLO DE ROTEIRO DA 1ª ENTREVISTA</b> .....	173
<b>ANEXO 4 – EXEMPLO DE ROTEIRO DA 2ª ENTREVISTA</b> .....	174
<b>ANEXO 5 – PLANOS DE AULA</b> .....	175
<b>ANEXO 6 – EXEMPLO DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS</b> .....	181
<b>ANEXO 7 – FICHA DE ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	186
<b>ANEXO 8 – REFERÊNCIAS POR ORDEM TEMÁTICA</b> .....	187

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 – ALGUMAS FORMAS DE APRENDIZAGEM .....	59
QUADRO 2 – FORMAÇÃO/MODIFICAÇÃO DE SUBSUNÇORES .....	60
GRÁFICO 1 – TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS DE ENSINO DE FÍSICA DE 1996 ATÉ 2002 NO BRASIL .....	66
QUADRO 3 – O QUE DEVERÃO “SABER” E “SABER FAZER” OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS .....	68
FIGURA 1 – MODELLUS .....	84
FIGURA 2 – PINTAR VIRTUALAB .....	84
FIGURA 3 – SALA DE FÍSICA .....	86
QUADRO 4 – SÍNTESE DA CONSTRUÇÃO DA FICHA DE ANÁLISE.....	96
FIGURA 4 – RESPOSTA DO ALUNO DANIEL PARA A QUESTÃO 4 DO PRÉ-TESTE .....	103
QUADRO 5 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DO ALUNO DANIEL.....	106
FIGURA 5 – SIMULAÇÃO DO <i>SITE</i> GRAVITAÇÃO E TEMAS AFINS ( <a href="http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/">HTTP://CREF.IF.UFRGS.BR/~MAIKIDA/</a> ).....	112
QUADRO 6 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DO ALUNO LUIS .....	114
FIGURA 6 – RESPOSTA DO ALUNO CÉSAR PARA A QUESTÃO 5 DO PRÉ-TESTE.....	119
QUADRO 7 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DO ALUNO CÉSAR.....	120
FIGURA 7 – RESPOSTA DA ALUNA LUANA PARA A QUESTÃO 3 DO PRÉ-TESTE .....	123
QUADRO 8 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DA ALUNA LUANA.....	126
QUADRO 9 – ANÁLISE GERAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS .....	127
QUADRO 10 – RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE .....	128
QUADRO 11 – RESPOSTAS DO PÓS-TESTE .....	128
GRÁFICO 2 – COMPARAÇÃO ENTRE AS RESPOSTAS DOS ALUNO NO PRÉ E NO PÓS-TESTE.....	130
QUADRO 12 – RESPOSTAS DA QUESTÃO 1 DO PRÉ E DO PÓS-TESTE – PERSONAGENS RELACIONADOS COM O SISTEMA GEOCÊNTRICO E HELIOCÊNTRICO.....	131
GRÁFICO 3 – COMPARAÇÃO DA PORCENTAGEM DE ALTERNATIVAS CERTAS ENTRE AS REPOSTAS DOS ALUNOS NA QUESTÃO 10 DO PRÉ E DO PÓS-TESTE.....	135
FIGURA 8 – PLANTA ESQUEMÁTICA DO LABORATÓRIO UTILIZADO .....	182
FIGURA 9 – SIMULAÇÃO DO <i>SITE</i> <i>GENERAL PHYSICS JAVA APPLETS</i> ( <a href="http://surendranath.tripod.com/applets.html">HTTP://SURENDRANATH.TRIPOD.COM/APPLETS.HTML</a> ) .....	184

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEFET-PR –	CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
CIAF –	CONFERÊNCIA INTERAMERICANA SOBRE EDUCAÇÃO EM FÍSICA
ENPEC –	ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
EPEF –	ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA
HTML –	<i>HYPertext MARKUP LANGUAGE</i> – LINGUAGEM DE FORMATAÇÃO DE HIPERTEXTO
MCU –	MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME
MRU –	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME
MRUV –	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO
PC –	<i>PERSONAL COMPUTER</i> – COMPUTADOR PESSOAL
PSSC –	<i>PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE</i> – COMITÊ DE ESTUDO DA CIÊNCIA FÍSICA
SNEF –	SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA
UNESCO –	<i>UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION</i> – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E CULTURA
UTFPR –	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
VRML –	<i>VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE</i> – LINGUAGEM PARA A MODELAGEM DE REALIDADE VIRTUAL
WWW –	<i>WORLD WIDE WEB</i> – “TEIA DO TAMANHO DO MUNDO”

## RESUMO

Este trabalho traz discussões acerca do contexto da atual sociedade, suas mudanças, sua cultura, seus mecanismos de poder e o uso de ferramentas computacionais na escola. Foi realizada uma análise das possibilidades do uso da hipermídia, incluindo simulações, em busca de uma aprendizagem significativa. Na investigação foram usados *sites* da Internet no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos físicos do conteúdo de gravitação universal com alunos do primeiro ano do Ensino Médio regular de Curitiba. O objetivo principal é o de avançar no entendimento, nas possibilidades e limitações, que o uso da hipermídia oferece na mudança da estrutura cognitiva (subsunçores) dos estudantes, usando como referencial a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Para isso desenvolveu-se uma pesquisa com quatro alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), antigo CEFET-PR. O estudo dividiu-se em 3 fases: um Pré-teste, seis encontros com o uso da Internet e um Pós-teste, de forma a observar o desenvolvimento dos alunos ao tratar dos conceitos estudados. Tal procedimento durou vinte dias e confirmou a hipótese de que o uso da Internet é capaz de modificar subsunçores, no sentido de que o subsunçor “força” que os alunos tinham foi ampliado e passou a se relacionar com mais situações do que antes da instrução. O próprio planejamento desenvolvido para essa análise pode possibilitar que outros professores avaliem seus alunos tendo noção da estrutura cognitiva dos estudantes e os instrua sobre os conceitos de gravitação universal. Os resultados também sugerem que o uso da hipermídia em sala oferece e potencializa alguns perigos, principalmente os relacionados com o conceito de panóptico desenvolvido por Michel Foucault, mas também oportuniza inúmeras possibilidades.

## ABSTRACT

This work discusses the context of the current society, its changes, its culture, its power mechanism and the computational tools used in school. An analysis was realized about the possibilities of hypermedia's use, including simulations, in search of a meaningful learning. In the investigation, Internet's sites were used in the teach-learning process of physics' concepts related with the universal gravitation's content in a classroom with students about 14-15 years old in first grade's second school from Curitiba, Brazil. Questions about teaching of physics and teachers' graduation are also present. The first aim is advance in the comprehension, possibilities and limitations, that the hypermedia's use offers to change the students' cognitive structure (subsumers), using as referential David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. For this it's developed a research with four students from Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), old CEFET-PR. The study was conducted in 3 phases: a pre-test application, work with six activities using Internet and a post-test, in way of observe the students' development when they work with the studied concepts. This procedure lasted 20 days and confirm the hypotheses that Internet's use can modify subsumers, in the way that subsumer "force" was extended and passed to relate with more situations than before the instruction. The research planning can make possible that another teachers evaluate their pupils to have notions of their students' cognitive structure and teach them about universal gravitation's concepts. The results also suggest that hypermedia's use in classroom offers and intensify some dangers, mainly the related with Panoptic concept developed by Michel Foucault, but also offers innumerable possibilities.

## INTRODUÇÃO

Durante minha formação em Física e em minha experiência de sete anos trabalhando em escolas de Ensino Médio a influência e importância do computador e da Internet no Ensino de Física sempre foram um ponto bastante presente. Na disciplina de Didática apresentei como trabalho final uma análise de *softwares* e *sites* que tratassem de Física. Como professor desenvolvi, em parceria, um projeto de construção de material hipermídia a ser utilizado no Ensino de Física para o Ensino Médio.

Devido a essa experiência e formação, se entende Física, e a própria Ciência, não como uma descrição objetiva do mundo, mas como uma tentativa de satisfazer as necessidades de compreensão dos homens: “como num imenso teatro de sombras, limitamo-nos a observar e (eventualmente) a medir impressões, rastos e sombras de seja lá o que for a ‘a realidade’, ou o fantasma residual da realidade” (CASIMIRO, 2004, p. 25). Nesse sentido os modelos físicos são apenas aproximações, melhores ou piores, do que pretendem descrever ou interpretar e o processo de sua aprendizagem e desenvolvimento é tão, ou mais, importante do que o conhecimento e o domínio matemático de seus conceitos.

Além disso, trata-se a Física como elemento cultural importante na vida das pessoas, que é fundamental tanto no conhecimento de um engenheiro para projetar uma máquina ou de um músico ao inovar em suas composições como para o usuário que irá ler o manual de instruções ou o ouvinte que busca compreender satisfatoriamente a música. Luís Fernando CORDEIRO (2003) conta dois exemplos desta importância. O primeiro fala de sua própria experiência ao comprar um aquecedor. Queria saber a potência do aparelho, para compará-la com a de outras marcas que tinham outros preços. Segundo a vendedora, a informação da potência não constava no manual, todos os funcionários já haviam procurado a informação e ninguém a havia encontrado. Logo na primeira página havia um desenho com as inscrições 800 W e 1300 W, era a potência mínima e máxima do aquecedor. Não se trata de desmerecer a vendedora, que

esperava encontrar por escrito “potência mínima” e “potência máxima”, pois, provavelmente os números e a unidade de medida (watt) não tinham significado algum para ela e seus colegas de trabalho. Esse exemplo ilustra a importância de uma cultura científica mínima, mesmo para vender ou comprar um eletrodoméstico.

O outro exemplo vem das expressões artísticas. Diversas artes, como a fotografia e o cinema, possuem em sua existência ou desenvolvimento uma contribuição da ciência e dos desenvolvimentos da tecnologia. Outras, como a poesia e a literatura, normalmente não possuem ligação tão evidente, mas por várias vezes essa relação existe. Camões, Fernando Pessoa, Bertold Brecht, Ítalo Calvino, Umberto Eco, Augusto dos Anjos, e os recentes sucessos de Dan Brown, por vezes, fazem referência e necessitam de conhecimentos físicos para serem melhor compreendidos. FIOLETTI (2003, p. 44) diz que apesar de serem atividades culturais diferentes, Física e Arte “têm várias coisas em comum: ambas são expressões da criatividade humana e ambas perseguem um ideal estético”. Para exemplificar essa posição segue um poema de José Saramago.

### **Física**

Colho esta luz solar à minha volta,  
 No meu prisma a disperso e recomponho:  
 Rumor de sete cores, silêncio branco.  
 Como flechas disparadas do seu arco,  
 do violeta ao vermelho percorremos  
 O inteiro espaço que aberto no suspiro  
 Se remata convulso em grito rouco.  
 Depois todo o rumor se reconverte  
 tornam as cores ao prisma que define  
 À luz solar de ti e ao silêncio.  
 (SARAMAGO, 1999)

Este poema, assim como as obras dos autores citados acima, não foram escritos nem por nem para físicos, mas conhecimento de Física é importante para que

essas obras não percam sua beleza e significado. É desejável que os alunos que já passaram pelo Ensino Médio tenham adquirido conhecimento suficiente para que sejam capazes de compreender o que lêem ou o que observam. Obviamente o objetivo primeiro da Física não é o de entender as obras artísticas, mas ela também não serve só para o vestibular.

Afinal, espera-se que aquilo que foi estudado ofereça instrumentos tanto para a percepção do mundo quanto para a ação sobre ele, “o conhecimento físico deve permitir que o educando faça relações entre a ciência e suas aplicações, seja na cozinha de sua casa, seja na rua, num filme ou numa poesia” (CORDEIRO, 2003, p. 5). Mas será que os alunos conseguem fazer essas relações com os conceitos físicos? Será que as idéias aprendidas na escola possuem algum significado para eles?

Essas são perguntas que para serem respondidas precisam de muita investigação. Para se contribuir com essas respostas, este trabalho busca novas propostas de ensino de Física, visando uma aprendizagem significativa, tendo como objeto de pesquisa o uso de recursos hipermídia. Não se trata de uma revolução, nem da proposta de uma. É a reflexão e a proposição acerca do ensino através da Internet. Não deixa de ser uma sugestão de utilização de um recurso e um estudo prático da hipermídia para construir conhecimento.

O uso da Internet se justifica pelo fato dela fazer parte da cultura, na medida em que circula, compõe, está na sociedade e vêm adquirindo importância crescente (SANTOS, 1998; CASTELLS, 1999; LÉVY, 2000) podendo servir, por diversos fatores que serão explorados no decorrer deste trabalho, ao processo de ensino-aprendizagem.

Muito se tem difundido sobre a importância de se formar e desenvolver conceitos, mas não se entra no mérito de compreender as diferentes formas de estruturá-los. Construir conhecimento implica conhecer e entender as teorias de aprendizagem, desenvolvidas por diferentes autores que se dedicaram ao aprofundamento da temática.

Um dos grandes problemas educacionais, segundo PRATS (2004), é a baixa

geral dos níveis de aprendizagem dos alunos. Essa questão merece ser aprofundada, mas como se medir a aprendizagem?

Quantificá-la exatamente parece ser impossível, mas buscar indícios é preciso. Nessa perspectiva, pretende-se estruturar o trabalho com a Internet com base nas idéias da Teoria da Aprendizagem Significativa, de AUSUBEL (1963, 1968). Assim trata-se também de delinear alternativas de encaminhar o trabalho pedagógico, utilizando recursos tecnológicos que possam favorecer uma outra forma de pensar e fazer a educação.

Segundo a teoria de AUSUBEL (id.), a aprendizagem significativa ocorre quando uma informação se relaciona a outras já presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Por isso é muito importante avaliar os conhecimentos que o aluno já possui, os *conceitos subsunçores* sob os quais as novas informações irão “ancorar”.

A hipótese com a qual se trabalhou foi construída a partir de amplo levantamento bibliográfico que é, ao menos em parte, explicitado aqui, podendo-se citar inicialmente MORAN (1997), MOREIRA e MASINI (2002), SANTOS e SILVA (2003), VALENTE (1998) e VEIT e TEODORO (2002). A hipótese é que é possível promover mudanças na estrutura cognitiva dos alunos com o uso da Internet<sup>1</sup>. O objetivo principal é responder se o uso da hipermídia é capaz de promover mudanças nos subsunçores dos alunos. É um objetivo específico a discussão do uso desse instrumento em sala, bem como problematizar as relações de poder, controle e subjetividades que o uso da Internet podem trazer para a sala de aula.

Para isso foi selecionado um grupo de quatro alunos do primeiro ano do ensino médio que, após testes prévios, compostos de questionários e entrevistas, participaram de seis atendimentos com o uso da Internet sobre o conteúdo de gravitação universal. Após os encontros novos testes foram feitos buscando-se mudanças nos resultados e, conseqüentemente, evidências de uma aprendizagem

---

<sup>1</sup> É claro que existem várias outras variáveis envolvidas no processo, das quais se pode citar a realidade local da instituição, o comportamento dos alunos e o papel do professor. Portanto foi um conjunto de fatores que foram responsáveis pelos resultados alcançados nessa presente pesquisa, porém tentou-se captar com maior foco a influência da hipermídia sobre o processo de ensino-aprendizagem.

significativa.

O conteúdo de gravitação foi escolhido por se tratar de um período fundamental na história, não só da Física como da própria Humanidade, em que foram unificadas as explicações sobre os objetos da Terra e os astros do céu, era a primazia da razão (ou de um tipo de razão) pregada pelo Iluminismo. Além disso, é um conteúdo de Física que, apesar de não necessitar de muitos saberes específicos anteriores, é capaz de relacionar vários conceitos (como força, campo, aceleração, velocidade, deslocamento) e vários campos (como Geografia, Matemática, História, Astronomia, Filosofia), sendo abrangente e podendo dar uma boa visão do que é e de como se desenvolve a Física.

O local em que foi realizada a pesquisa foi a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, antigo CEFET-PR. Sua escolha se deu por ser uma escola pública com os recursos de infra-estrutura necessários para essa investigação, como um laboratório disponível com quinze bons computadores e com conexão de Internet de alta velocidade.

Em sua dissertação de mestrado CORDEIRO (2003) trabalhou com o Ensino de Física visando uma aprendizagem significativa do conceito de aceleração. Em sua investigação propôs um modelo de avaliação de aprendizagem significativa que, em parte, será utilizada também nessa investigação.

PIRES (2005) em sua pesquisa sobre Tecnologias de Informação e Comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física disponibilizou um *site* sobre Gravitação e Temas Afins na Internet para os alunos de ensino médio em sua investigação. O acesso a esse *site* não se dava em sala de aula e nem era obrigatório. Sua base teórica era, entre outros, também a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. O pesquisador observou que 67% dos alunos se envolveram com o projeto e 82% deles se expressaram favoráveis a esta proposta de aprendizagem de Física.

MACHADO (2000) desenvolveu um *software* utilizando a linguagem hipermídia também sobre as idéias de gravitação e o analisou do ponto de vista dos

alunos e dos professores. Seus resultados mostram evidências de que o emprego da hipermídia possibilita a aprendizagem dos conceitos de Física de forma motivadora e significativa para os alunos de Ensino Médio.

Em seu trabalho de mestrado, SOUZA (2002) usou simulações sobre eletromagnetismo com alunos de Ensino Médio buscando verificar como foi a postura e as atitudes do professor e dos alunos diante dessa ferramenta. Nessa pesquisa concluiu que o uso do computador e das simulações cria um ambiente favorável ao ensino construtivista e que há um deslocamento do papel do professor, antes centralizador/reprodutor da informação, para intermediário/facilitador no processo de aprendizagem do aluno.

Também ARAÚJO (2002) usou um *software* de modelagem para o estudo de gráficos em Cinemática com alunos do curso superior de Física. Em seus resultados observou que houve melhorias estatísticas no desempenho dos alunos quando comparados ao grupo de controle. Outro aspecto evidenciado foi a motivação dos alunos em aprender.

E GONÇALVES (2005) trabalhou com o uso de animações e hipermídia visando uma aprendizagem significativa de Física Térmica no Ensino Médio, numa abordagem complementar às aulas expositivas, em que também notou maior motivação, o que foi fundamental para a aprendizagem, dos alunos.

Porém, ao contrário deste trabalho, nenhuma das pesquisas citadas se preocupou em observar como pode se dar a aprendizagem através da Internet. A pesquisa de CORDEIRO (2005) analisou como se modificou o pensamento dos alunos, porém não trabalhava com o uso dos computadores ou da Internet.

Com a intenção de caracterizar o contexto no qual se situa a pesquisa o capítulo 1 indica as transformações pelas quais passa a sociedade e apresenta conceitos importantes para as análises posteriores. Neste capítulo reflete-se sobre a influência das novas tecnologias na sociedade, caracterizando o espaço em que está situado o uso do computador e da Internet para a aprendizagem. Por isso fazem parte dessa reflexão temas mais gerais em que se discute as recentes mudanças no contexto da sociedade

ocidental moderna, comandadas, sobretudo, pelas novas tecnologias disponíveis. São temas como o surgimento de uma sociedade em rede, sua cultura, suas relações de poder e suas subjetividades, sempre em relação com as novas tecnologias de informação e comunicação.

O segundo capítulo é uma fundamentação teórica da relação entre a escola e o computador, levantando possibilidades e limitações do uso dessa ferramenta. Também apresenta formas de utilização da Internet, conceituando termos freqüentes ao se tratar da rede como hipertexto e hipermídia. Faz parte dessa discussão o uso da hipermídia e de simulações para o ensino.

A terceira parte trata da teoria de Ausubel e da situação tanto do ensino como da formação dos professores de Física no que se refere ao uso do computador em sala de aula. A História da Ciência, as Simulações e a Resolução de Problemas são estratégias de ensino que são discutidas, também, nesse capítulo.

A metodologia é descrita no quarto capítulo. Integrada ao restante do trabalho parte, também, de uma abordagem qualitativa, em que o referencial a ser avaliado se baseia na aprendizagem significativa de Ausubel; buscando identificar possíveis modificações de subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Para isso o trabalho foi estruturado de forma semelhante a utilizada por PURIFICAÇÃO (1999): um Pré-teste, uma entrevista prévia, atendimentos usando a hipermídia, um Pós-teste e uma entrevista final.

No quinto capítulo está a apresentação e análise dos resultados, dividindo-se individualmente a descrição e análise das etapas pelas quais os quatro alunos passaram.

O sexto capítulo trata das discussões sobre os resultados discutindo-se, primeiro, como os alunos modificaram suas respostas para os conceitos estudados e qual a influência que os subsunçores, o prazer pela física e o uso da Internet e da simulações tiveram sobre esses resultados. Por fim, há uma discussão sobre a relações de poder e o papel do professor.

Nas considerações finais confirma-se a hipótese trabalhada, de que a hipermídia pode promover mudanças nos subsunçores dos alunos, e se destaca a

importância do uso da Internet e do papel do professor para se atingir os resultados dessa pesquisa.

Em anexo se encontram os questionários, roteiros de entrevistas, planos de aula, exemplo do desenvolvimento de uma aula e a ficha de análise utilizada, bem como as referências usadas organizadas tematicamente.

## 1. EM TEMPO DE MUDANÇAS

### 1.1 SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO/CONHECIMENTO

Desde 1960 estão ocorrendo mudanças na estrutura fundamental da sociedade capitalista provocadas por um novo conjunto de técnicas baseadas na informática e no uso intensivo do conhecimento científico (CASTELLS, 1999; LÉVY, 2000; SANTOS, 1998; SIBILIA, 2003). Essas mudanças vêm produzindo um jeito novo de organizar a vida material, as comunicações entre as pessoas, empresas e instituições, as formas de educar, as relações de trabalho e lazer; enfim, o uso da tecnologia informacional tem gerado novas maneiras de compreender o mundo.

Milton SANTOS (1993, p. 15-16), quando discute a globalização e as características do momento atual, identifica novas possibilidades de organizar e de entender o mundo. Para ele, vive-se em um momento de acelerações, considerando que:

Acelerações são momentos culminantes na história, como se abrigassem forças concentradas, explodindo para criarem o novo. (...) Daí, a cada época, malgrado a certeza de que se atingiu um patamar definitivo, as reações de admiração ou do medo diante do inusitado e a dificuldade para entender os novos esquemas e para encontrar um novo sistema de conceitos que expressem a nova ordem.

Essa aceleração contemporânea criou novos ritmos nos corpos e idéias, ao mesmo tempo em que acrescentou novas questões à história. Para o autor ela é “um resultado também da banalização da invenção, do perecimento prematuro dos engenhos e de sua sucessão alucinante. São, na verdade, acelerações superpostas, concomitantes, as que hoje assistimos. Daí a sensação de um presente que foge” (ibid., p. 16).

Esses trechos ressaltam, entre outras coisas, o desmantelamento da idéia de duração, da lógica da sucessão. A presença constante da obsolescência, e o consumismo relacionado a ela, são, segundo o autor, algumas das principais características da atual sociedade.

CASTELLS (1999, p. 49), por sua vez, identifica um conjunto de mudanças, afirmando que há situações estáveis pontuadas por intervalos de transformações rápidas, estabelecendo, dessa forma, uma correspondência com o conceito de acelerações de Milton Santos. Para ele,

A história da vida, como a vejo, é uma série de situações estáveis, pontuadas em intervalos raros por eventos importantes que ocorrem com grande rapidez e ajudam a estabelecer a próxima era estável. Meu ponto de partida, e não estou sozinho nesta conjectura, é que no final do século XX estamos vivendo um desses raros intervalos na história. (CASTELLS, 1999, p.49).

Pode-se identificar, com essa idéia, a existência de eventos que promovem essas rápidas transformações. Tanto para CASTELLS (1999), quanto para outros autores, como SIBILIA (2003) e FERREIRA (2004), a ciência e a tecnologia exercem papel importante nessas aceleradas mudanças, em que influenciam e são influenciadas pela sociedade. Para sintetizar essas idéias, cabe a colocação de LÉVY (1993, p. 17):

Uma coisa é certa: vivemos hoje em uma destas épocas limítrofes na qual toda a antiga ordem das representações e dos saberes oscila para dar lugar a imaginários, modos de conhecimento e estilos de regulação social ainda pouco estabilizados.

Esse autor afirma que, a partir dessas novas relações, “um novo estilo de humanidade é inventado” (id.). Sobre esse novo estilo de humanidade SIBILIA (2003) demonstra algumas preocupações e revela alguns mecanismos de poder/saber relacionados. A autora defende a idéia de que as biotecnologias e as tecnologias digitais têm expandido perigosamente a condição humana. Isto se refere tanto aos seus sentidos físicos (visão, audição), como no caso do rádio, televisão e, recentemente, das mídias interativas, como às suas características corporais, usando a memória de computadores para armazenar dados que julga importante ou próteses físicas para maior eficiência de seus corpos. Afinal, com as rápidas mudanças tecnológicas o indivíduo “pós-orgânico” está condenado a “atualização tecnológica permanente: impõe-se, assim, os rituais do auto-*upgrade* cotidiano” (ibid., p.13), como é o caso de

---

<sup>2</sup> Constante atualização do indivíduo por ele mesmo

novos “modos de ser” constantemente lançados e relançados ao mercado, “novas formas de subjetividade que serão adquiridas e de imediato descartadas pelos diversos *targets*<sup>3</sup> aos quais são dirigidas, alimentando uma espiral de consumo” (ibid., p. 33).

A respeito dessa nova configuração técnica-tecnológica na qual se situa a sociedade, Milton SANTOS (1996) ressalta que é importante analisar as relações entre o poder político e econômico e a produção de um meio formado por redes de informação, com grandes investimentos em pesquisa científica e afirma:

Neste período, os objetos técnicos tendem a ser ao mesmo tempo técnicos e informacionais, já que, graças à extrema intencionalidade de sua produção e de sua localização, eles já surgem como informação; e, na verdade, a energia principal de seu funcionamento é também a informação. Já hoje, quando nos referimos às manifestações geográficas dos novos progressos, não é mais de meio técnico que se trata. Estamos diante da produção de algo novo, a que estamos chamando de meio técnico-científico-informacional (ibid., p. 190).

Também CASTELLS (1999) identifica o surgimento de um novo processo, uma revolução centrada nas tecnologias da informação. Para o autor:

No fim do milênio da era cristã, vários acontecimentos de importância histórica têm transformado o cenário social da vida humana. Uma revolução tecnológica concentrada nas tecnologias da informação está remodelando a base material da sociedade em ritmo acelerado. Economias por todo o mundo passaram a manter interdependência global, apresentando uma nova forma de relação entre a economia, o Estado e a sociedade em um sistema de geometria variável (ibid., p. 21).

Nota-se que a nomenclatura utilizada pelos autores, técnica para Santos e tecnologia para Castells, diferem, porém se referem a uma mesma categoria. Essa discussão de diferenciação entre técnica e tecnologia será explorada em maiores detalhes adiante.

Assim, tanto Milton Santos quanto Manuel Castells, a partir de leituras geográficas e sociológicas, identificam o mesmo processo: o aparecimento de uma nova sociedade de base informacional. Essa sociedade, entendida como sociedade informacional, é

---

<sup>3</sup> Alvos, numa nomenclatura típica da área de *Marketing*.

[...] uma forma específica de organização social em que a geração, o processamento e a transmissão da informação tornam-se as fontes fundamentais de produtividade e de poder devido às novas condições tecnológicas surgidas nesse período histórico (ibid., p. 46).

Segundo TENÓRIO (1991, p. 19), “o caráter científico que se apodera da produção atinge a própria estrutura da empresa, da indústria, da organização do trabalho dividido”. Em consequência, a ciência colocada à disposição do capital contribui, através da pesquisa aplicada, para gerar um aparato técnico-tecnológico inovador, que transforma a sociedade.

Dessa forma, a constituição de um modo de desenvolvimento baseado na informação provoca uma mudança na sociedade no que se refere à forma como as pessoas se organizam para viver e como se relacionam entre si. O mundo, hoje articulado em rede, redefine valores, modos de produzir, de viver as experiências do eu e do outro.

Na Sociedade da Informação, conhecida também como Sociedade do Conhecimento, Sociedade Cognitiva ou Sociedade Aprendiz (ASSMANN, 1998), estabelece-se uma diferença entre dados, informação e conhecimento. Assim, dados não estruturados não conduzem à criação de informações, do mesmo modo que nem toda informação é sinônimo de conhecimento.

Na sociedade do conhecimento, com as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação, a aprendizagem se reflete em todos os ângulos da sociedade. Conforme ASSMANN (ibid., p. 197), “o processo de aprendizagem ou a aquisição de conhecimentos não terão lugar exclusivamente na escola ou no trabalho”.

MORIN (2000) sustenta a idéia que o conhecimento, mesmo sendo referência estratégica para o desenvolvimento pessoal e social, como para a inserção no mercado de trabalho, traz sempre o “risco de ilusão e de erro”, destacando a imensa quantidade de fontes de informações hoje à disposição, que, ao mesmo tempo em que servem como instrumental de desenvolvimento, geram também grandes incertezas e interrogações quanto ao futuro. Demonstrando o quanto complexa são as interações entre a sociedade, a tecnologia e seus produtos.

Ainda com relação à importância da tecnologia informacional para a concepção dessa sociedade atual, destaca-se o posicionamento de SANTOS (1998, p. 51):

O meio geográfico em via de constituição (ou de reconstituição) tem uma substância científico-tecnológico-informacional. Não é nem meio natural, nem meio técnico. A ciência, a tecnologia e a informação estão na base mesma de todas as formas de utilização e funcionamento do espaço, da mesma forma que participam da criação de novos processos vitais e da produção de novas espécies (animais e vegetais). É a cientificização e a tecnicização da paisagem. É, também, a informatização, ou, antes, a informacionalização do espaço. A informação tanto está presente nas coisas como é necessária à ação realizada sobre essas coisas.

Segundo esses posicionamentos, ressalta-se que a ciência, a tecnologia informacional e a informação estão na base dos processos de produção. Trabalhar já significa e, ao que parece, vai significar ainda mais no futuro, aprender sempre, e aprender com o uso de tecnologia informacional.

SANTOS (1998) defende que a atual globalização é baseada na revolução fundamental dos transportes, das telecomunicações e da informática, de forma que se vive, basicamente, sobre o governo de um único sistema técnico mundial. Por ser a técnica um produto social, a forma como é construído o mundo global, de acordo com o papel de variados agentes, permite a transformação do real em imagem, do mito em realidade.

Nesse ponto, globalização e sociedade da informação se fundem num amplo processo de múltiplos condicionamentos, já que os constantes avanços da tecnologia informacional permitiram globalizar a notícia, a troca de experiências e as invenções de cada grupo social. Essa amplificação, de todos os lugares e indivíduos, constrói a base fundamental para a consolidação do consumo estrutural de bens e serviços produzidos com o apoio de processos informatizados.

Também a emergência e a consolidação da globalização e da sociedade informacional fundamentam-se, entre outras coisas, na construção de um amplo conjunto de redes sociais e técnicas capazes de fazer viajar, rapidamente, por todo o globo, informações processadas em diversos pontos conectados. Isso gera a idéia de

uma sociedade em rede.

Trata-se da evolução das mídias eletrônicas que dão origem ao ciberespaço do qual fala Pierre LÉVY (2000), que entende ciberespaço como um novo espaço de interação humana, originado pela instauração de uma rede de todas as memórias informatizadas e de todos os computadores, cujo maior expoente é a Internet. Para o autor, esse novo espaço tem enorme importância “no plano econômico e científico e, certamente, essa importância vai ampliar-se e vai estender-se a vários outros campos, como por exemplo, na Pedagogia, Estética, Arte e Política” (LÉVY, 1994, p. 1). Às práticas presentes nesse contexto ele dá o nome de cibercultura.

Para LÉVY (2000, p. 15), a emergência de um novo jeito de transmitir o arsenal cultural acumulado é característica fundamental desse momento:

Nas sociedades orais, as mensagens discursivas são sempre recebidas no mesmo contexto em que são produzidas. Mas, após o surgimento da escrita, os textos se separam do contexto vivo em que foram produzidos [...] A hipótese que levanto é que a cibercultura leva a co-presença das mensagens de volta a seu contexto como ocorria nas sociedades orais, mas em outra escala, em uma órbita completamente diferente. A nova universalidade não depende mais da auto-suficiência dos textos, de uma fixação e de uma independência das significações. Ela se constrói e se estende por meio da interconexão das mensagens entre si, por meio de sua vinculação permanente com as comunidades virtuais em criação, que lhe dão sentidos variados em uma renovação permanente.

Essa nova característica da sociedade atual, à qual o autor se refere, é produto e condição para a constituição das redes globais do conhecimento, fundamentais, nesse mundo da globalização das relações sociais, políticas, econômicas e culturais.

Entretanto, o autor demonstra cautela quanto aos impactos da evolução em curso. Para ele, caminha-se para uma encruzilhada em que, uma direção aponta para a reprodução do que já está aí, ou seja, da espetacularização e da massificação, bases para o consumo, alicerce do capitalismo globalizado, e outra aponta para a possibilidade de seguir “as tendências mais positivas da evolução em curso” criando-se

um projeto de civilização centrado sobre os coletivos inteligentes: recriação do vínculo social mediante trocas de saber, reconhecimento, escuta e valorização das singularidades, democracia mais direta, mais participativa, enriquecimento das vidas individuais, invenção de formas novas de cooperação aberta para resolver os terríveis problemas que a humanidade deve enfrentar, disposição das infra-estruturas informáticas e culturais da inteligência coletiva (LÉVY, 1996, p. 118).

O uso do computador abre as portas para a inserção de todos no mundo do virtual. É preciso, então, refletir sobre o possível impacto da inserção de sujeitos no mundo virtual. E aqui é pertinente frisar o que LÉVY (2000, p. 47) entende por virtual.

A palavra “virtual” pode ser entendida em ao menos três sentidos: o primeiro, técnico, ligado à informática, um segundo corrente e um terceiro filosófico. O fascínio suscitado pela “realidade virtual” decorre em boa parte da confusão entre esses três sentidos.

Assim, o autor chama atenção para a confusão cotidiana entre real e virtual e esclarece que, na concepção filosófica, não existe uma oposição entre esses aspectos. Destaca também que o virtual é real ainda que não seja atual, e do ponto de vista filosófico, é virtual o que existe em potência e não em ato.

A confusão corrente em opor virtual e real é responsável, muitas vezes, por um certo temor de, uma vez adentrando um mundo virtual, estar participando de algo que não existe, de algo irreal, o que gera a sensação de perder tempo com uma experiência enganadora para os sentidos e para a construção de uma racionalidade humana. Para desfazer essa idéia, LÉVY (ibid., p. 47) ratifica:

Em geral acredita-se que uma coisa deva ser real ou virtual, que ela não pode, portanto, possuir as duas qualidades ao mesmo tempo. Contudo, a rigor, em filosofia o virtual não se opõe ao real mas sim ao atual: virtualidade e atualidade são apenas dois modos diferentes da realidade. Se a produção da árvore está na essência do grão, então a virtualidade da árvore é bastante real (sem que seja, ainda, atual).

BAUDRILLARD (1996, p.147), ao analisar as imagens televisivas em seu caráter virtual, conclui que elas rompem com qualquer ligação histórica, na medida em que “se autoproduzem sem referência a um real ou a um imaginário, [são] virtualmente sem limite, e esse engendrar-se sem limite produz a informação como catástrofe”. Para isso argumenta que essas imagens “são virtuais, e o virtual é o que termina com toda [...] a referência à história ou ao acontecimento”. Para isso o autor usa como exemplo a revolução na Romênia (1989) e a Primeira Guerra do Golfo (1990). Em ambos os episódios, do seu ponto de vista, o virtual (a imagem) tornou-se a referência mais importante de informação e representação, o que ocasionou a “compulsão de aniquilar o objeto real, o acontecimento real, pelo próprio conhecimento adquirido sobre ele”

(ibid., p. 148). No caso específico da revolução na Romênia o autor conta que os próprios romenos ligavam a televisão para ver a revolução que estava acontecendo do lado de fora. Como se a imagem fosse um real mais real que o próprio real, posto que se trata de uma amplificação da simulação que satura a realidade.

Também contrário à posição de Lévy está Paul Virilio. Enquanto LÉVY (1996, p.11) enxerga o movimento de virtualização como “busca de hominização” e mais ainda, como “um dos principais vetores de criação da realidade” (ibid., p. 18) o mesmo é visto por VIRILIO (1993) como causador do que poderia ser chamado de “implosão do espaço-tempo”. A interatividade das novas tecnologias esmaga as distâncias tradicionais ao mesmo tempo em que se aumenta a velocidade de contato. Há uma “desterritorialização” do espaço e uma aceleração do tempo que convergem para uma “desrealização”. Dessa forma, segundo ele, as mídias são responsáveis pela

co-produção da realidade sensível na qual as percepções diretas e mediatizadas se confundem para construir uma representação instantânea do espaço, do meio ambiente. A observação direta dos fenômenos visíveis é substituída por uma teleobservação na qual o observador não tem mais contato imediato com a realidade observada. Se este súbito distanciamento oferece a possibilidade de abranger as mais vastas extensões jamais percebidas (geográficas ou planetárias), ao mesmo tempo revela-se arriscado, já que a ausência da percepção imediata da realidade concreta engendra um desequilíbrio perigoso entre o sensível e o inteligível, que só pode provocar erros de interpretação tanto mais fatais quanto mais os meios de teledetecção e telecomunicação forem performativos, ou melhor: videoperformativos (ibid., p. 23).

Sobre o caráter possivelmente excludente e angustiante das novas tecnologias, LÉVY (2000, p. 30) também é otimista: “Devido a seu aspecto participativo, socializante, descompartimentalizante, emancipador, a inteligência coletiva proposta pela cibercultura constitui um dos melhores remédios para o ritmo desestabilizante, por vezes excludente, da mutação técnica”.

Já VIRILIO (1999) contrapõe-se frontalmente a esse otimismo em relação ao ciberespaço. Para ele, “o ciber mundo não é, pois, senão a forma hipertrofiada de um colonialismo cibernético” (ibid., p. 105). Sobre essa configuração técnica-tecnológica afirma:

Toda revolução é um drama, mas a revolução técnica que se anuncia é, sem dúvida, mais

que um drama, é uma tragédia do conhecimento, a confusão babeliana dos saberes individuais e coletivos (...) Fruto de uma ilusão ‘tecno-sófica’ contemporânea do fim da guerra fria como ‘fim da História’, a cibernética da rede das redes é menos uma técnica que um sistema – um tecno-sistema de comunicação estratégica que traz consigo o risco sistêmico de uma reação em cadeia de estragos, logo que a mundialização se tornar efetiva. (...) Observa-se que, mais uma vez, a guerra econômica avança mascarada pela promoção da maior liberdade de comunicação. (ibid., p. 66)

Na sociedade da informação, a derrubada ou diminuição das fronteiras é uma realidade, e as *commodities* (bens, produtos ou serviços) disponíveis são o conhecimento e a informação, produzidos e disseminados dentro de um contexto de globalização, no qual essas informações devem ser avaliadas também dentro de um contexto cultural. O conceito-chave contemporâneo é o de rede, onde se estabelecem novas formas de se produzir conhecimento e cultura, estabelecendo *links* entre culturas diferentes, que se comunicam, se expõem umas às outras, em um processo gradativo, às vezes combatido, às vezes exaltado, de interação.

## 1.2 TÉCNICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

As relações entre sociedade e técnica são importantes na medida em que os desenvolvimentos tecnológicos podem ser influentes nos processos que modificam diversos setores sociais. No entanto, é necessário compreender a técnica e a tecnologia, entender como a sociedade se relaciona com ambas e qual sentido essa sociedade tem dado ao desenvolvimento tecnológico.

Segundo SANTOS (1996, p. 25), “as técnicas são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço”.

Para LÉVY (2000, p. 22), a técnica não é “livre” dos homens, é “um ponto de vista que enfatiza a parte material e artificial dos fenômenos humanos, e não uma entidade real, que existiria independente do resto, que teria efeitos distintos e agiria por vontade própria”.

Dessa forma, não se deve conceber a técnica como, apenas, um único

instrumento. Na perspectiva de Milton Santos, ela deve ser entendida como um conjunto de meios; na de Lévy, ela não pode existir independente dos humanos, que a criam e a recriam, de acordo com seu conjunto de necessidades e possibilidades.

A aliança entre técnica e ciência está intimamente relacionada com a tecnologia para muitos autores modernos, como VARGAS (1985, p. 13):

No início do século XVII, dois fatos cooperaram para o aparecimento da tecnologia como uma aproximação da técnica com a ciência moderna. O primeiro foi o aparecimento na Europa, de uma crença de que tudo que pudesse ser feito pelo homem poderia sê-lo por intermédio de conhecimentos científicos. O segundo foi que a ciência experimental exigia, para seus experimentos, instrumentos de medida precisos que teriam que ser fabricados ou por cientistas com dotes artesanais ou por artesãos, informados pelas teorias científicas. Essa, sem dúvida, foi a origem da tecnologia como utilização de teorias científicas na solução de problemas técnicos.

Pode-se, então, afirmar que VARGAS (1994) concebe a tecnologia como a simbiose da técnica com a ciência moderna. GAMA (1987), por sua vez, procura expandir esse entendimento da tecnologia, classificando-a como “a ciência do trabalho produtivo” (ibid., o. 178). Para o autor, só faz sentido falar em tecnologia na modernidade com o advento do sistema capitalista. Para demonstrar em que sentido a tecnologia seria uma ciência o autor propõe um tetraedro, figura geométrica de quatro faces iguais, com as quatro dimensões da tecnologia: a tecnologia do trabalho, a tecnologia dos materiais, a tecnologia dos meios de trabalho e a tecnologia básica ou praxiologia.

Mas GAMA (1987) também destaca aquilo que, para ele, não é tecnologia: a tecnologia não é um conjunto de técnicas, não é a forma como os homens constroem as coisas; não é o meio pelo qual o homem se apropria da natureza e nem o meio pelo qual os homens retiram de seu *habitat* seu alimento, o abrigo, as roupas e as ferramentas de que precisam para sobreviver; não é o conjunto de ferramentas, máquinas, aparelhos ou dispositivos mecânicos ou eletrônicos, manuais ou automáticos; não é o conjunto de invenções; não é ciência aplicada, não é mercadoria e não deve ser confundida com os sistemas de marcas e patentes e com os mecanismos de vendas, nem com o modo de produção capitalista.

Porém, para QUELUZ (2000), a reflexão de Ruy Gama possibilita uma maior compreensão da tecnologia e de suas diversas dimensões, mas precisa de maior aprofundamento:

... no meu entender é fundamental enfatizar mais fortemente as relações da tecnologia com a cultura, religião e política, esferas muitas vezes decisivas em seu desenvolvimento. Para Ruy Gama, estas dimensões estão fora de seu tetraedro, para mim elas estão nos seus interstícios, dobraduras, alimentando e preenchendo seus espaços vazios. São essas dimensões que solidificam a forma e o conteúdo, da figura geométrica abstrata. (ibid., p. 13)

No entendimento de João Augusto BASTOS (1998, p. 32), a tecnologia pode ser definida na seguinte perspectiva:

Num sentido mais específico, a tecnologia pode ser entendida como a capacidade de perceber, compreender, criar, adaptar, organizar e produzir insumos, produtos e serviços. Em outros termos a tecnologia transcende à dimensão puramente técnica, ao desenvolvimento experimental ou à pesquisa em laboratório; ela envolve dimensões de engenharia de produção, qualidade, gerência, marketing, assistência técnica, vendas, dentre outras, que a tornam um vetor fundamental de expressão da cultura das sociedades.

A tecnologia, assim, não é mais apenas instrumental, mas passa a contemplar dimensões socioculturais envolvidas na sua produção. Tal posição também está de acordo com o estudo de REIS (1995) em que a autora identifica pelo menos oito facetas importantes da tecnologia: a tecnologia como artefato, como uma atividade com um propósito, como um processo, como conhecimento, como sendo algo determinado por valores e contextos, como um sistema dinâmico, como organização social e como cultura.

Em uma de suas definições mais abrangentes, a autora afirma a tecnologia é encarada como “um processo contínuo através do qual a humanidade molda, modifica e gere a sua qualidade de vida” (ibid., p. 43), no sentido em que é considerada como uma soma de conhecimentos para solucionar ou aperfeiçoar situações da vida humana. Outra passagem interessante é ao se compreender a tecnologia como cultura:

É unanimemente aceite que a tecnologia e a ciência são formas de cultura. Mas, mais do que isso, como afirma Ladrière (1977)<sup>4</sup>, a tecnologia e a ciência, devido às suas características de autofuncionamento e de interação mútua, têm tendência para construir uma superestrutura autônoma e uma realidade objectiva com vida própria. Isto significa que o desenvolvimento tecnológico e científico modificou profundamente, não só o conteúdo da cultura, mas também os seus próprios fundamentos. De facto, é a própria existência humana e a sua cultura que estão sofrendo um processo de metamorfose, o qual resulta de uma transformação científico-tecnológica das sociedades. Se é verdade que ainda hoje as culturas, entre diferentes locais, países ou regiões do mundo, são diferentes e baseadas em tradições específicas, a influência da ciência e da tecnologia tem vindo a esbater as diferenças *e pode ser de tal forma determinante* [destaque meu] que no futuro pode levar-nos a uma cultura universal uniforme baseada inteiramente no domínio das coisas fabricadas ou construídas. (ibid., p. 46)

Portanto, como visto, a expressão tecnologia possui múltiplos sentidos, e carrega em si inúmeros significados e interpretações. Dessa forma, como diz MIRANDA (2002, p. 21), a tecnologia “é um fenómeno social, circunscrita a partir de circunstâncias históricas de cada época e, por isso mesmo, passível de identidade variável ao longo da história”. Para REIS (1995, p. 47), “a definição de tecnologia não é fácil e clara” e, ainda mais importante do que tentar defini-la, “é identificar os aspectos subjacentes à noção de tecnologia” (id.).

Como destacado na citação longa de REIS (ibid., p. 46), para alguns autores a tecnologia é capaz de determinar alguns aspectos da sociedade. Argumentos e críticas sobre o Determinismo Tecnológico podem ser encontrados em LIMA (2001) e FEENBERG e HANNAY (1995).

De maneira geral, o Determinismo Tecnológico se baseia na suposição que as tecnologias têm uma lógica autônoma que pode ser explicada sem se fazer referência à sociedade. Sobre a relação entre a tecnologia e instituições sociais, para CASTELLS (1999, p. 25).

É claro que a tecnologia não determina a sociedade. Nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica, uma vez que muitos fatores, inclusive criatividade e iniciativa empreendedora, intervêm no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão

---

<sup>4</sup> Ladrière, J. *The Challenge Presented to Cultures by Science and Technology*. Belgium, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 1977.

interativo.

No exemplo citado, o autor explica que o determinismo tecnológico não é uma boa alternativa para se entender o papel da tecnologia na sociedade, que é preciso entender que, numa relação complexa, não existe uma determinação direta, mas sim uma efetiva relação de múltiplos condicionamentos. Mas não há de se negar que a tecnologia é um poderoso agente de mudança, tanto do arranjo social como do próprio estilo de vida.

LÉVY (2000, p. 25), ao abordar essa mesma questão, é enfático na defesa da idéia de condicionamento, ao afirmar: “Uma técnica é produzida dentro de uma cultura, e uma sociedade encontra-se condicionada por suas técnicas. E digo *condicionada*, não *determinada*. Essa diferença é fundamental”.

Novamente observa-se nomenclaturas diferentes dadas por Castells e Lévy<sup>5</sup>, mas o que fica evidente é que, pelo pensamento desses autores, a tecnologia não determina a organização social. Imersa num contexto de constante modificação pelo uso cotidiano, ela condiciona atitudes, valores e o jeito de produzir a vida material, mas é no homem que se deve buscar as respostas.

A mesma reflexão possui MIRANDA (2002), a de perceber a tecnologia dentro dos mais diversos fenômenos sociais e culturais

Portanto, o processo de produção e consumo de tecnologias pe antes de tudo um processo social; ele é condicionado pela estrutura social, que se dá num campo de conflitos sociais e de relações de poder, de interesses e disputas, donde, pois, tem-se a possibilidade de criar situações de permanência ou de transformações desta estrutura. Daí que a tecnologia não é um fenômeno inevitável e intransponível à condição humana; ela é um produto social (ibid., p. 118)

Para José A. MEDEIROS e Lucília A. MEDEIROS (1993, p.14), é preciso ser adepto do desenvolvimento tecnológico, mas sem se “fascinar pelo aparato que, embora sofisticado, não atende a seus propósitos”. Necessita-se entender que “mais do

---

<sup>5</sup> Como dito, diferentes autores costumam conceituar de forma diferente técnica e tecnologia, porém entende-se que a idéia de Lévy e Castells são de um mesmo ponto de vista, mesmo usando diferentes nomenclaturas.

que uma calculadora, a tecnologia, significa, entre outras coisas, melhores padrões de saúde, alimentação, habitação, educação e transporte” (id.).

Por outro lado, os autores defendem que se encantar pelos produtos tecnológicos é um ato perigoso, “é preciso vencer a tentação de se deixar envolver unicamente pela magia associada ao aparato tecnológico. É freqüente as pessoas se tornarem vítimas de um mercado em que necessidades são criadas, antecipadas e induzidas por fabricante, por meio de convincentes vendedores”. (ibid., p. 43).

No mesmo caminho J. A. BASTOS (1998, p. 15) considera

... em termos mais atuais, permanece o mito da ideologia da industrialização como condição essencial para o crescimento econômico baseado muito mais na geração de riquezas do que na distribuição de renda. Ainda, presencia-se o mito das novas tecnologias como formadoras do ‘Admirável Mundo Novo’, importadas indiscriminadamente para solucionar problemas fora de contextos regionais e sociais.

Por conta dessa situação, é preciso compreender que não se deve simplesmente assumir diante das tecnologias um papel altamente otimista ou altamente resistente e negativo. É necessário apontar as limitações existentes na visão de que o desenvolvimento tecnológico é aquele vinculado exclusivamente ao aperfeiçoamento e surgimento de máquinas e artefatos.

É nesse sentido que se defende a idéia de que pensar o computador e a Internet em ambientes de aprendizagem significa muito mais do que instalar máquinas. Significa colocar à disposição de professores e estudantes um mundo virtual, um novo jeito de aprender, significa conectá-los ao pilar fundamental da sociedade informacional: a sociedade em rede. São os ambientes interativos, gerados a partir da informação digital, que provocam as grandes revoluções na relação homem-máquina e na amplificação da importância da técnica.

### 1.3 CULTURA E NOVAS TECNOLOGIAS

Raymond Williams trata da centralidade do conceito de cultura em seu livro *Cultura e Sociedade*, no qual mostra que a cultura, no século passado, veio a indicar “todo um sistema de vida, no seu aspecto material, intelectual e espiritual” (WILLIAMS, 1969, p. 18). Em suas análises o autor se depara com a idéia de “as massas” e de “civilização de massa”, “democracia de massa” e “comunicação de massa”.

Entretanto, o próprio conceito de massa levanta uma série de dificuldades. Para WILLIAMS (ibid., p. 309) “em verdade, não há massas, há apenas maneiras de ver os outros, como massa”, a questão é “investigar o efeito que esses modos de ver a outras pessoas tiveram sobre nossos hábitos pessoais e coletivos de pensar. A realidade é que esse modo de ver os outros, que é característico de nosso tipo de sociedade, foi capitalizado para fins de exploração política e cultural”.

Para ele, ao colocar-se a idéia de massas, altera-se radicalmente a situação e a posição do autor de uma transmissão. Dizer que as pessoas são “massa” decorre não da incapacidade de conhecê-las, mas do fato de interpretá-las segundo uma fórmula.

A fórmula pode ser a da audiência como seres racionais exprimindo-se em nossa língua. Ou como pessoas interessadas partilhando de nossa experiência comum. Ou – e aqui é que entram as “massas” – como populacho crédulo, inconstante, fácil de conduzir e de gosto e hábitos baixos. A fórmula decorrerá da intenção que tivermos. Se nosso propósito for educação, arte, a transmissão de informações ou opiniões, teremos a fórmula da audiência como seres racionais e interessados. Se, por outro lado, nosso propósito for o de manipular – persuadir grande número de pessoas a agir, sentir, pensar e saber de certa maneira – a fórmula será a das massas (ibid., p. 313).

O fato novo é a expansão da audiência dessas transmissões de informações ou opiniões, um desenvolvimento que o autor chama de “transmissão múltipla”. Essa expansão se deve a dois motivos, o da difusão da educação, que acompanhou o desenvolvimento da democracia e os próprios avanços técnicos dos meios de comunicação. À luz das considerações anteriores a propósito de “massas”, não deixa de ser significativo que a expansão da audiência, tenha vindo a ser interpretada como “comunicação de massa” (id.).

A fim de analisar essa idéia de comunicação, dois pontos preliminares merecem ser ressaltados: há, em primeiro lugar, uma constante tendência de confundir as técnicas em si mesmas com os usos que delas se fazem numa dada sociedade; e há, em segundo lugar, quando se examinam esses usos, a tendência de selecionar certos deles, às vezes num grau extremo, para justificar argumentos em torno dos meios de comunicação.

Segundo FORQUIN (1993), ao analisar as idéias de Raymond Williams, o verdadeiro problema que os meios de comunicação colocam, é

o do direito, da responsabilidade, do poder de controle sobre as mensagens e as redes: é um problema de ordem política muito mais do que de ordem técnica. É verdade que os meios de comunicação modernos podem ser e são freqüentemente utilizados numa perspectiva de manipulação e de dominação contrária à exigência democrática, o que engendra a inércia, a apatia, a desconfiança, a alienação do público. Mas Williams considera que uma nova prática da comunicação social é possível, a qual consiste em multiplicar as possibilidades de expressão no seio da comunidade, fazendo com que todas as fontes de expressão possíveis tenham acesso às redes comuns constituídas pelos meios de comunicação modernos (ibid., p. 35).

Por meio da evolução das mídias digitais, em especial a Internet, com o aumento de textos, imagens, músicas armazenados sob forma numérica e registrados na memória de um computador, ou seja, com a esfera da comunicação e da informatização se transformando numa esfera informatizada, cabe-se perguntar qual o significado cultural disso.

Diferentemente do jornal e televisão, processos analisados por Williams, a Internet possui uma característica singular: o fato de, em sua interatividade, não haver um único centro emissor para uma multiplicidade de receptores, freqüente nas mídias comuns e que LÉVY (2000) chama de interação “um-todos”. A rede permite a comunicação instantânea entre seus interlocutores constituindo um espaço de relação de todos com todos, em que a impessoabilidade comum pode ser, ao menos num plano virtual, facilmente quebrada.

Com essas mutações na comunicação diversos pontos de questionamento aparecem. Surge um neologismo, a *cibercultura*, que especifica “o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores

que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço” (ibid., p. 17). Essa cibercultura “expressa o surgimento de um novo universal, diferente das formas culturais que vieram antes dele no sentido de que ele se constrói sobre a indeterminação de um sentido global qualquer” (ibid., p. 15), essa é uma hipótese importante para Lévy e que merece ser melhor discutida. O autor afirma que nas sociedades orais as mensagens eram sempre recebidas no mesmo sentido em que eram produzidas. Com o surgimento da escrita os textos se separaram do contexto vivo em que foram produzidos. Para vencer essa dificuldade

algumas mensagens foram, então, concebidas para preservar o mesmo sentido, qualquer que seja o contexto (o lugar, a época) de recepção: são as mensagens “universais” (ciência, religiões do livro, direitos do homem etc). Esta universalidade, adquirida graças à escrita estática, só pode ser construída, portanto, à custa de uma certa redução ou fixação do sentido: é um universal “totalizante”. A hipótese que levanto é que a cibercultura leva a co-presença das mensagens de volta a seu contexto como ocorria nas sociedades orais, mas em outra escala, em uma órbita completamente diferente. A nova universalidade não depende mais da auto-suficiência dos textos, de uma fixação e de uma independência das significações. Ela se constrói e se estende por meio da interconexão das mensagens entre si, por meio de sua vinculação permanente com as comunidades virtuais em criação, que lhe dão sentidos variados em uma renovação permanente. (id.)

Esclarecido o conceito de cibercultura para Lévy, seguem algumas importantes considerações de HALL (1997, p. 18) sobre o impacto da tecnologia na sociedade e suas mudanças culturais.

A síntese do tempo e do espaço que estas novas tecnologias possibilitaram (...) introduz mudanças na consciência popular, visto que vivemos em mundos crescentemente múltiplos e — o que é mais desconcertante — “virtuais”. A mídia encurta a velocidade com que as imagens viajam, as distâncias para reunir bens, a taxa de realização de lucros (...)

Neste sentido há um “deslocamento cultural”, visto que as novas tecnologias aprofundam uma conexão global, lançando as pessoas em um contato intenso e imediato entre si. Isso pode ser percebido nas transformações no cotidiano das pessoas, conforme mostra a citação de HALL (ibid., p. 21-22):

o declínio do trabalho na indústria e o crescimento dos serviços e outros tipos de ocupação (...) as mudanças no tamanho das famílias, nos padrões de diferenças de geração, de responsabilidade e autoridade dos pais; o declínio do casamento numa época de incremento do divórcio, o aumento de famílias uniparentais e a diversificação de arranjos familiares; o envelhecimento da população (...) a redução das tradicionais idas à igreja e da autoridade

dos padrões morais e sociais tradicionais e das sanções sobre as condutas dos jovens; os conflitos de gerações em consequência da divergência entre jovens e adultos.

No mesmo artigo, Hall trata de três formas de regulação através da cultura. A primeira é a normativa, em que as ações humanas são guiadas por normas, no sentido que quando se realiza alguma atividade esta é baseada em como ela é normalmente feita em nossa cultura. O que a regulação normativa faz é “tornar nossas ações inteligíveis para os outros” criando “um mundo ordenado - no qual cada ação está inscrita nos significados e valores de uma cultura comum a todos” (ibid; p. 33).

Outra forma de “regular culturalmente” são os processos classificatórios que delimitam cada cultura, definindo semelhanças e diferenças, o que é “aceitável” e o que é “inaceitável” ou que costumes e práticas são considerados “normais” e “anormais”. Para HALL (id.), “quando uma pessoa pode ser definida como alguém cujas ações são sempre inaceitáveis, conduzidas por normas e valores que não compartilhamos, nossa conduta em relação a essa pessoa será modificada”.

A última forma de regulação é de grande interesse para este trabalho. Essa terceira forma se dá em termos de constituição de novos sujeitos, trabalhando diretamente sobre a subjetividade dos mesmos. O interessante neste tipo de regulação, que não é efetuada sem o acompanhamento de conflitos e resistências, é o fato de levar os indivíduos a regularem-se a si mesmos, ao invés de simplesmente impor um controle externo.

A estratégia é alinhar as motivações e aspirações pessoais e subjetivas de cada sujeito às motivações da organização, redefinir suas habilidades e capacidades conforme as especificações pessoais e profissionais (...) Isso configura a aplicação do que Foucault denominou as “tecnologias do eu” para “a construção de si mesmo” (...) A regulação por meio da “mudança cultural” – por uma passagem para o “regime dos significados” e pela produção de novas subjetividades, no interior de um novo conjunto de disciplinas organizacionais – é outro modo poderoso de “regular *através* da cultura”. (ibid., p. 43)

## 1.4 PODER E SUBJETIVIDADE

Foucault, em diversas obras (salienta-se FOUCAULT, 1984, 2002 e 2003), analisa os mecanismos de poder e subjetivação. Destaca-se um poder disciplinar que, centrado no corpo dos indivíduos, tem como objetivo um melhor aproveitamento do tempo e maximização do rendimento do trabalho, através de uma organização espacial e temporal dos corpos, de modo a ordená-los em termos de divisão, distribuição, alinhamento, sempre sob uma vigilância constante. Para exemplificar essa posição, no que se refere à escola, basta pensar na questão do silêncio na sala de aula. FOUCAULT (2002, p.123) já dizia ser esse um dos objetivos da organização espacial da escola “anular os efeitos das repartições indecisas, o desaparecimento descontrolado dos indivíduos, sua circulação difusa, sua coagulação inutilizável e perigosa; tática de antideserção, de antivadiagem, de antiaglomeração” e que busca “estabelecer as presenças e as ausências, saber onde e como encontrar os indivíduos, instaurar as comunicações úteis, interromper as outras”. Nas análises do autor sobre a docilidade dos corpos, ele fala que “o treinamento dos escolares”, na escola do século XVIII e XIX, era feito de maneira que sejam utilizadas “poucas palavras, nenhuma explicação, no máximo um silêncio total que só será interrompido por sinais - sinos, palmas, gestos, simples olhar do mestre...” (ibid., p. 140). Mas é possível identificar o silêncio em vários tipos de interações sociais. No caso da sala de aula, por exemplo, ao se pedir por silêncio, deve-se pensar também em um ambiente propício para a concentração dos alunos, o que é perfeitamente compreensível e desejável.

Integrado ao poder disciplinar, durante a segunda metade do século XVIII o que se vê aparecer é uma outra forma de poder. Uma forma de regulação se aplica à vida dos homens, gerando saberes preocupados com os processos de suas vidas, como o nascimento, a morte, a produção, a doença etc. Tem-se uma forma de poder que, por sua vez, não é individualizante, mas massificante: o biopoder.

E esse poder é entendido não unicamente como repressivo, mas também como produtivo, pois induz, propõe, aponta, faz surgir coisas novas. Assim, surge um

poder que produz a vida, gerindo-a de modo a valorizá-la, multiplicá-la, na mesma medida que exerce sobre ela o seu controle, exigindo dela produtividade. O antigo direito de causar a morte ou deixar viver está sendo substituído pelo novo direito de causar a vida ou devolver à morte. O poder disciplinar e o biopoder caracterizam as sociedades disciplinares. Nelas necessita-se de grandes meios de confinamento, espaços fechados nos quais os indivíduos estão sempre presentes e onde vão se constituindo como sujeitos dessa sociedade: a família, a escola, o quartel, a fábrica, o hospital, e, eventualmente, a prisão.

Porém, assim como as sociedades disciplinares sucederam as sociedades de soberania, DELEUZE (1992) defende que elas estão sendo progressivamente substituídas pelas sociedades de controle em que o indivíduo não precisa mais ser seqüestrado institucionalmente para sofrer os processos de subjetivação. As instituições anteriores atravessam várias crises e passam por processos de “reforma”. A fábrica, por exemplo, é substituída pela empresa, e uma de suas modificações está na concorrência criada entre os seus indivíduos em busca de prêmios e reconhecimento que funciona como um eficiente dispositivo de controle. Da mesma maneira, “a formação permanente tende a substituir a escola e o controle contínuo substitui o exame. Este é o meio mais garantido de entregar a escola à empresa” (ibid., p. 221).

Na questão de vigilância, FOUCAULT (2002) usa a imagem do Panóptico, lógica idealizada por Bentham, que se baseia em três elementos: um espaço fechado, de preferência circular, todo dividido em celas e com uma torre central. Da torre pode-se enxergar todas as celas que a cercam, mas a recíproca não é verdadeira, visto que de cada cela não se deve enxergar quem está na torre e nem mesmo nas outras celas. Essa lógica é um dos pilares do dispositivo disciplinar. Porém, BAUMAN (1999) argumenta que, com a transição da sociedade disciplinar para a sociedade de controle, essa imagem dá lugar a outra, a dos “bancos de dados”. Enquanto o propósito do Panóptico era instituir a disciplina como forma de moldar padrões, evitando variações, o objetivo dos bancos de dados é conferir “credibilidade” às pessoas cadastradas, garantindo sua confiabilidade: “A principal função do Panóptico era garantir que ninguém pudesse

*escapar* do espaço estreitamente vigiado; a principal função do banco de dados é garantir que nenhum intruso *entre* aí sob falsas alegações e sem credenciais adequadas (ibid., p. 59), de fato “o banco de dados é um instrumento de seleção, separação e exclusão” (id.).

Para caracterizar esse atual mecanismo, BAUMAN (1999) usa o termo Sinóptico, afirmando que a situação atual pode ser compreendida com uma condição em que “muitos vigiam poucos” – o que está intimamente ligado à ascensão dos meios de comunicação. Sua estratégia é a oferta de “liberdade”, uma estratégia de sedução que desperta o encantamento estético daqueles que estão fora desse mundo de exposição da mídia. Estes poucos “vigiados” seriam as “celebridades”. No Sinóptico, os habitantes locais observam os globais, observam aqueles que já não se localizam em nenhum lugar específico por que se deslocam na virtualidade. Sua autoridade é garantida simultaneamente pelo seu distanciamento (não estão localizados, não podem ser encontrados facilmente) e pela sua proximidade (podem ser vistos cotidianamente em revistas, na tv, na Internet).

Tal visão é exemplificada e, em certa maneira, ampliada pelo estudo de FISCHER (2005) sobre mídias e jovens, no qual a autora afirma que os jovens procuram, especialmente, a TV para “se ver” sendo moldados a partir dos modos de existência presentes na mídia, ainda que haja espaço para visões críticas:

De modo geral, pode-se dizer que para seis grupos com os quais a equipe de pesquisa entrou em contato, a televisão é parte indiscutível do cotidiano: é necessidade, é presença, é lazer e companhia. É também fonte de crítica, mas é, sobretudo, lugar a partir do qual se fala em acolhida, como se de fato a TV operasse como uma grande “mãe cultural”, que nos diz: “Vem, me veja, olhe e se olhe, porque *você* está aqui”. (...) Os inúmeros relatos foram dando conta de que a TV funciona como modos de pertencimento, de participação em relação a algo que é público. (...) Cada um encontra nos diferentes produtos televisivos alguma possibilidade de afirmar: “Eu estou ali”, “isso me toca”, “eu sou bem parecido com essa pessoa”. (ibid., p. 20)

Assim, ver o outro é, de determinada forma, ver a si mesmo, vigiar o outro é, também, vigiar a si mesmo. Para BAUMAN (1999, p. 60) “o Panóptico *forçava* as pessoas à posição em que podiam ser vigiadas. O Sinóptico não precisa de coerção – ele *seduz* as pessoas à vigilância”. Isto significa que o mecanismo de controle se

deslocou. Por um lado, as instituições se fragmentaram, desestabilizando os dispositivos disciplinares – não há mais como estar “dentro ou fora”; por outro lado, encontram-se todos incluídos, enredados em um sistema que nos prende “por fora” e simultaneamente nos atrai “para dentro”, mantendo sempre entreaberta a porta de entrada.

Para analisar-se essas idéias no contexto da Internet cabe ressaltar algumas características da rede. Não existem grades de programação ou rotas pré-estabelecidas até os materiais informativos na Internet, o usuário escolhe as informações nos horários, nas frequências e nos ângulos de abordagem que preferir. Enquanto a televisão, o rádio e o jornal trazem as notícias que selecionam conforme suas próprias diretrizes, as redes computadorizadas fazem com que seus usuários busquem as informações dispersas pelo planeta de acordo com seus interesses, definindo por conta própria a que mídias, programas de buscas ou bases de dados devem recorrer<sup>6</sup>.

Os usos imensuráveis da Internet refletem a complexidade social, econômica, afetiva, ética, cultural e política do mundo contemporâneo. Nas telas dos monitores trafegam o comércio eletrônico, a guerra entre os fabricantes de *softwares*, os *hackers*, a pornografia, projetos militares e seitas místicas. E também se dispõe de uma escala impressionante de informações, cultura e divertimento, programas educacionais e científicos, bases públicas e privadas, trocas entre indivíduos, grupos e instituições, e modalidades promissoras de intervenção política, cultural e social.

O fato é que a soma dessa rede e dos saberes que se estabelecem a partir dela constitui um novo dispositivo de poder, à medida que qualquer comunicação qualificada passa a acontecer nesse meio e nas linguagens e habilidades compatíveis com a rede. Nessa perspectiva aqueles saberes que se dão fora das linguagens e competências do computador seriam desqualificados e abandonados.

A história da informática mostra que os primeiros computadores surgiram

---

<sup>6</sup> No final da investigação esse ponto será novamente discutido, afinal, ainda que não existam rotas pré-estabelecidas, há sempre grandes portais pelos quais os usuários acabam passando para buscar suas informações.

depois da Segunda Guerra Mundial como consequência de projetos ousados e muito investimento. Eram perfeitamente funcionais na sua época, permitindo resolver problemas teóricos e práticos insolúveis até então. Assim como a Ciência daquela época era naturalmente considerada a mais evoluída, aqueles computadores hoje vistos como “sucatas”, eram as mais complexas máquinas construídas pelo homem. Da mesma forma, os produtos tecnológicos e as ciências de cada uma das décadas posteriores também eram considerados como os saberes mais qualificados e verdadeiros da época. Estes saberes são tidos como obsoletos e considerados inaceitáveis para os padrões tecnológicos de hoje. Pode-se tomar como exemplo os conhecimentos acerca de Informática disponíveis na década de 1980 quando da popularização do computador pessoal. Os conhecimentos do sistema operacional utilizado na época (DOS) não servem para o usuário comum operar a atual plataforma da maioria dos computadores pessoais atuais (Windows), quem dominar somente os conhecimentos antigos terá dificuldades em usar essa atual plataforma.

Isso evidencia que, no aspecto dos computadores, há um discurso de obsolescência freqüente, referente tanto aos equipamentos da informática quanto aos saberes necessários para operá-los. Esse discurso produz um novo tipo de controle sobre os indivíduos, que se sentem muitas vezes incompetentes em relação à velocidade de atualização necessária para estarem preparados para se comunicar e para trabalhar com as máquinas. Como os indivíduos não podem se transformar com a mesma velocidade das máquinas de informação contemporâneas, eles sofrem um novo tipo de sujeição, podendo ser controlados através delas.

Há outra questão importante: a possibilidade de vigilância na *web* parece estar atingindo perspectivas antes impensáveis. Todos os passos dos usuários podem ser rastreados. Todos os documentos que ele acessou podem ser registrados. Quando se utiliza a rede em sala da aula, todas essas informações podem ser usadas para gerar estatísticas e gráficos sobre o comportamento e o desempenho do aluno. Hoje já há formas de selecionar quais *sites* o aluno tem permissão para ver e quais não tem, e em quais horários.

Para BAUMAN (1999), as redes de bancos de dados oferecem a “liberdade”: “quanto mais informação sobre você contenha o banco de dados, mas livremente você poderá se movimentar. (...) Ao contrário do Panóptico, o banco de dados é um veículo de mobilidade, não grilhões a imobilizar as pessoas” (ibid, p. 59). Ou seja, pelas informações que podem ser coletadas nas ações dos alunos é possível gerar conhecimento a cerca deles e a aparente liberdade da aula pode tornar-se mais um instrumento do poder.

DELEUZE (1992, p. 224) afirmou que as novas tecnologias de informação que surgiam eram na verdade novos mecanismos de controle, capazes de operar uma “modulação universal” e como ele bem lembra “não há necessidade de ficção científica para se conceber um mecanismo de controle que dê, a cada instante, a posição de um elemento em espaço aberto, animal numa reserva, homem numa empresa”. Há sistemas de controle de informação por toda a parte, por todas as mídias. Ao contrário da disciplina que era de longa duração e descontinuada, o que se observa hoje é a implementação de um controle de “curto prazo e de rotação rápida, mas também contínuo e ilimitado”. Enquanto nos sistemas de vigilância baseados na visão o mais importante é o indivíduo se sentir vigiado, nos sistemas de controle por informação nem sempre o indivíduo tem consciência da possibilidade de ser controlado. E a Internet parece ser o melhor exemplo dessa nova forma de dominação.

Para discutir esse novo sujeito na atual sociedade, HARAWAY (2000, p. 40) sugere a figura do ciborgue, um ser que é “simultaneamente animal e máquina”, que habita “mundos que são, de forma ambígua, tanto naturais quanto fabricados”.

Nesse sentido cabe a idéia de sujeito-ciborgue desenvolvida por MENDES (2001, p. 134), para quem esse sujeito-ciborgue é “o híbrido da interação humano/máquina, no campo das construções das identidades-subjetividades. [...] [os] ciborgues estão imbricados a formas de poder específicas, nas quais relações com o saber estão presentes”. Esse novo sujeito nasce, então, das interações propostas pela máquina e das interações percebidas e internalizadas pelo indivíduo, na visão de HARAWAY (2000), não podendo se definir com exatidão quem fez e quem é feito na

relação homem-máquina.

A Internet parece ter grande capacidade em criar vínculos entre os usuários e a própria rede, vínculos que podem fazer aparecer novos sujeitos com novas noções de tempo e espaço, com ligações tão estreitas, perturbadoras e provavelmente prazerosas entre o humano e a máquina. Nesse cenário GREEN e BIGUM (2003, p. 236) argumentam que “os vínculos perceptuais – isto é, o som e a imagem – têm, cada vez menos, aparência de máquina e, conseqüentemente, as uniões feitas entre a máquina e o/a humano/a tornam-se mais ‘naturais’”.

GUATARRI (1992, p.15-16) aponta, no processo de subjetivação operado pelas novas tecnologias, um movimento duplo e simultâneo, de “homogeneização universalizante e reducionista da subjetividade e uma tendência heterogenética, quer dizer, um reforço da heterogeneidade e da singularização de seus componentes”. Neste ponto é taxativo quando ao futuro da virtualização da cultura: ou caminha-se para “a criação, a invenção de novos Universos de referência”; ou, no sentido inverso, a “mass-midialização embrutecedora, à qual são condenados hoje em dia milhares de indivíduos”.

Na mesma tendência ressalta-se a afirmação de HARAWAY (2000, p. 70) “As tecnologias de comunicação e as biotecnologias são ferramentas cruciais no processo de remodelação de nossos corpos. Essas ferramentas corporificam e impõem novas relações sociais”. A noção de ciborgue, justamente essa complexa relação corpo-máquina, tem como questão-chave uma teoria de linguagem e controle. Isto é “a busca de uma linguagem comum na qual toda a resistência ao controle instrumental desaparece e toda a heterogeneidade pode ser submetida à desmontagem, à remontagem, ao investimento e à troca”. Esta tecnologia, segundo a autora, pode ser condensada na metáfora militar C<sup>3</sup>I – comando, controle, comunicação e inteligência.

Essa idéia de ciborgue é fundamental se for compreendida como uma elaborada “tecnologia política do corpo”, processo extremamente complexo, com origens difusas e muitas vezes não apresentando uma lógica contínua e sistemática de seus discursos. Assim, para se analisar o uso da Internet na educação como uma forma

de subjetivação do indivíduo, é necessário discuti-la também como expressão de relações de poder.

E, nesse sentido, ressalta-se que um ambiente informatizado de educação permite um controle quase impensável sobre o aluno. Este pode entrar nesse ambiente virtual de ensino na hora que quiser. Liberdade de horário para aprender, o que seria louvável, caso não existisse um formidável sistema de controle. O aluno pode ser monitorado no exato momento que entra no sistema e tudo que ele faz pode ser registrado até sua saída. Pode-se criar um tipo de sistema que guarda todas as informações e permite gerar um conhecimento sobre o comportamento e a performance do aluno. Caminhos que ele pretende seguir podem ser bloqueados e apenas poucas páginas liberadas para acesso. É uma capacidade operacional de vigilância e controle com uma força impressionante.

Porém, uma análise desses dispositivos evidencia que eles não possuem uma força onipresente e onipotente, que controlam todos os espaços e sujeitam todos os corpos, como é a idéia do panoptismo. Da mesma forma que Foucault mostrou que em todas as épocas existiram outros saberes paralelos aos saberes tidos como qualificados, existem também hoje saberes que estão sendo “sepultados, mascarados em coerências funcionais ou em sistematizações formais” (FOUCAULT, 1984, p. 170). Hoje todos os incluídos nos sistemas tecnológicos são “observados” e tem, de alguma forma, seus movimentos controlados por eles. No entanto, é possível notar que nas entrelinhas desse poder fervilham forças de resistência que produzem “uma série de saberes [que] são qualificados como não competentes ou insuficientes elaborados” (ibid., p. 170), ou que se utilizam de saberes competentes de uma forma não esperada ou desejada.

Essas relações de poder-saber presentes no processo de ensino-aprendizagem e que sofrem modificações com o uso da Internet precisam ser evidenciados, pensados e problematizados pelo professor. Para FOUCAULT (1984, 2002), o poder não é, em si, bom ou mau, mas sim perigoso. De bom proveito a esse trabalho, bem como para justificar essa afirmação, é parte da entrevista de Michel Foucault transcrita no livro *Ditos e Escritos 5* (FOUCAULT, 2004, p. 284-285):

- O senhor está muito distante de Sartre, que nos dizia: ‘O poder é o mal.’

- Sim, e freqüentemente me atribuíram essa idéia, que está muito distante do que penso. O poder não é mal. O poder são jogos estratégicos. (...) Tomemos também alguma coisa que foi objeto de críticas freqüentemente justificadas: a instituição pedagógica. Não vejo onde está o mal na prática de alguém que, em um dado jogo de verdade, sabendo mais do que um outro, lhe diz o que é preciso fazer, ensina-lhe, transmite-lhe um saber, comunica-lhe técnicas; o problema é de preferência saber como será possível evitar nessas práticas – nas quais o poder não deixa de ser exercido e não é ruim em si mesmo – os efeitos de dominação que farão com que um garoto seja submetido à autoridade arbitrária e inútil de um professor primário; um estudante, à tutela de um professor autoritário etc. Acredito que é preciso colocar esse problema em termos de regras de direito, de técnicas racionais de governo e de *êthos*, de prática de si e de liberdade.

*- Poderíamos entender o que o senhor acaba de dizer como critérios fundamentais do que o senhor chamou de uma nova ética? Tratar-se-ia de tentar jogar com o mínimo de dominação...*

- Acredito que este é efetivamente o ponto de articulação entre a preocupação ética e a luta política pelo respeito dos direitos, entre a reflexão crítica contra as técnicas abusivas de governo e a investigação ética que permite instituir a liberdade individual.

Dessas relações pode surgir a ilusão, a exploração, a manipulação e a dominação das pessoas. Pessoas que, além de um estarem sujeitas a um poder externo, internalizam seus conceitos através de processos bem descritos pelo autor através do poder disciplinar e do biopoder e continuado por conceitos de DELEUZE (1992) através de processos de controle. Assim as pessoas vão se constituindo como sujeitos, inevitavelmente, imersos nas relações de poder. Com o uso da Internet na educação experimenta-se novas formas de poder e de subjetivação para as quais também cabem as palavras de Deleuze ao comparar a sociedade disciplinar e de controle: “Não se deve perguntar qual é o regime mais duro, ou o mais tolerável, pois é em cada um deles que se enfrentam as liberações e as sujeições. (...) Não cabe temer ou esperar, mas buscar novas armas” (ibid., p. 220). Parece ser esse o papel a seguir pelo professor ao tratar do uso do recurso hipermídia no processo de ensino-aprendizagem, problematizar o controle que as Novas Tecnologias podem exercer na vida escolar do aluno, formá-lo crítico para saber lidar com essas questões e não apenas negá-la ou aceitá-la.

Para clarificar essa posição, exemplifica-se com as idéias OLIVEIRA (2004) que analisou qual o lugar da filosofia na escola. O trecho a seguir trata do uso da disposição dos alunos em círculo na sala de aula:

Sim, é verdade que o círculo promove condições melhores para uma aula de filosofia e sabemos bem dos argumentos que temos para utilizar esta configuração espacial. Mas, se ousarmos pensar de modo diferente sobre o já pensado, poderemos chegar à conclusão de que o círculo é perfeito para exercer o controle disciplinar. Por um lado, todos precisam ser vistos e ouvidos; por outro, parece que há uma imposição sutil do *ter que* – o aluno *tem que* falar, o aluno *tem que* escutar, o aluno *tem que* prestar atenção ao outro. Há aqui qualquer semelhança com o que Foucault escreveu sobre o panoptismo, não há? Entretanto, tudo é feito em nome da ética e do respeito ao trabalho coletivo. Eis a sutileza. (...) Não se trata de negar a idéia de círculo e muito menos de defender uma visão relativista a partir do que expomos. Apenas estamos propondo um exercício de imaginação para colocarmos em questão situações que merecem nossa atenção. (ibid, p. 3594)

Do mesmo modo, num momento posterior, a autora fala sobre a defesa do diálogo filosófico e da proibição da conversa em sala de aula e chega a mesma conclusão de antes: “Novamente afirmo: não estou defendendo o relativismo e/ou a falta de rigor nas aulas de filosofia; apenas desejo traçar alguns exemplos de como poderíamos problematizar aquilo que muitas vezes é tomado como consenso” (ibid, p.3594-3595). A autora não defende que se pare de utilizar a disposição em círculo nas aulas ou que não se tenha um diálogo filosófico de forma a manter os alunos em silêncio na sala, mas sim que, antes de usar-se essas táticas, é necessário refletir sobre elas.

Dessa forma, não é negando as novas tecnologias - ou se isolando delas - que se pode lutar contra essas novas forças dominadoras, afinal onde há força de opressão também há resistência. Onde há perigo também há oportunidade. É preciso um esforço para localizar e para utilizar os saberes, visando uma formação crítica que combata essas forças opressoras. Dependendo do uso dos poderes e contra-poderes, as tecnologias da informação, dentre elas a Internet, podem confirmar a manutenção do estado que já se encontrava antes, produzindo as subjetividades que lhe são adequadas, ou podem ser incorporadas de maneira crítica e criativa, abrindo espaços para o novo, o “extramuros” do poder.

Ou seja, o uso de uma tecnologia interativa não significa que automaticamente a relação entre pessoas seja interativa no sentido profundo. As pessoas podem manter formas de interação autoritárias, dependentes, contraditórias, abertas. Na Internet fala-se das inúmeras possibilidades de interação, de troca, de

pesquisa. Elas existem. Mas, na prática, se uma escola mantém um projeto educacional autoritário, controlador, a Internet não irá modificar em nada o processo já instalado, pelo contrário, poderá se tornar mais uma ferramenta que reforçará o posicionamento existente: a escola fará tudo para controlar o processo de pesquisa dos alunos, os resultados esperados, a forma impositiva de avaliação. Os alunos ou, eventualmente, alguns professores poderão estabelecer formas de comunicação menos autoritárias, mas para isso precisam contrariar a filosofia da escola. O que mostra que a Internet não é em si nem democrática nem autoritária, nem libertária nem opressora, mas sim que, longe de ser neutra, assume a forma, a condição, com que é usada.

## 2. EDUCAÇÃO E INTERNET

### 2.1 A ESCOLA E O COMPUTADOR

O computador é, hoje, um objeto técnico de grande importância no contexto da sociedade informacional. Não apenas o computador pessoal (PC), mas todo o conjunto de máquinas utilizadas, nos mais diversos setores da sociedade, desde um simples caixa eletrônico até um complexo supercomputador utilizado em pesquisas de ponta.

Para exemplificar como a informatização já é uma realidade brasileira, CARVALHO (2000, p. 9) argumenta que:

Se estendermos nosso olhar para as paisagens urbanas do Brasil da segunda metade da década de 90, vemos que o uso de mecanismos informáticos disseminou-se aceleradamente por toda a sociedade. Os controles remotos de TV, vídeo e som ainda confundem e irritam muitas pessoas em suas horas de lazer. Depois, indo ao banco, elas são literalmente empurradas para o manejo de máquinas que substituíram a maior parte do trabalho dos antigos caixas e escriturários e, ali, perante comandos “amigáveis” – talvez ainda com o auxílio de algum jovem estagiário, que tem a tarefa exclusiva de evitar que o cliente entre na fila do caixa humano e aprenda a utilizar o caixa eletrônico -, esses cidadãos se vêem obrigados a manipular teclas e comandos que lhes parecem estranhos e incompreensíveis.

Dessa forma, mesmo as pessoas sem um nível de instrução formal acabam tendo algum contato com máquinas informáticas. Os próprios programas federais de assistência social já utilizam cartões magnéticos que levam a esse contato. Assim, a escola, em todos os níveis, não pode deixar de pensar sobre os impactos da ampliação maciça do uso da informática no Brasil.

Segundo LÉVY (2000, p. 158), a emergência de novos padrões, gestados a partir das transformações provocadas pelo uso de tecnologias computacionais, tem impulsionado mudanças na educação:

De onde duas grandes reformas são necessárias nos sistemas de educação e formação. Em primeiro lugar, a aclimatação dos dispositivos e espírito da EAD (ensino aberto e a distância) ao cotidiano e ao dia-a-dia da educação. [...] Mas o essencial se encontra em um novo estilo de pedagogia, que favorece ao mesmo tempo as aprendizagens personalizadas e a aprendizagem coletiva em rede. [...] A segunda reforma diz respeito ao reconhecimento das experiências adquiridas.

Sendo assim, o uso do computador na educação deve ser pensado considerando aspectos ligados à interação homem-máquina e aos objetivos que o processo educativo se propõem a alcançar.

Indo além, o uso do computador requer um conjunto de mudanças, uma vez que a simples digitação de um texto cobra do indivíduo a capacidade de operar com símbolos, que compõem a linguagem da informatização. O código, o símbolo, as múltiplas formas de realizar uma mesma tarefa e, principalmente, a velocidade de mudança no conjunto de *hardware* e *software* provocam a necessidade de constante aprendizado e atualizações do aprendido.

Para PELUSO (1998), há ainda vários outros problemas relacionados com o uso do computador. Os principais estão relacionados com a opção pelo uso individual, que não privilegia a colaboração, o trabalho em equipe, facilitando, assim, um rompimento das relações interpessoais. Ligada ao perigo acima, há uma série de riscos para a saúde mental, como: isolamento, inadaptação e distúrbios sensoriais.

Há, ainda, a possibilidade de construção de uma personalidade altamente mecanizada, racional e dependente; com novos modelos de identificação privilegiando a máquina. No nível político, permite um controle, uma vigilância de indivíduos sobre indivíduos nunca antes tão abrangente.

Logo, para PELUSO (ibid.), fica evidente que a introdução do computador na educação não pode se dar sem um bom planejamento dos seus usos. Não basta comprar e instalar a máquina, é preciso que a comunidade escolar consiga assumir uma postura de trabalho que insira a informática no dia-a-dia educacional.

Sobre o uso desses ambientes de forma mais crítica, SIBOLDI e SALVO (1998, p. 25) ressaltam que:

[...] existe a possibilidade de intervir operacionalmente para atenuar as eventuais problemáticas que podem surgir de uma errada utilização desses meios. A intervenção é feita em dois níveis: deve envolver a programação à qual deveriam concorrer não só os operadores do ramo informático, mas também psicólogos, educadores, pedagogos, sociólogos. [...] Disso devem se considerar responsáveis, e aqui está o segundo nível operacional, a família, a escola, mas também os operadores que, por suas competências operacionais, podem contribuir para uma melhor compreensão da natureza biológica e social do homem, e de seus processos de desenvolvimento no campo da tecnologização.

Portanto, o uso do computador em sala de aula deve ser pensado e refletido. Sua atração maior está em seu potencial de comunicação. E por constituir um instrumento de comunicação, a questão está em “como” aperfeiçoar a relação aluno-professor, aluno-conhecimento e escola-sociedade.

O jovem atual convive e se relaciona bem com diversos tipos de mídia, como vídeo-game, Internet, TV a cabo, etc. E isto resulta numa bagagem de informação estranha à escola. Esta circunstância, segundo GREEN e BIGUM (2003, p. 209), é justificada pelo fato dos “jovens-sujeitos pós-modernos” que ocupam os espaços escolares contemporâneos, já terem nascidos dentro de uma realidade caracteristicamente tecnológica, na qual a velocidade das informações ultrapassa os limites da capacidade humana.

Assim, os alunos se encontram familiarizados a uma realidade em que os meios possibilitam que as informações cheguem muito mais rápido até as pessoas, enquanto que os professores ao presenciarem esta realidade, na verdade estão apenas se adaptando, pois o contexto de sua juventude não era tão repleto de inovações como a Internet. Desta forma, o estudante torna-se um alienígena para o professor, que também se apresenta como um alienígena para o aluno (id.). No sentido em que estão ambientados sob diferentes aspectos da mídia.

Mas os próprios autores afirmam que tal análise amplia, por exemplo, o conceito de currículo e de pedagogia:

... não se trata apenas de crescente penetração da mídia no processo de escolarização, mas também, de forma geral, da importância da mídia e da cultura de informação para a escolarização e para as formas cambiantes de currículo e de alfabetismo, com todos os problemas daí decorrentes (...) o currículo tende a se desvincular da escola, o que impõe uma reconceptualização que seja feita de acordo com as condições modernas e para as condições pós-modernas (ibid., o. 214)

Portanto, partindo-se da idéia de que deve existir espaço na escola para todo o tipo de ferramenta educacional cujo objetivo seja prover o melhor aprendizado para o estudante, propõe-se o uso do computador e da Internet nesse fim. Porém, não ignorando os perigos e conseqüências que tal opção pode trazer.

Para FIOLETTI e TRINDADE (2003, p. 262), o computador é capaz de contribuir para um ensino mais adequado a cada aluno, levando em “conta as diferenças entre os processos e ritmos de aprendizagem individuais, a adequação dos conteúdos às diversas capacidades pessoais, a necessidade de equipar os jovens com ferramentas que desenvolvam as suas capacidades cognitivas”.

Se bem utilizada, a Internet poderá expandir consideravelmente a sala de aula por meio da troca de informações, dados, imagens e programas de computadores, chegando a lugares muito distantes quase que instantaneamente. Fundamentalmente a Internet pode ser um lugar para comunicação, conseguir informações, ensinar e aprender. O uso da Internet no ensino reafirma que o hoje o professor não é o único detentor de conhecimentos, conduzindo a um novo modelo no qual a responsabilidade pelo aprendizado passa pela busca individual do estudante. Para isso a escola tem que estar estruturada e o professor preparado para este novo tipo de interação com o seu aluno (PRETTO, 2002).

Para MORAN (1997, p. 146), com a rede de computadores, a educação “é facilitada pela possibilidade de integração de várias metodologias<sup>7</sup> de ensino, proveniente de diversas mídias, que podem ser acessadas tanto em tempo real na escola, como no horário mais favorável a cada indivíduo”.

Assim, a escola pode se beneficiar da informática como ferramenta para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Algumas aplicações possíveis, indicadas por CAMPOS (1995), são:

- Os softwares aplicativos (tratamento de texto, planilhas, base de dados, software gráfico, software para cálculo etc.) que, sendo softwares especializados, destinam-se a uma atividade específica como esquematizar, classificar objetos ou resolução de problemas numéricos;
- Os micro-mundos, que são sistemas informatizados abertos onde o

---

<sup>7</sup> O autor, aqui, confunde metodologia com recurso/suporte de ensino. Apesar de muitos outros autores usarem a mesma terminologia acredita-se que esse é um equívoco, visto que metodologia trata de uma posição muito mais ampla e que pode abordar vários enfoques diferentes de ensino.

aluno deve explorar um domínio com um mínimo de ajuda do sistema, combinando as primitivas de uma linguagem de programação (ex: LOGO);

- Os *coursewares*, *softwares* educacionais que, utilizando a interatividade entre o aluno e um problema, leva o aluno a resolvê-la. A gama de atividades possíveis é vasta (exercícios e prática, tutoriais, jogos etc.), mas cada seqüência é fechada por respostas interpretáveis pelo programa;
- Os tutores inteligentes, em que são representados o modelo do aluno, o conhecimento e a técnica do professor e a especialização do conhecimento a ser ensinado. A concepção destes sistemas é análoga às ajudas “*online*” disponíveis, por exemplo, nos aplicativos;
- Os ambientes inteligentes de aprendizagem, sistemas capazes de favorecer a aquisição de conceitos e procedimentos associados a um domínio do conhecimento, permitindo ao aluno transformar suas experiências em conhecimento organizado. Nestes ambientes, considera-se que a melhor forma de aprender é conceber ferramentas que assistam aos alunos para que possam comunicar-se de forma eficaz.
- O Hipertexto, que é definido como uma forma não linear de armazenamento e recuperação de informações, o que significa que a informação pode ser examinada em qualquer ordem, por meio da seleção de tópicos de interesse. Sua principal característica é a capacidade de interligar pedaços de textos ou outros tipos de informação entre si através do uso de palavras-chave.

O hipertexto, e por extensão a hipermídia, é a base da Internet. A Hipermídia é uma nova e diferente forma de conectar diversas mídias ou dados de computadores. Assim como o hipertexto, tem como característica a não linearidade dos documentos, na qual pode-se viajar para diversas partes de uma página de hipermídia e explorar tais arquivos da forma que se desejar, ou seja, em seu próprio ritmo, navegando em

qualquer direção que se escolha.

Ao usar a Internet, o professor poderá ter possibilidade de analisar os trabalhos desenvolvidos por alunos que em sala não expõem suas idéias, mas que têm muito conhecimento a trocar. Diversos estudos como os de KENSKI (2002), MORAN (1997), DEMO (2000) e PRETTO (2000, 2002), entre vários outros, mostram que, nessa perspectiva, o papel do professor muda: não é mais o principal transmissor de informações, mas sim de guia que ajuda o aluno a navegar pelo conhecimento. De forma que a função do professor não é mais a de principal transmissor de informações. Para os mesmo autores o papel do aluno também muda: em vez de manter-se passivo, apenas recebendo informações de livros e do professor, nos ambientes de aprendizagem, ele pode ser um participante ativo. O aluno tem que aprender a lidar com essas novas tecnologias, adquirindo informações, selecionando, tornando-se crítico.

Em meio a esta multiplicidade de informações o papel do professor,

neste momento, não será anunciar a informação, mas orientar, promover a discussão, estimular a reflexão crítica diante dos dados recolhidos nas amplas e variadas fontes. Possibilitará aos alunos a triagem destas informações e o estabelecimento de oportunidades para a reflexão, o debate e a identificação da qualidade do que lhes é oferecido pelos inúmeros canais por onde os conhecimentos são disponibilizados. Neste sentido, ele é o profissional que vai auxiliar na compreensão, utilização, aplicação e avaliação crítica das inovações, em sentido amplo, requeridas pela *cultura escolar*. (KENSKI, 2002, p. 103).

## 2.2 AS NOVAS TECNOLOGIAS – A INTERNET

Dada a amplitude da influência dos computadores na vida social contemporânea, pode-se dizer que ninguém tem a opção de ignorá-los. Toda a pessoa se defronta, em algum momento do cotidiano, com questões relativas à sua interação com a informática. A “invasão” da informática na vida pública brasileira, que vem se dando de forma acelerada, tem obrigado os indivíduos a passar por aprendizagens novas e complexas (CARVALHO, 2000, p. 17).

Portanto, resta apenas a alternativa de conviver com as máquinas da

sociedade em rede: celulares, computadores, Internet, carros informatizados, eletrodomésticos informatizados, casas informatizadas etc. De forma que a vida muda, o homem muda e muda a sociedade.

O termo “mídia” é, tradicionalmente, associado ao impresso, ao rádio, à televisão, e, recentemente, à Internet. Para LÉVY (2000, p. 61), mídia “é o suporte ou veículo da mensagem”. No mesmo raciocínio, “multimídia” significa aquilo que engloba diversos suportes ou veículos de informação. Porém o termo é comumente usado para designar tendências das novas tecnologias: a multimodalidade e a integração digital (id.).

Multimodalidade se refere a mensagens que ativam diversas modalidades sensoriais (visão, audição, tato, etc). A integração digital remete ao movimento geral de digitalização das mídias. No sentido de documentos multimodais, digitais e interativos Lévy prefere usar o termo hiperdocumentos. Do mesmo pensamento, para mídias, tem-se o termo hipermídia.

O hiperdocumento, portanto, caracteriza o “documento em rede”. O documento digital que se utiliza de várias formas sensoriais, remetendo a todo o momento a outras partes dele ou de outros hiperdocumentos, podendo ser lido de diversas formas, sem uma ordem linear, de acordo com os interesses do leitor (ibid., p. 56).

Entretanto, o material impresso continua sendo o meio de comunicação mais fácil e acessível. Não necessita de um gerador de energia, pode ser facilmente acessado e transportado e a maioria dos adultos sabe como utilizá-lo. Porém, apesar do uso de ilustrações ou fotografias é impossível recriar o movimento utilizando-se o papel impresso. A informação é seqüencial, não sendo possível acessá-la globalmente, por apresentar uma visão de dimensão estática, sem a possibilidade de mostrar com clareza uma seqüência de ações de vários ângulos, como no vídeo. Além disso, a correção/atualização e a distribuição do material nem sempre é simples. As oportunidades oferecidas pela Internet, apesar de suas várias limitações, que serão tratadas posteriormente, podem minimizar várias dessas desvantagens.

A Internet, hoje a maior rede de computadores do mundo, foi criada no fim dos anos 60 do século XX, no auge da Guerra Fria, desenvolvida pelos militares do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Tinha a característica de ser uma rede autônoma e descentralizada que possibilitava diversos caminhos de acesso, objetivando facilitar a comunicação entre seus clientes, com baixíssimo risco de ser interrompida. Com o fim da Guerra Fria universidades passaram a se aproveitar das características da rede que depois se popularizou e, em 2005, contou com 12,52 milhões de usuários residenciais no Brasil (IBOPE, 2005).

Essa grande rede é vista como importante canal mundial de distribuição de bens, serviços e, surpreendentemente, empregos na área administrativa e gerencial. E neste sentido está provocando transformações profundas na economia, nos mercados e nas estruturas de indústrias; nos produtos, serviços e em seus fluxos; na segmentação, nos valores e no comportamento dos consumidores; nos mercados de trabalho e de emprego. Mas talvez seja maior o impacto exercido sobre a sociedade, a política e, sobretudo, sobre a visão que se tem do mundo, do outro e de si próprio.

Com sua proliferação, a Internet é considerada a maior via de fluxo de comunicação do mundo, produzindo a idéia de participação e de interação de forma aberta e democrática de qualquer pessoa ou organização com o resto do planeta. Uma de suas maiores características é que ela é uma ferramenta que fornece acesso a uma enorme quantidade de informações disponíveis em todo o mundo (GARCIA, 1997; MORAN, 1997).

Para que uma pessoa se conectasse à Internet, até poucos anos atrás, precisava de um computador, uma linha telefônica e pagar um provedor, hoje, todas estas exigências têm sido facilitadas; existem provedores gratuitos e a Internet pode ser acessada pela televisão a cabo, pelo celular ou em computador sem uso do telefone.

A rede vem atraindo crianças, jovens e adultos, pela facilidade de se obterem informações, realizar pesquisas, comunicar-se com pessoas do outro lado do mundo, fazer novos amigos, cursos, manter-se atualizado sobre eventos, notícias, classificados, etc. Ela permite a transmissão de todos os tipos de mídia (fotografias, filmes, texto,

áudio, imagens ao vivo) de ponto a ponto em qualquer parte do planeta.

Para a educação, a Internet pode ser um ótimo recurso, já que é um ambiente abrangente que permite facilmente a troca de conhecimentos. Conectado a Internet, pode-se localizar fontes de informação que, virtualmente, nos habilitam a estudar diferentes áreas de conhecimento.

### 2.3 ENSINO COM O USO DA INTERNET

Entre as possibilidades oferecidas pela introdução do computador nos processos educativos está o uso da Internet, cuja principal atração é a facilidade que oferece para o acesso, a disseminação e a troca de informações nas suas diversas formas: textos, programas de computador, imagens, vídeos, música, dentre outros.

Hoje, a *World Wide Web* (WWW) é o segmento da Internet que mais cresce. Sua chave do sucesso é a hipermídia. Os textos, sons e imagens são interligados por palavras-chave, tornando a navegação simples e agradável.

A utilização da Internet nas escolas, para GARCIA (1997), pode ser visto como uma extensão da utilização de outras mídias no passado e no presente. Muitos professores utilizaram os jornais nas disciplinas de estudos sociais, de português, para desenvolver a capacidade de interpretação e para desenvolver a habilidade do aluno para selecionar assuntos de interesse.

Na opinião de GARCIA (1997), os professores podem utilizar a Internet para realizar atividades semelhantes, mas com muitas mais potencialidades. É possível atingir um maior nível de interatividade e uma maior integração entre os vários elementos da matriz multimídia como, por exemplo, a introdução de animação integrada com áudio e texto.

NEVADO *et al* (1997) relatam que a Internet e outros meios de comunicação digital por rede, vêm sendo utilizados pelos professores para auxiliar o estudo de culturas diferentes, discutir e debater problemas sociais, consultar cientistas e autores, procurar informação em assuntos específicos, colaboração na pesquisa e publicar

jornais.

Quando se escolhe um único livro de texto e o segue capítulo a capítulo, fica claro o caminho do começo ao fim, tanto para o professor, como para o aluno, para a administração e para a família. Não é assim na Internet, e ela oferece inúmeras oportunidades, mas contém inúmeros perigos. Perigos e oportunidades presentes na vida de qualquer um.

LÉVY (2000, p. 160) afirma que, na *World Wide Web*, a página é um elemento onde os *links* permitem o acesso a diversos pontos da rede. Na *Web* tudo está no mesmo plano e tudo é diferenciado ao mesmo tempo. Portanto, ela congrega uma infinidade de informações, provenientes de todas as partes da rede, daí a metáfora do dilúvio de informações. Além disso:

A World Wide Web é um fluxo. Suas inúmeras fontes, suas turbulências, sua irresistível ascensão oferecem uma surpreendente imagem de inundação de informação contemporânea. Cada reserva de memória, cada grupo, cada indivíduo, cada objeto pode tornar-se emissor e contribuir para a enchente (id.).

Dessa forma, quem acessa a rede pode participar de um duplo processo: informar e ser informado; colher conhecimento divulgado ou divulgar conhecimento.

DEMO (2000) sugere algumas possibilidades de aprendizagem interativa: estruturação de ambiente hipermídia; incentivo à descoberta; educação centrada no aluno; noção reconstrutiva do conhecimento; educação continuada; exploração do lúdico; redefinição do papel do professor como facilitador.

O que se nota, porém, é que a educação não tem acompanhado a velocidade das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação; nota-se um excesso de informações disponíveis, mas também se percebe a importância de saber procurar, produzir e lidar com a informação. Na sociedade da informação o “saber pensar” está intrinsecamente ligado com a inovação e, sobretudo, o saber enfrentar o “novo”. Isto exige “saber questionar, pesquisar, para dar conta de contextos e referências não-sabidas, reinterpretar o que já conhecemos, aprender dos outros sem se submeter” (DEMO, 2001, p. 49).

Portanto, fica evidente a importância do papel da escola e, conseqüentemente,

de seus profissionais na disseminação do uso dessas tecnologias, principalmente num país como o Brasil, onde os contrastes são flagrantes e cabe à escola cumprir seu papel de proporcionar uma melhor construção e democratização da informação e do conhecimento.

Nos dias de hoje, parece ser essencial que a maioria dos indivíduos saiba lidar com as novas tecnologias da informação e comunicação e valer-se delas para resolver problemas, tomar iniciativas e se comunicar. Assim a sociedade está adquirindo novas características, não valorizando só o capital, mas a capacidade de saber buscar as informações, bem como utilizá-las de forma adequada, eficaz e produtiva.

Na Internet, por exemplo, o acesso a todo tipo de informação é facilitado e, portanto, o volume de informações pode influenciar e permitir posicionamento das populações no futuro. Por isso, a educação deve se preocupar não só com a avaliação crítica dessas informações, bem como produzir conhecimento e desenvolver a cidadania.

O conhecimento – e não simples dados digitalizados – é e será o recurso humano, econômico e sócio-cultural mais determinante na nova fase da história humana que já se iniciou. Com a expressão sociedade aprendente pretende-se inculcar que a sociedade inteira deve entrar em estado de aprendizagem e transformar-se numa imensa rede de ecologias cognitivas (ASSMANN, 1998, p.19).

Portanto, os educadores, percebendo seu compromisso nesse processo de evolução do conhecimento, necessitam buscar a conexão entre os fatos e o conhecimento, ser aberto e flexível para contextualizar sua prática com a realidade do aluno. Dessa forma, poderá aplicar conceitos e estratégias muitas vezes conhecidas, recontextualizando e inter-relacionando-as com conceitos de outras áreas, porém desenvolvendo novas práticas, contando com o auxílio do computador.

Sendo a Internet a principal porta de inserção no mundo virtual, cabe perguntar: a Internet é capaz de influenciar processos educativos? SOBRAL (1999, p. 11-12) responde essa pergunta:

Houve uma época em que se perguntava: “O que se pode fazer na Internet?”, e havia dificuldade para dar uma resposta, exceto aos técnicos que usavam a rede e a uns poucos pioneiros. Hoje é possível dar uma resposta simples e abrangente: (1) trocar

correspondência usando o correio eletrônico e participar de lista de discussão; (2) ter acesso a jornais e outras publicações eletrônicas; (3) ter acesso a servidores de informação; (4) transferir arquivos entre computadores; (5) conversar em tempo real com pessoas em locais remotos; (6) participar de cursos on-line e de videoconferências – e isso para ficar nos itens mais importantes! Um exame atento desses itens revela que a Internet é essencialmente um meio de obtenção e troca de informações, logo, um ambiente ideal para a pesquisa de diferentes temas. E nesse ponto a Internet é completamente compatível com os objetivos da educação, ampliando em muito o horizonte das fontes de informação para uso escolar

Ainda, de acordo com o referido autor, existe grande potencial, tanto de serviços quanto de cooperação, para a pesquisa. A grande questão que se coloca é se o modelo de educação adotado é capaz de, efetivamente, usar todo o potencial definido. Além disso, é realmente inevitável o uso da Internet na educação? Segundo SOBRAL (ibid., p. 12-13):

A introdução dos recursos oferecidos pela Internet entre as atividades escolares parece inevitável, sendo já parte integrante do programa de muitos estabelecimentos de ensino, particulares e públicos do país. O computador ligado à Internet tornou-se nessas escolas, em conseqüência, um item do material escolar! E esse parece ser o caminho que todas as escolas vão seguir. [...] Da 1ª série ao 3º ano colegial, o uso do enorme reservatório de recursos variados que é a Internet configura-se como uma realidade inevitável que aos poucos vai se estender a todo o sistema escolar no Brasil .

Pelo exposto, é preciso não apenas saber utilizar os programas ou suas ferramentas; mas entender que existe um processo de interação, no qual o virtual é sempre constante. É preciso então, educar para potencializar a própria capacidade de, uma vez em contato com o virtual, entendê-lo, a ponto de contribuir para reconstruí-lo como parte integrante da dinâmica social.

No entanto, já está virando senso comum afirmar-se que a incorporação dos computadores na educação não pode ser mera repetição das aulas tradicionais. Para PRETTO (2000), a questão atual é a necessidade de considerar que esse movimento contemporâneo proporciona a oportunidade sem igual de aproximar novas (e antigas) tecnologias ao processo educativo como uma possibilidade de superar as falácias dos sistemas tradicionais de ensino.

Em outro trabalho (PRETTO, 2002, p. 21), o autor escreve que o desafio que se coloca, nesse sentido,

é o de viabilizar uma política que considere a escola (...) como sendo um novo espaço, um espaço aberto às interações, só que agora, pegando emprestado da Física, um espaço aberto de interações não lineares. (...) [Portanto] a escola passa a ter um papel muito mais forte, um papel significativo na formação das novas competências, que não sejam necessariamente competências vinculadas à perspectiva de mercado que domina hoje toda a sociedade. Que não seja, enfim, uma simples preparação para o mercado, mas que sejam capazes de produzir uma sinergia entre competências, informações e novos saberes.

Nessa perspectiva, a Internet relaciona-se com os vários meios de uso do computador no ensino. Para este trabalho interessa a exploração de:

- **Simulações.** Estas podem ser salvas a partir da Internet ou utilizadas *on-line* se estiverem escritas na linguagem Java ou similar (*applets*, *flash*, etc). Nesta categoria inclui-se a *Virtual Reality Modeling Language* (VRML), que é a linguagem padrão para representar objetos ou cenários tridimensionais na Internet. Em áreas da Física nas quais os modelos são em geral tridimensionais, a VRML pode ser usada para incrementar a compreensão conceitual com bastante riqueza;
- **Hipermídia.** A linguagem padrão da *World Wide Web*, denominada *Hypertext Markup Language* (HTML), é uma linguagem multimídia que permite inter-relações diretas com outros documentos multimídias, bem como interações em tempo real com o usuário.

Tomando partido da Internet, a aprendizagem pode tornar-se mais interativa e pessoal. O professor poderá ajudar o aluno a procurar e selecionar a informação mais relevante nos vastos “oceanos de informação” fornecendo-lhe objetivos para neles navegar. Nestas circunstâncias, o papel do professor deixará de ser tão central para ser mais periférico. No entanto, o papel do professor não será menos relevante que antes. Em particular, deve ser notado o acréscimo do raio de ação do professor que a Internet permite (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p. 20).

A Internet pode ser utilizada pelo professor para que este passe informações para seus alunos, amplie o trabalho, auxilie na divulgação de seus ideais e propostas. Os alunos podem tirar suas dúvidas, trocar informações, para isto o professor pode criar uma página pessoal para cada uma de suas turmas. FERRAZ (2000) argumenta

que, em nível universitário, utilizando as listas de discussão, grupos de notícias e correio eletrônico é possível uma troca mais simples de informações entre o docente e o acadêmico, possibilitando uma maior interação entre eles.

Há possibilidade de um feed-back maior com os acadêmicos, seus rendimentos, comparações de suas produções e a melhoria de seus trabalhos. Na Web há uma maior agilidade e facilidade para alteração e atualização dos textos, o que já não ocorre com os livros que, para serem alterados, passavam por um processo demorado de editoração e revisão. Na Web as alterações são realizadas de forma digital, rápida e eficaz, existindo a possibilidade de ilustrar os trabalhos, ou seja, as páginas na Web com textos, imagens e cores” (ibid., p. 45).

Com a Internet, mesmo à distância, o professor pode acompanhar as produções individuais dos alunos, incentivar as descobertas e transmiti-las para os demais.

Estudos como o de SANTOS (2003), mostram que os professores costumam usar a Internet em suas práticas educativas de quatro formas:

1. por meio de pesquisa aleatória e linear;
2. por meio de pesquisa orientada e problematizada;
3. por meio de pedagogia de projetos;
4. por meio de abordagens de construção de hipertextos.

Esta investigação utiliza a Internet mais focada em uma pesquisa orientada e problematizada na qual o professor é um orientador no processo de ensino e aprendizagem, selecionando *sites* que serão visitados e sugerindo pesquisas a serem feitas.

Nessa rede eletrônica é possível utilizar-se de conteúdos elaborados em várias linhas de ensino-aprendizagem e conectá-los de maneira eficiente, criando uma vasta teia de informações interligadas. Dessa forma, dá-se a oportunidade ao professor escolher, dentre as opções oferecidas, a forma com que acha mais adequado abordar um conteúdo com seus alunos. E o aluno tem a chance de conhecer outras abordagens do conteúdo, bem como se aprofundar nele e se alongar durante o tempo que julgar necessário. Vale salientar que a Internet não tem uma única maneira de ser usada, o que é feito pode dar certo ou errado para um professor e para seus alunos, mas não é

simplesmente expansível para todos os professores e alunos.

MORAN (1997, p. 151) argumenta que a pesquisa na Internet, usada na educação, requer algumas habilidades especiais devido à rapidez com que são modificadas as informações nas páginas e à diversidade de pessoas e pontos de vista envolvidos. São elas: o bom senso, o gosto estético e a intuição.

Bom senso para não deter-se, diante de tantas possibilidades, em todas elas, sabendo selecionar, em rápidas comparações, as mais importantes. A intuição é um radar que vamos desenvolvendo de "clique" o mouse nos links que nos levarão mais perto do que procuramos. A intuição nos leva a aprender por tentativa, acerto e erro. Às vezes passaremos bastante tempo sem achar algo importante e, de repente, se estivermos atentos, conseguiremos um artigo fundamental, uma página esclarecedora. O gosto estético nos ajuda a reconhecer e a apreciar páginas elaboradas com cuidado, com bom gosto, com integração de imagem e texto. Principalmente para os alunos, o estético é uma qualidade fundamental de atração. Uma página bem apresentada, com recursos atraentes, é imediatamente selecionada.

O professor pode coordenar pesquisas na Internet com objetivos bem específicos, monitorando cada etapa da busca, pedindo que seus alunos anotem os dados mais importantes, e que reconstruam ao final os resultados. Continuando com o relato de experiências de professores na Internet, MORAN (ibid., p. 15) observa que os alunos

[...] ‘passeiam’ pelas páginas da Internet, descobrindo muitas coisas interessantes, enquanto deixam por afobação outras tantas, tão ou mais importantes, de lado [...] Vejo inúmeras pessoas - adultas e jovens - que se aborrecem com a Internet. Acham só problemas em pesquisar. Reclamam de que encontram milhares de sites, que só tem propaganda, que muitos endereços não entram, que nunca acham o que procuram, e de que o que encontram está em inglês. Colocam desculpas para não pesquisar mais, porque realmente para eles pesquisar é um problema. Enquanto isso, ficam horas seguidas, provavelmente, em programas de bate-papo, de "conversa" superficial, interminável e pouco produtiva, para quem olha de fora.

Ainda para MORAN (ibid., p. 149), é importante “sensibilizar o aluno antes para o que se quer conseguir neste momento [...]. Se o aluno tem claro ou encontra valor no que vai pesquisar, o fará com mais rapidez e eficiência. O professor precisa estar atento, porque a tendência na Internet é para a dispersão fácil”.

A utilização de aplicações mais abertas e mais flexíveis podem acarretar alguns problemas que devem ser igualmente equacionados, tais como:

- Os programas como as simulações ou as bases de conhecimento envolvem, normalmente uma aprendizagem prévia considerável sobre a própria aplicação. Pode ser necessário um esforço adicional na aprendizagem de linguagens, de formas de representação e de técnicas de estruturação da informação. A escolha deste tipo de aplicações também deve ser ponderada sobre este aspecto;
- As aplicações hipermídia apresentam outro tipo de problemas. Os alunos podem perder com relativa facilidade enquanto exploram uma aplicação deste tipo, uma vez que estas não englobam, normalmente, qualquer tipo de mapificação.

Portanto, mesmo diante de um quadro tão otimista, é necessário se questionar quais as limitações existentes no uso da Internet para o ensino de Física. Ponto que merece atenção é a questão da Internet ser facilmente dispersiva, fator impulsionado pelo fato dela ser vista como um espaço de diversão, com seus jogos, *blogs* etc.

Em relação ao uso do computador isso pode ser um problema para a instituição educativa já que, como disse FERREIRA (1998) há de se considerar a rápida obsolescência do computador, que logo precisa ser trocado para atender às necessidades dos novos softwares.

Ainda em questões educacionais há de se perguntar qual a validade do uso de hipermídia e quais as ressalvas devem ser feitas, em especial ao uso de simulações e sua interpretação por parte dos alunos. Pode ser que a Internet se mostre somente ser uma forma de informar aos alunos, como segundo VEIT e TEIXEIRA (2000, p. 87) “aconteceu com grande parte dos programas tutoriais do passado” e não, necessariamente, um passo facilitador no processo de construção do conhecimento por parte deles.

Uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos, muitas vezes, contra-intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em conseqüência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da Física com a vida real. Para

FIOLHAIS e TRINDADE (2003) deve-se divulgar e encorajar técnicas de instrução que dêem ênfase a compreensão qualitativa dos princípios físicos fundamentais.

É por isso que a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino tem sido alvo de grande interesse, tanto para o ensino presencial quanto para o ensino aberto e a distância.

## 2.4 HIPERMÍDIA

Na hipermídia as informações podem ser apresentadas por meio de outras linguagens além da verbal, utilizando-se recursos gráficos, sonoros, interativos e de animação do computador para facilitar o entendimento da teoria e de exemplos, ilustrar e enriquecer o conteúdo, motivar a aprendizagem e tornar mais estimulante a resolução de problemas.

Um sistema hipermídia, como um *site*, pode ser estruturado de forma que, por exemplo, a partir de uma tela em que constam as leis físicas fundamentais para a compreensão de um determinado fenômeno, possam ser acessadas, na ordem que se desejar, outras telas, nas quais são apresentadas aplicações tecnológicas relacionadas a esses princípios e suas repercussões na sociedade, biografias de cientistas que colaboraram no desenvolvimento dessas idéias, a evolução dos conceitos ao longo da história, resultados recentes da pesquisa científica que envolvam os conceitos sob análise ou ainda questões e problemas que estimulem a reflexão e favoreçam a compreensão aprofundada das idéias, ilustrados com figuras, animações e sons.

Desse modo, ao percorrer um sistema hipermídia, o estudante pode estabelecer, conforme seu interesse, diversas associações entre os assuntos inter-relacionados, mediante uma exploração ativa que favorece a ampliação de sua visão sobre um determinado tema de estudo, sua capacidade de associar idéias e a integração de novos conceitos em sua estrutura cognitiva.

Além disso, como expõe CAMPOS (1994), o uso da hipermídia traz vantagens associadas à informática educativa em geral, dentre as quais se destacam: a

interação entre o computador e o aluno, com a retroalimentação conforme sua atuação, de forma imediata; a possibilidade de se dar atenção individual ao aluno; a possibilidade do aluno controlar seu próprio ritmo de aprendizagem e também a seqüência e o tempo desta; a apresentação das lições de modo criativo, atrativo e integrado, estimulando e motivando a aprendizagem; e a possibilidade de ser usada para avaliar o aluno.

Em pesquisa envolvendo o desenvolvimento e a avaliação de um software hipermídia para o ensino de Mecânica, REZENDE (2001) observou uma opinião favorável dos estudantes que utilizaram o sistema. Segundo os resultados obtidos pela autora, a hipermídia pode contribuir para a reestruturação e o desenvolvimento conceitual dos estudantes.

Os vídeos, sons e animações disponibilizados nos *sites* de Internet foram considerados úteis para os jovens participantes da pesquisa de LEITE, MORESCO e BEHAR (2002), na medida que ajudam a descontrair o ambiente e são informativos, favorecendo o processo de aprendizagem, demonstrando como as coisas funcionam e simulando experiências. Entretanto, muitos afirmaram que não é interessante navegar em páginas com muito texto, sem imagens, ícones e/ou vídeos. Eles também apontaram que páginas com muito texto escrito, sem ilustrações, e que demoram para carregar, dispersam e fazem com que eles percam o interesse pelo objetivo anteriormente proposto.

Em relação ao conteúdo os jovens entrevistados preferem que o assunto enfocado seja bem explorado e detalhado, com exemplos, imagens, gráficos, tabelas simulações e disponibilize outros *links* relacionados. Entretanto esses recursos visuais devem ter um tamanho adequado de fácil visualização, com cores vivas e variáveis bem definidas. A estrutura do ambiente deve permitir que o som possa ser ativado ou desativado, para que o sujeito possa adequar o ambiente às suas necessidades durante o acesso. A presença de salas de bate-papo (*chat*) também foi destacada pela maioria dos adolescentes (id).

Ponto que merece destaque é que nem todos os participantes da pesquisa

estão familiarizados com o ambiente virtual. LEITE, MORESCO e BEHAR (id.) constataram que aqueles com dificuldade em dar sentido aos ícones e outros recursos simbólicos, cerca de 40% dos participantes, não tinham o costume de navegar pela Internet, o que indica a necessidade de, num primeiro momento, habituar o aluno com esse novo recurso.

A hipermídia pode também favorecer o processo educacional ao possibilitar que o estudante se familiarize com as tecnologias da informação, com as quais deverá cada vez mais se deparar em seu dia-a-dia. O uso dessa ferramenta pode auxiliar o professor em vários pontos de sua aula. O material didático usual, quadro-livro-caderno, restringe a forma do professor estruturar sua aula, com o uso da informática há mais uma oportunidade para se reduzir a fragmentação dos conteúdos e permitir uma melhor ligação entre as partes e todo, o que pode ocorrer através da relação do conhecimento físico com a evolução histórica da sociedade, ou pela amostra de aplicações em situações reais, ou facilitando a problematização de situações estimulando a imaginação dos alunos, proporcionando um desafio constante, um clima fértil de aprendizagem.

Além disso, com o uso do computador o aluno, orientado pelo professor, poderá se aprofundar nos pontos do conteúdo que mais o interessam, poderá ter acesso a matérias de jornais e revistas de interesse científico, a simuladores de situações físicas, roteiros de experiências, exercícios contextualizados e uma vasta gama de outros recursos.

### 3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ESTRATÉGIAS DE ENSINO

#### 3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo FIOLEAIS e TRINDADE (2003) a aplicação da informática no ensino pode resumir-se a três gerações que acompanham a evolução das principais teorias de aprendizagem.

A primeira geração foi moldada pela teoria behaviorista, cujo principal autor é Skinner, e que explicava o comportamento e a aprendizagem como consequência de estímulos ambientais. Sistematizando essa teoria pode-se usar como exemplo as máquinas de ensinar projetadas por Skinner. Através dela era apresentado ao aluno um material dividido em seqüências, com questões finais que o estudante precisava acertar para passar ao próximo módulo.

A segunda geração de utilização dos computadores no ensino foi moldada pela teoria cognitiva. Nesta perspectiva a aprendizagem resulta de uma estruturação gradual dos conhecimentos efetuada pelo aluno. Assimilação, acomodação e equilíbrio são alguns dos seus principais conceitos. Como não existem dois alunos psicologicamente iguais, as diferenças entre eles não podem ser ignoradas. Assim, inicia-se, no processo de ensino-aprendizagem, um respeito à individualidade do estudante.

Na década de 1990 surgiram os sistemas computacionais de acesso não-linear à informação, os hipertextos, que, aliados às técnicas emergentes da Inteligência Artificial, passaram a possibilitar a construção de conhecimentos mais adaptáveis às características cognitivas dos alunos. Esses avanços tecnológicos permitiram o aparecimento de uma terceira geração, assentada na teoria construtivista. Neste quadro a capacidade dos alunos de prever qualitativamente um fenômeno é mais importante que a manipulação de fórmulas ou outras ferramentas matemáticas. Essa nova geração caracterizou-se pela ênfase nas interações entre aluno e máquina. Às idéias de Piaget,

acrescenta-se o sócio-interacionismo de Vygotsky, que tem como um de seus pilares a importância do contexto social, histórico e cultural no desenvolvimento cognitivo.

David AUSUBEL (1963, 1968) é um dos representantes do cognitivismo que se preocupou com as teorias de aprendizagem, propondo o conceito de aprendizagem significativa. Para este autor, o conjunto das experiências de aprendizagem de uma pessoa está organizado em conglomerados hierarquizados de conhecimentos, estes formam sua estrutura cognitiva. Para MOREIRA (1997) as idéias de Ausubel são compatíveis com as de outras teorias construtivistas e subjacente a elas.

A aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aprendiz.

... neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceitos subsunçores* ou, simplesmente, *subsunçores (subsumers)*, existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos relevantes* preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA e MASINI, 2002, p. 7)

Para Ausubel, a primeira coisa que acontece quando alguém recebe uma informação nova é uma tentativa de incluir (*subsume*) essa informação em um dos conglomerados de conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Isso pode ocorrer ou não, dependendo dos conhecimentos prévios existentes. Se o aprendiz consegue relacionar o conhecimento novo com os conceitos que já conhece ocorrerá uma *aprendizagem significativa*. Se não conseguir haverá uma *aprendizagem mecânica*. Em ambos os casos a aprendizagem pode se dar por recepção ou descoberta, de forma que se pode identificar quatro tipos de aprendizagem, que não são opostas, mas que integram um processo contínuo de aprendizagem, conforme sintetiza o quadro a seguir:

### QUADRO 1 – ALGUMAS FORMAS DE APRENDIZAGEM

TIPO DE APRENDIZAGEM	CARACTERÍSTICA
Significativa por recepção	O aluno recebe conhecimentos e consegue relacioná-los com conhecimentos anteriores.
Significativa por descoberta	O estudante chega a conhecimentos por conta própria e consegue relacioná-los com conhecimentos anteriores.
Mecânica por recepção	O aluno recebe conhecimentos e não consegue relacioná-los com conhecimentos anteriores.
Mecânica por descoberta	O estudante chega ao conhecimento por si só e não consegue relacioná-lo com conhecimentos anteriores.

Fonte: Adaptado de WAAL e TELLES (2004)

Portanto, a aprendizagem significativa ocorre quando as novas informações adquiridas “ancoram-se” em conceitos relevantes previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, as novas informações devem fazer sentido para o indivíduo. Neste processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica: o subsunçor. Fica claro, portanto, que “o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa” (MOREIRA, 1997, p. 2)

De acordo com ARAGÃO (1976, p. 13) a estrutura cognitiva

... é, por hipótese, uma estrutura piramidal, hierarquicamente organizada em termos de traços conceituais altamente inclusivos (sistema conceitual relevante mais inclusivos) sob os quais são subsumidos traços de sub-conceitos menos inclusivos, bem como dados de informação específica. (...) Assim, a organização do conteúdo de uma dada disciplina no indivíduo consiste nessa estrutura hierárquica, na qual os conceitos mais inclusivos e menos diferenciados ocupam uma posição no ápice e subsumem progressivamente sub-conceitos menos inclusivos e mais diferenciados, e dados fatuais.

Para haver aprendizagem significativa são necessárias três condições. A primeira é identificar o que o aluno já sabe, seu conhecimento prévio, a estrutura onde irão se ancorar os novos saberes. A segunda condição é que o estudante esteja disposto a aprender: “se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica” (PELIZZARI *et al*, 2002, p. 38). E, por último, o conteúdo deve ser potencialmente significativo, de forma a ter uma estrutura lógica para que seja possível fazê-lo interagir com a estrutura cognitiva do aluno através de uma relação não arbitrária, não literal.

Vale frisar que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um

indivíduo adquire informações numa área de conhecimento totalmente nova para ele, de forma a não haver conhecimentos que possam servir de subsunçores. Porém SILVA (2004) ressalta que a aprendizagem mecânica somente, não integrada à aprendizagem significativa, é volátil e tem um grau de retenção baixíssimo na aprendizagem de médio e longo prazo. Dessa forma o conhecimento “não passa a fazer parte de si, da estrutura cognitiva e da maneira de ser do aluno. Não enriquece a sua maneira de olhar o ambiente que o rodeia e os seus semelhantes” (ibid., p. 57).

Portanto, os subsunçores podem ter origem de uma aprendizagem mecânica. Podem ser frutos também da formação de conceitos, da assimilação, da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA e MASINI, 2002, p. 10). As formas de formação e/ou modificação dos subsunçores encontram-se condensadas no quadro a seguir.

**QUADRO 2 – FORMAÇÃO/MODIFICAÇÃO DE SUBSUNÇORES**

FORMAÇÃO/MODIFICAÇÃO DE SUBSUNÇORES	CARACTERÍSTICA
Aprendizagem mecânica	Aluno adquire um conhecimento completamente novo para ele e não o relaciona, num primeiro momento, com outros conhecimentos.
Formação de conceitos	Tipo de aprendizagem por descoberta que envolve a aquisição de conceitos por meio da experiência.
Assimilação de conceitos	O conceito é assimilado sob uma idéia mais inclusiva, modificando o subsunçor anterior.
Diferenciação progressiva	Apresentação de conceitos mais inclusivos com detalhamento gradual, captando aspectos diferenciados.
Reconciliação integrativa	Estudante reconhece relação entre os conceitos, destacando diferenças e similaridades, reconciliando inconsistências reais ou aparentes.

Adaptado de MOREIRA e MASINI (2002)

Para MOREIRA e MASINI (ibid.) a formação de conceitos, característica nas crianças, é a aquisição espontânea de idéias genéricas por meio da experiência empírico-concreta. A assimilação de conceitos, característica das crianças mais velhas e dos adultos, se dá pela “recepção de seus atributos criteriosais e pelo relacionamento desses atributos com idéias relevantes já estabelecidas” (ibid., p. 11) na estrutura cognitiva do indivíduo. Da interação do conhecimento novo e do antigo há uma

modificação no subsunçor existente na estrutura cognitiva.

Do ponto de vista desta teoria, o conteúdo deve ser apresentado primeiramente de maneira geral, “com os conceitos mais inclusivos e, posteriormente, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhes e especificidades” (ibid., p. 21). É o princípio da diferenciação progressiva. Porém devem também ser exploradas as similaridades e diferenças entre os conceitos estudados, destacando-se inconsistências reais ou aparentes. É o que Ausubel chama de reconciliação integrativa, processo pelo qual a pessoa reconhece novas relações entre conceitos até então vistos de forma isolada, prática pouco usual nos livros didáticos que costumam separar as idéias e tópicos em capítulos e seções.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são princípios facilitadores da aprendizagem significativa, mas cabe ressaltar outros dois princípios para se facilitar a aprendizagem significativa: a organização seqüencial e a consolidação (MOREIRA, 1997, p. 18-19).

A organização seqüencial “consiste em seqüenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quanto possível [...] com as relações de dependência naturalmente existentes na matéria de ensino” (MOREIRA, 1997, p. 19). E a consolidação é a insistência no domínio do conhecimento estudado antes que novos tópicos sejam introduzidos.

Um outro ponto importante é a questão da linguagem. Ausubel enfoca a linguagem como um facilitador importante para a ocorrência da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2003). Portanto, para os conceitos ensinados serem realmente assimilados pelos alunos eles precisam ser apresentados numa linguagem que também faça sentido para o aprendiz.

Com a intenção de facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel defende o uso de “organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores” (MOREIRA e MASINI, 2002, p. 11). Esses organizadores servem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender o novo material de maneira significativa. É um material

geral e introdutório que pode ser elaborado a partir de uma problematização de situações reais, ou das próprias concepções prévias dos alunos, de animações interativas, mapas conceituais etc. A partir desse material introdutório o aluno vai incorporar detalhes progressivamente mais diferenciados.

Para se testar o conhecimento do aluno, em busca de evidências da aprendizagem significativa, deve se ter em mente que o aluno pode ter respostas mecanicamente memorizadas. Para evitar esse caso pode-se fazer testes de compreensão que sejam apresentados num contexto diferente daquele normalmente encontrado. Outra alternativa é solicitar que estudantes diferenciem idéias relacionadas ou identifiquem elementos de um conceito a partir de uma lista ampla. Mais uma possibilidade é propor ao estudante tarefas seqüenciais, em que uma “não possa ser executada sem um perfeito domínio da precedente” (ibid., 2002, p. 15).

Dessa forma pode-se inferir que o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa envolve pelo menos, 4 etapas fundamentais (MOREIRA, 1985, p. 71):

1. Determinar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino. Isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos.
2. Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições e idéias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente o conteúdo.
3. Diagnosticar daquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a passagem da

estrutura conceitual da matéria de ensino para a estrutura cognitiva do aluno de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimento, através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

Como exposto, em uma abordagem da teoria de Ausubel, o fator isolado mais importante para a aprendizagem do aluno é o que ele já sabe. É preciso determinar isso e ensiná-lo com base nos conhecimentos que ele já possui. Nesse sentido, cabe agora uma discussão sobre o presente e as tendências futuras de ensino de Física.

### 3.2 SITUAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA

Os desafios da prática pedagógica são cada vez maiores e mais complexos na sociedade contemporânea. A necessidade de articular os conteúdos da Física com o interesse e a necessidade dos alunos e a busca de um ensino comprometido com as transformações técnico-científicas atuais tem sido o foco das preocupações das investigações em ensino de Física (ARRUDA, 2003). O ensino tradicional, que não leva em consideração esses fatores, tem sido apontado como uma razão do fracasso dos estudantes na aprendizagem de Física (ibid., p. 86).

Para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem na área de Ciências e Física, Anna Maria Pessoa de CARVALHO (2003, p. 369) defende a importância de se incorporar as “pesquisas feitas a partir dos anos 50 sobre a aprendizagem em geral e especificamente sobre a aprendizagem dos conceitos científicos”, com destaque para os trabalhos em História e Filosofia das Ciências, com a intenção de contribuir para uma melhor compreensão dos conteúdos da Ciência.

A autora defende um ensino que vise a *aculturação científica*, em oposição à *acumulação de conteúdos*, de forma a levar os estudantes a construir seus conceitos e dando a eles a oportunidade de exercitar a razão, ao invés de fornecer um conhecimento pronto de respostas definitivas. Esse ensino deve ser coerente com os

mecanismos da ciência e da produção científica. E também deve levar em consideração as mudanças culturais da sociedade, que modifica e também é modificada através da ciência e de seus desenvolvimentos tecnológicos. Por isso a importância de uma concepção integrada de Ciências, Tecnologia e Sociedade (CARVALHO, 2003).

Para MOREIRA (2000) o ensino de Física atualmente recebe contribuições de várias direções, encontrando-se investigações bastante diversificadas, incluindo pesquisas sobre resoluções de problemas, representações mentais dos alunos, formação e concepções epistemológicas dos professores. Mas também “não se pode deixar de mencionar iniciativas e contribuições importantes como ‘Física do cotidiano’, ‘equipamento de baixo custo’, ‘ciência, tecnologia e sociedade’, ‘história e filosofia da ciência’ e, recentemente, ‘Física Contemporânea’ e ‘novas tecnologias’” (MOREIRA, 2000, p. 95).

Porém há ressalvas feitas pelo autor:

Creio que cada uma destas vertentes tem seu valor, mas também suas limitações e, até mesmo, prejuízos para o ensino da Física, na medida que forem exclusivas. Julgo que é um erro ensinar Física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja. Por exemplo, ensinar Física somente sob a ótica da Física do cotidiano é uma distorção porque, em boa medida, aprender Física é, justamente, libertar-se do dia-a-dia. De modo semelhante, ensinar Física apenas sob a perspectiva histórica, também não me parece uma boa metodologia<sup>8</sup> porque para adquirir/construir conhecimentos o ser humano, normalmente, não precisa descobri-los, nem passar pelo processo histórico de sua construção. Tampouco o microcomputador será um bom recurso metodológico, se for usado com exclusividade, dispensando a interação pessoal, a troca, ou negociação, de significados que é fundamental para um bom ensino de Física. (id.)

Nessa passagem chama a atenção um ponto bastante interessante na fala de Moreira. Ao tomar o cotidiano como referência não significa reduzir o Ensino de Física apenas “ao cotidiano”, afinal a Física é muito mais complexa e abrangente e necessita de abstrações para construir seus conceitos. Por isso a necessidade de integração de várias formas de ensino.

No 15º Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), LOCATELLI e

---

<sup>8</sup> O autor trata aqui de cada recurso ou enfoque do ensino de física como sendo uma metodologia, entende-se que essa terminologia é um equívoco do autor.

CARVALHO (2003) apresentaram um estudo sobre as forças que influenciam o currículo de Física na virada do milênio mostrando a tendência pela qual passam as pesquisas no Ensino de Física. Neste estudo os autores fizeram uma classificação dos trabalhos apresentados nos principais eventos científicos nacionais e interamericanos<sup>9</sup> de Ensino de Física de 1996 a 2002 de acordo com suas ênfases curriculares predominantes, separando os trabalhos nas seguintes categorias:

**Cotidiano:** Trabalhos que utilizam o cotidiano, sempre tentando utilizar o contexto social vivido pelo aluno.

**Interdisciplinaridade:** Trabalhos que abordem temas interdisciplinares.

**Física Moderna e/ou Contemporânea:** Trabalhos que trazem abordagens desses temas.

**História e Filosofia da Ciência:** Engloba a epistemologia da ciência, sua natureza, seu caráter de construção permanente, ou sua dimensão cultural.

**Ensino Cognitivista:** Refere-se a pesquisas em ensino e aprendizagem, novas técnicas e metodologias, assim como a formação inicial e permanente de professores.

**Novas Tecnologias:** Trabalhos que apresentaram novas técnicas ou ferramentas educacionais usando como subsídio artificios computacionais. (ibid., p. 875)

O resultado desse levantamento e classificação está organizado no Gráfico 1 logo a seguir. Sobre os resultados valem alguns comentários.

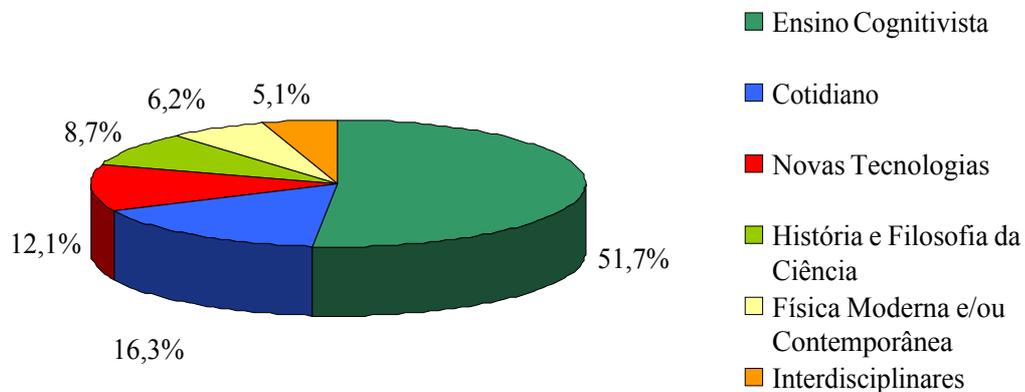
Da maneira como foram classificados os trabalhos, era de se esperar que as investigações classificadas na categoria Ensino Cognitivista fossem as mais numerosas (51,7%), posto que nessa categoria estão os trabalhos que refletem sobre a formação de professores, em especial os que tratam o professor como um mediador entre a informação e a construção do conhecimento por parte do aluno (ibid., p. 880). Ainda mais, de acordo com as práticas construtivistas vigentes, também não é de se espantar o

---

<sup>9</sup> Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF), Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e Conferência Interamericana sobre Educação em Física (CIAEF).

alto índice de trabalhos relacionados com o cotidiano (16,3%).

GRÁFICO 1 – TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS DE ENSINO DE FÍSICA DE 1996 ATÉ 2002 NO BRASIL.



FONTE: LOCATELLI e CARVALHO (2003)

Vale ressaltar, entretanto, a categoria de Novas Tecnologias como a terceira maior incidência de trabalhos (12,1%). Em sua maioria eles tratavam de *softwares* de simulação. É possível que os autores tenham tratado como Novas Tecnologias apenas o computador e ferramentas ligadas a ele, ainda assim não há de se desconsiderar os resultados encontrados e as considerações posteriores.

Na síntese desses trabalhos os autores concluem que “a informática contribui, entre outros aspectos, para: acessar informações nos mais diversos cenários, motivar os alunos, transpor barreiras culturais e econômicas” (ibid., p. 881). Essas são algumas das vantagens, já apontadas, que podem ser conseguidas ao se utilizar o computador na escola. Não são as únicas e nem são garantidas, mas apontam para um horizonte com o qual se pode trabalhar. Nesse sentido, há ainda outras considerações importantes feitas por LOCATELLI e CARVALHO (id.)

Não há dúvidas que as mudanças tecnológicas, os objetos de consumo visual e virtual, o poder da mídia, internet, vídeo, informática, não podem ser menosprezados, em especial devido a atração autêntica dos alunos e agora dos professores, mas precisamos conhecer melhor os efeitos e as suas formas de uso, para nos certificarmos da real viabilidade desses novos métodos no processo ensino/aprendizagem (id.).

O que mostra o quanto importante é a discussão desse assunto no ambiente

escolar, principalmente para esclarecer como os recursos tecnológicos podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem e, devido a isso, como se modifica (se for o caso de se modificar) o papel dos professores e alunos. Isso traz à tona questões referentes à formação dos professores de Física e, por consequência desse trabalho, a base que tem sido dada a eles para utilizarem o computador e a Internet em sala.

### 3.3 FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

As leis de Newton, os conceitos termodinâmicos e todos os conceitos físicos comumente ensinados no Ensino Médio não se modificaram no século que se passou. E como, para muitos, ensinar Física é apenas transmitir esses conteúdos, o Ensino de Física também não mudou. Profissionais que pensam assim esquecem de que a cada década a sociedade vai se modificando, alunos, professores e escolas vão se modificando. Por isso a importância de formar professores preparados para enfrentar os desafios que cada mudança traz para o ambiente escolar.

Ser professor de Física significa ensinar as leis de Newton, mas também significa inserir seu aluno num mundo multidisciplinar e dinâmico. Neste sentido ressaltamos que devemos olhar com atenção a qualidade da formação dos professores do presente para que não tenhamos que correr eternamente atrás do tempo perdido atrás da formação inicial. (ARAÚJO e VIANNA, 2003, p. 1607)

A formação de professores, em especial nas áreas das Ciências, tem se dado como uma soma de conhecimentos científicos específicos da área (em disciplinas como Mecânica Clássica, por exemplo) com conhecimentos psico-social-pedagógicos da área de Educação (como em Metodologia de Ensino, por exemplo). CARVALHO e GIL-PÉREZ (1995) fazem pesadas críticas a essa tendência, ainda presente, de contemplar a formação de professores somente pela junção de um “pacote de disciplinas científicas” e um “pacote de disciplinas da Licenciatura” propondo uma “Didática das Ciências” capaz de integrar os conteúdos da disciplina, as concepções teóricas e as pesquisas sobre práticas e experiências docentes bem-sucedidas.

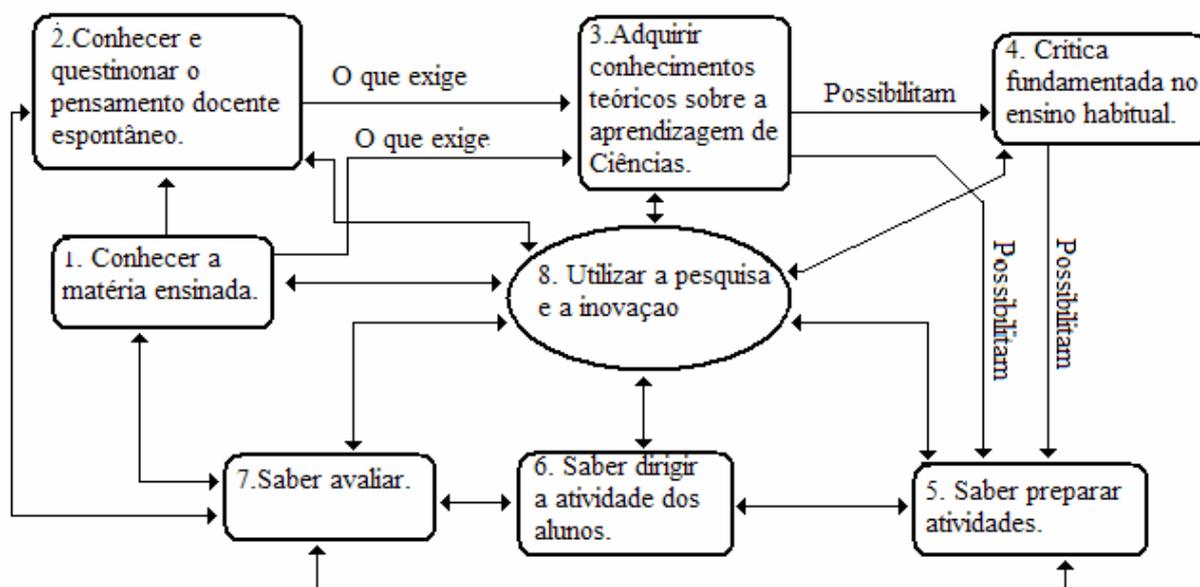
Existe a idéia, bastante difundida, de que ensinar uma matéria é uma tarefa

simples, para a qual se necessita apenas conhecer a disciplina num nível maior que os alunos. Para CARVALHO e GIL-PÉREZ (1995) romper com essa visão equivocada e simplista sobre o ensino é a primeira etapa que o processo de formação do professor deve superar. As necessidades apontadas pelos autores são:

- a) Conhecer o conteúdo a ser ensinado;
- b) Questionar as idéias docentes de “senso comum” sobre ensino e aprendizagem;
- c) Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das Ciências;
- d) Saber analisar criticamente o “ensino tradicional”;
- e) Saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva;
- f) Saber dirigir o trabalho dos alunos;
- g) Saber avaliar;
- h) Adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática.

Esse pensamento está explícito no Quadro 3 a seguir.

QUADRO 3 – O QUE DEVERÃO “SABER” E “SABER FAZER” OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS.



FONTE: CARVALHO e GIL-PÉREZ (1995)

Para VIANNA e ARAÚJO (2003) a formação do professor deve ser um processo contínuo, que começa em sua formação inicial e que prossegue através da sua vida profissional. Com o desenvolvimento científico e tecnológico avançando rapidamente, a responsabilidade do professor passa a ser cada vez maior, na medida que precisa se preocupar não só com o conteúdo que deve ensinar, mas também com propostas pedagógicas que se tornam possíveis (e talvez necessárias) com esse desenvolvimento. Seu papel se torna mais relevante já que “queremos que os alunos se tornem críticos, criativos, construindo seu conhecimento, acompanhando o mundo em que vivem” (ibid., p. 2459).

Porém, ARAÚJO e VIANNA (2003) em pesquisa realizada nas universidades cariocas observam deficiências nas grades curriculares dos cursos de licenciatura em Física que não discutem o uso do computador e da Internet como tecnologias educacionais. Nas palavras dos autores “há uma lacuna na capacitação do uso da informática para o ensino de Física que é preenchida com linguagens de programação e cálculo numérico, ignorando todos os outros usos potenciais das NTIC’s (Novas Tecnologias de Informação e Comunicação) como uma ferramenta que auxilia o professor em sua atividade pedagógica e na sua formação continuada” (ibid., p. 1607).

Isso se reflete na prática pedagógica, como destacam TOFOLI e HOSOUME (2003) ao afirmarem que os professores têm uma compreensão limitada das funções e dos processos envolvidos na utilização do computador. Para os autores, pouco tem se discutido do ponto de vista dos professores em relação à utilização do computador na escola e, mais especificamente, no Ensino de Física.

Eles destacam que parece haver uma preocupação excessiva com a aquisição de equipamentos e *softwares* por parte das instituições, que esquecem que, para a utilização dessas ferramentas, é fundamental a preparação dos professores, pois afinal somente o computador e seus programas não poderão resolver os problemas educativos. Quando há, a capacitação dos professores se dá, em geral, em treinamentos rápidos sem a preocupação da integração do computador ao processo pedagógico da escola (id.).

Porém a pesquisa de TOFOLI e HOSOUME (id.) deixa evidente o interesse dos professores em querer aprender a utilizar o computador e os caracteriza em dois grupos, um dos

que querem se aperfeiçoar – querendo aprender os fundamentos básicos do computador e outro, que quer aprender programas, com utilizações mais diretas. Isso está relacionado com o fato que a maioria já usou/usa computadores e justamente a maior parte desses professores querem se aperfeiçoar (ibid., p. 1771).

Para BRITO e PURIFICAÇÃO (2003, p. 26) “a incorporação das tecnologias educacionais no fazer diário do professor é bem mais complexa do que se imaginava e depende de outras variáveis, mas nenhuma intervenção pedagógica harmonizada com a sociedade contemporânea e com inovações será eficaz sem a colaboração consciente do professor e sua participação na promoção da emancipação social”. Para as autoras, o professor é “o elemento humano responsável pelo ambiente de aprendizagem” (id.) devendo assumir uma postura de comprometimento com a pesquisa, com o desenvolvimento da crítica e da criatividade, inclusive ao trabalhar com as Novas Tecnologias.

Dessa forma, ao se utilizar a Internet, é preciso que o professor tenha uma atitude crítica e criativa diante do instrumento, pois, somente assim, poderá formar um aluno também crítico e criativo diante das questões da sociedade.

### 3.4 ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Ao se trabalhar com a Internet muitas estratégias de ensino podem ser utilizadas. Dependendo do assunto tratado e das características do professor e da turma algumas abordagens podem se mostrar mais interessante que outras. As estratégias descritas a seguir foram as utilizadas nesse trabalho, mas não são as únicas possíveis.

No estudo da gravitação universal o estudante irá se deparar com conceitos como campo gravitacional e forças que atuam à distância e que possuem uma descrição matemática. Tais conceitos e suas implicações são fundamentais, portanto é de se perguntar se os estudantes são capazes de compreender tais propriedades. A pesquisa

de NARDI e CARVALHO (1990) mostra que indivíduos a partir dos 15 anos de idade já apresentam, em geral, concepções mais elaboradas que possibilitam o entendimento desses conceitos.

Como a intenção é de estruturar a aprendizagem de acordo com a teoria de Ausubel e, nessa teoria, é fator fundamental o saber já adquirido pelo aluno, vale se perguntar a respeito das concepções alternativas que os alunos possuem sobre a gravitação.

Para Ausubel, o conhecimento prévio é o principal fator, isolado, que influencia a aquisição de novos conhecimentos. A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. É nessa interação que o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio se modifica e/ou adquire novos significados. Mas tal interação não é arbitrária, ou seja, o novo conhecimento adquire significados pela interação com conhecimentos prévios especificamente relevantes. Em outras palavras, a interação não é com qualquer conhecimento prévio. Nesse sentido, no ensino é preciso identificar sobre quais conhecimentos prévios o aluno pode se apoiar para aprender (MOREIRA, 2002, p. 13).

Por isso há de se investigar as concepções alternativas (ou prévias ou espontâneas, aqui utilizadas como sinônimos), que são noções “pré-existentes e independentes do ensino formal que os alunos revelam ao serem, de alguma forma, questionados e que de fato constituem uma estrutura conceitual paralela àquela ensinada – estrutura muitas vezes capaz de sobreviver ao ensino” (VILLANI *et al*, 1982, p. 25).

Porém essas concepções prévias podem diferir das idéias que se pretende ensinar e podem ser resistentes a mudanças. Cabe ao professor identificar essas concepções e propor atividades conforme aquilo que foi identificado. PEDUZZI e PEDUZZI (1988, p. 142) fazem uma síntese a respeito dos conceitos espontâneos:

As idéias que os alunos trazem para a sala de aula e que se relacionam com os conceitos e princípios físicos a serem estudados têm sido objeto de extensa investigação nos últimos 10 anos. Estas concepções, conceitos ou idéias intuitivas:

- a) São encontradas em um grande número de estudantes, em qualquer nível de escolaridade;
- b) Constituem um esquema conceitual coerente, com amplo poder explicativo;
- c) Diferem das idéias expressas através dos conceitos, leis e teorias que os alunos têm que aprender;
- d) São muitos persistentes e resistem ao ensino de conceitos que conflitam com elas;

- e) Interferem no aprendizado da Física, sendo responsáveis, em parte, pelas dificuldades que os alunos encontram e suas disciplinas desta matéria, acarretando nestas um baixo rendimento quando comparado com disciplinas de outras áreas;
- f) Apresentam semelhanças com esquemas de pensamento historicamente superados.

Em um estudo sobre esse tema TEODORO e NARDI (2001, p. 59-60) listaram exemplos de concepções alternativas relacionados ao conceito de gravitação que ocorrem na forma de padrões de pensamento repetidos por indivíduos distintos e em locais diferentes:

- a) pensar que toda força requer um meio material para se propagar;
- b) considerar que a gravidade depende da presença da atmosfera e explicar a “flutuação” dos astronautas em função da ausência de atmosfera;
- c) estimar que os corpos não têm peso no vácuo;
- d) avaliar que os corpos celestes não “caem” pelo fato de estarem fora do alcance da força atrativa da Terra;
- e) prever que um corpo mais pesado atinge o chão antes de um mais leve ao serem abandonados da mesma altura;
- f) conceber que a força age sempre na mesma direção do movimento;
- g) supor que a força gravitacional age sobre um corpo somente durante o movimento de descida.

Nessa investigação estará se observando as concepções prévias a fim de se identificar os subsunçores dos alunos, nos quais poderão se ancorar novos conhecimentos, aperfeiçoando o conceito e modificando os subsunçores.

Além das concepções prévias é preciso conhecer quais são as idéias dos alunos sobre força, conceito físico que servirá de subsunçor para as idéias, ora mais abrangentes ora mais específicas, presentes no estudo da gravitação universal.

A seguir serão explorados três recursos que foram utilizados neste trabalho como elementos delineadores do processo de ensino-aprendizagem, auxiliando na elaboração das aulas e na seleção dos *sites* que foram utilizados pelos alunos.

### 3.4.1 História da Ciência

A História da Ciência pode ser usada de duas formas no Ensino de Ciências. A primeira é como conteúdo em si mesma e a segunda, que será utilizada nesse trabalho, como fonte de inspiração para a definição de conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino (F. BASTOS, 1998, p. 43).

Estudos mostram que comumente o uso da História da Ciência veiculada no ensino apresenta uma série de problemas, alguns deles são: freqüentemente incorre em erros factuais grosseiros; ignora as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; glorifica o presente, menosprezando a importância das correntes científicas divergentes das atuais; e estimula a idéia de que os conhecimentos científicos atuais são verdades imutáveis (id.).

Outra face do problema é levantada por TEODORO e NARDI (2001) quando argumentam que há uma falha na formação do professor para essa estratégia e que falta material de qualidade que subsidie a ação docente.

Também para PEDUZZI (2001) a utilização da História da Ciência apresenta uma série de críticas quando não é bem planejada. Porém, para o autor, ela tem importante valor didático e pode, entre outros pontos:

- propiciar o aprendizado significativo de equações (que estabelecem relações entre conceitos, ou que traduzem leis e princípios) que o utilitarismo do ensino tradicional acaba transformando em meras expressões matemáticas que servem à resolução de problemas; (...)
- incrementar a cultura geral do aluno, admitindo-se, neste caso, que há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais que ocorreram na história do pensamento científico (como a revolução científica dos séculos XVI e XVII, por exemplo);
- desmitificar o método científico, dando ao aluno os subsídios necessários para que ele tenha um melhor entendimento do trabalho do cientista;
- mostrar como o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que as teorias científicas não são “definitivas e irrevogáveis”, mas objeto de constante revisão; (...)
- contribuir para um melhor entendimento das relações da ciência com a tecnologia, a cultura e a sociedade; (...)
- levar o aluno a se interessar mais pelo Ensino de Física. (ibid., p. 157-158)

Como fica implícito, toda a opção didática à História da Ciência tem como envolvimento inevitável a Filosofia da Ciência, sem uma devida fundamentação teórica

o uso da História da Física é vazia e vulnerável à crítica (PEDUZZI, 2001 e NEVES, 2003).

Para MAGALHÃES, SANTOS e DIAS (2002, p. 490) “a história da Física apresenta os problemas que levaram à formulação de um particular conceito; ela revela os ingredientes, lógicos ou empíricos, que foram realmente importantes nesse processo”. Nesse sentido se insere na abordagem de Ausubel podendo ser, segundo os autores, um legítimo *organizador prévio*.

### 3.4.2 Simulações

A Física é, de maneira sintética, a ciência que constrói modelos e explicações acerca do universo. Os modelos matemáticos são um tipo importante de modelos, de difícil aprendizagem para muitos estudantes. Essa dificuldade pode ser minimizada através do uso de ferramentas computacionais que possam explorar funções e interações com objetos utilizados na construção de modelos de fenômenos físicos (TEODORO, 2002).

Segundo Romero SILVA (2003, p. 5), as novas gerações de alunos nasceram num momento de rápido desenvolvimento da área da informática, nos computadores, na televisão e nos vídeo-games com suas animações sofisticadas. Para sensibilizar esse aluno é necessário mais que apenas o quadro e giz.

O uso da modelização (modelação ou modelagem para alguns autores), que dão suporte ao uso de animações e simulações, tem sido utilizada, principalmente, numa tentativa de contornar uma situação problemática no ensino de Física, que é a representação e compreensão de conceitos complexos, fato evidenciado pelo uso crescente de ilustrações, inclusive de fenômenos dinâmicos, nos livros didáticos. “Porém a experiência tem mostrado que em muitos casos essas ilustrações não têm sido de grande ajuda (...) [por isso] os defensores da informática no ensino da Física têm apontado o uso de animações por computadores como uma solução para tais problemas” (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 78).

Para SILVA (2003, p. 1):

Um modelo oferece a seu usuário uma maneira de compreender o que antes era um problema incompreensível. Ele tenta representar um acontecimento a que ele se reporta. Quando são relacionados com acontecimentos dinâmicos, eles são facilmente perceptíveis e providenciamos uma animação que exiba sua evolução temporal. Quando um modelo evolui temporalmente e permite uma interação com o usuário, chamamos de animação interativa.

As animações interativas ou simulações, termos usados como sinônimos neste trabalho, desenvolveram-se através das Novas Tecnologias podendo incorporar diversas mídias: escrita, visual e sonora, oferecendo, dessa forma, grande potencial para que os alunos compreendam os princípios teóricos da Física (ibid., p. 9).

Porém, simulações computacionais vão além das simples animações, “elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador” (GADDIS *apud* MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 79). Tal interatividade consiste no fato de que o programa é capaz de fornecer não apenas uma animação isolada de um fenômeno em causa; mas, uma vasta gama de animações alternativas selecionadas através da escolha de parâmetros pelo estudante.

Segundo TEODORO (2002, p. 23), o “ciclo de modelação” passa por três etapas, não necessariamente ordenadas nessa seqüência, que são: o uso de abstrações para representar objetos ou idéias, a manipulação dessas abstrações de acordo com certas regras lógicas e a verificação do grau de acordo dos resultados obtidos nessa manipulação com as idéias e abstrações iniciais, o que é um processo complexo e que exige grande capacidade de abstração. As simulações computacionais podem reduzir essa complexidade já que permite explorar facilmente o significado dos parâmetros envolvidos.

Desta forma, por exemplo, para ilustrar o movimento de um projétil, uma simulação computacional permite ao estudante a seleção de parâmetros como a velocidade inicial e o ângulo de lançamento, para os quais o programa fornece as

respectivas animações. Evidentemente, qualquer simulação está baseada em um modelo de uma situação real, modelo este matematizado e processado pelo computador a fim de fornecer animações de uma realidade virtual. A construção, portanto, de uma simulação computacional pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo que lhe dá suporte e que lhe confere significado, sendo esta somente uma representação desse modelo e, por conseqüência, espera-se que uma representação da realidade (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002).

Assim,

as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes (ibid., p. 79).

Muitas têm sido as vantagens apontadas para a utilização das simulações no ensino das ciências pelos seus defensores. Em seu trabalho de doutorado, GADDIS (*apud* MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 80) fez um levantamento das principais contribuições que o uso de simulações pode oferecer, entre as quais pode-se destacar:

- reduzir o “ruído” cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos;
- fornecer um *feedback* para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos<sup>10</sup> em seus mais importantes elementos;

---

<sup>10</sup> O autor fala aqui em conceitos abstratos, porém entende-se que conceitos são sempre abstrações. São idéias criadas e utilizadas para se definir ou compreender melhor alguns fenômenos. Conceitos, portanto, não podem ser divididos em concretos e abstratos.

- reduzir a ambigüidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos;
- servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- promover habilidades do raciocínio crítico;
- fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual, na perspectiva de uma aprendizagem significativa.

Para SANTOS e SILVA (2003) as animações interativas podem ser utilizadas como organizadores prévios dentro da Teoria da Aprendizagem Significativa. Para eles a simulação pode

ser uma ferramenta capaz de agir na estrutura cognitiva modificando os conceitos subsunçores através de conexões significativas entre as idéias prévias dos alunos e a nova informação introduzida pela animação, servindo-se tanto para a determinação do conhecimento prévio como na ação continuada para se atingir a concepção defendida pelo orientador (ibid., p. 2341).

Porém, diante de todas essas possibilidades, deve-se perguntar também quais são as limitações existentes na utilização das simulações. A principal delas se refere, justamente, ao fato das simulações serem baseadas em modelos que contêm simplificações e aproximações da realidade aceitas, não sendo a própria realidade. Outro ponto é a “diferença significativa entre o ato de experienciar-se um fenômeno através de um experimento real e de uma simulação computacional” (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 80).

Para VEIT e TEODORO (2002) a introdução de modelagem no processo ensino-aprendizagem, através do uso de simulações, possibilita uma melhor compreensão do seu conteúdo e contribuindo para o desenvolvimento cognitivo em geral, pois modelagem facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem, podendo, também, segundo os autores:

- elevar o nível do processo cognitivo, exigindo que os estudantes

- pensem num nível mais elevado, generalizando conceitos e relações;
- exigir que os estudantes definam suas idéias mais precisamente;
  - propiciar oportunidades para que os estudantes testem seus próprios modelos cognitivos, detectem e corrijam inconsistências.

### 3.4.3 Resolução de Problemas

A resolução de problemas não é especificamente um recurso de ensino de Física, mas um recurso didático encontrado em várias abordagens que dão a ele enfoques diferentes. Sobre a sua importância no processo de ensino e aprendizagem COSTA e MOREIRA (2002, p. 61-62) assim se expressam:

a atividade de resolver problemas é intrínseca ao processo de ensino-aprendizagem, podendo, inclusive, ser concebida como meio e/ou fim do mesmo. Para começar, *consideramos um problema como uma situação na qual um indivíduo, uma vez tendo-a reconhecida como tal, necessita utilizar processos envolvendo reflexão, raciocínio e tomadas de decisões para seguir um caminho na busca de solucioná-la.* (...) Pois aprender não é tomar conhecimento de alguma coisa, retê-la na memória, tornar-se apto ou capaz de alguma coisa, em consequência de estudo, observação, experiência, discernimento? Aprender requer uma atitude de confronto com um problema para o qual não se tem, mas busca-se a resposta.

A atividade de resolução de problemas permite o desenvolvimento de três formas de conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais, na medida em que os problemas:

- englobam leis, princípios e conceitos (conteúdos conceituais);
- requerem uma análise da situação problema, elaboração de hipóteses, planos e/ou estratégias de solução, execução do plano, análise do resultado obtido, além da comunicação e explicação do processo de resolução do problema (conteúdos procedimentais);
- envolvem, durante o próprio processo de resolução, também o trabalho em grupo, o respeito pela opinião e argumentação dos colegas, a motivação para resolver a situação-problema e o aprimoramento do gosto pela ciência (conteúdos atitudinais). (CLEMENT e TERRAZZAN, 2003, p. 1163)

Um problema é “um estado subjetivo da mente, pessoal para cada indivíduo, um desafio, uma situação não resolvida, cuja resposta não é imediata, que resulta em reflexão e uso de estratégias conceituais e procedimentais” (COSTA e MOREIRA, 1996, p. 176) de forma a provocar uma mudança na estrutura cognitiva do aprendiz. No

processo de resolução do problema o resultado importa menos que a própria forma de resolução, isso porque esse processo pode favorecer a aprendizagem significativa já que propicia uma reorganização do conhecimento existente na estrutura mental do aprendiz (NOVAK, 1977). Assim justifica-se o uso de problemas visando às mudanças de subsunções.

As diferenças entre novatos e especialistas quanto à resolução de problemas tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas, um levantamento e investigação dessas pesquisas foi feito por COSTA e MOREIRA (1996) e também por FÁVERO e SOUSA (2001). Estes sintetizam essas diferenças:

o especialista: desenvolve uma análise prévia qualitativa detalhada da situação problemática, antes de partir para o formalismo matemático; demonstra mais conhecimento declarativo e utiliza menos passos para resolver os problemas; move-se menos entre os conhecimentos declarativo e procedural; possui melhor domínio conceitual e procedural do conteúdo (...). Por outro lado, o novato: não analisa qualitativamente a situação problema, partindo de imediato para a busca de princípios e equações que o ajudem na solução matemática do problema; fixa-se em aspectos superficiais do problema e utiliza muitas regras, sem levar em conta que a mesma regra se aplica a várias situações; tem menor domínio do conhecimento declarativo e procedural necessitando, então, acrescentar informações e reestruturar o conhecimento prévio (FÁVERO e SOUSA, 2001, p. 153).

Nas pesquisas analisadas pelos autores se tem como resultado que o especialista articula a questão conceitual enquanto o novato procura qual seria a regra ou procedimento que aplicado no problema o resolveria (id.).

Fato importante que influencia o desempenho na resolução de problemas é o conhecimento prévio do aprendiz, “seja em termos do conhecimento disponível na estrutura cognitiva do aluno, seja no modo como ele está organizado nessa estrutura ou, ainda, da sobrecarga imposta pela tarefa à memória de trabalho” (ibid., p. 154).

Cabe, ainda, ressaltar outro aspecto importante que é o papel da modelagem mental dos enunciados, em especial na resolução de problemas em Física. Esta questão está discutida no trabalho de COSTA e MOREIRA (2002) fundamentada na Teoria dos Modelos Mentais de JOHNSON-LAIRD (1983, 1996). Em suas conclusões os pesquisadores identificam dificuldades relativas à interpretação de enunciados de problemas de Física por estudantes universitários constituindo um primeiro obstáculo

para a resolução de problemas. Posicionamento confirmado por FÁVERO e SOUSA (2001, p. 154) quando mostram que várias pesquisas apontam como resultado “a incompreensão do enunciado como fator importante [na resolução de problemas] sugerindo que, de alguma forma, a dificuldade do aluno está na incompreensão textual do enunciado e que diagramas ou detalhes da apresentação poderiam facilitar a compreensão”.

A História da Ciência, as Simulações e a Resolução de Problemas foram as principais estratégias de ensino utilizadas neste trabalho ao usar a Internet para o ensino dos conceitos de gravitação universal.

## 4. METODOLOGIA

Estruturou-se o trabalho em três fases distintas: a primeira com um Pré-teste e uma entrevista prévia; a segunda com atendimentos usando a hipermídia; e a terceira com um Pós-teste e uma entrevista final. Forma semelhante a utilizada por PURIFICAÇÃO (1999). Também a pesquisa de CORDEIRO (2003) oferece algumas sugestões utilizadas nessa investigação.

Antes do Pré-teste e da entrevista prévia foi aplicado um 1º Questionário. Nessa fase prévia o objetivo principal foi o de conhecer os alunos, saber quais são seus conhecimentos sobre o uso da Internet e sobre o conteúdo de gravitação a ser tratado. Esteve-se, portanto, em busca de subsunçores que serviriam como base para os futuros conhecimentos.

Após essa etapa aconteceram os atendimentos usando-se a Internet. Nesse momento o professor trabalhou como orientador de uma prática educativa que utilizou pesquisas orientadas e problematizadas na rede (SANTOS, 2003).

Por fim, um Pós-teste e uma nova entrevista avaliaram como se modificaram os subsunçores dos alunos, como os conteúdos aprendidos se relacionaram com outras situações físicas e qual a visão que ficou do processo. O que se buscou saber é se o uso do recurso hipermídia foi capaz de modificar a estrutura cognitiva dos alunos da maneira esperada.

### 4.1. O LOCAL DA PESQUISA

Inicialmente, pensou-se em realizar a investigação na própria instituição em que o pesquisador atua profissionalmente, porém o fato de já haver um conhecimento e proximidade mútuos entre pesquisador e alunos, o que poderia influenciar nos resultados da investigação, fez com que essa idéia fosse abandonada.

Como era necessário que alguns pré-requisitos fossem cumpridos, como um laboratório de informática disponível, com bons computadores e acesso rápido à

Internet, a UTFPR se mostrou uma boa alternativa. Nessa instituição pública, os alunos de Ensino Médio compartilham da estrutura e de alguns professores que atuam também no Ensino Superior.

Após o contato com o chefe do Departamento de Física e com os professores titulares das turmas de Ensino Médio, e com a autorização dos mesmos para se realizar a pesquisa, foi feita uma averiguação do laboratório colocado à disposição. O laboratório possuía 15 computadores disponíveis com acesso a Internet, um computador para o professor com saída de vídeo para uma televisão e quadro branco.

## 4.2 OS ALUNOS

Trabalhou-se com alunos do primeiro ano de ensino médio regular da UTFPR em um número reduzido de quatro alunos. Esse número foi atingido com alunos voluntários que participaram de todos os encontros. Como foram alunos voluntários que expressaram sua vontade em aprender Física há indícios de que uma das exigências para que haja aprendizagem significativa está sendo cumprida: o aluno tem que estar disposto a aprender.

A seleção dos alunos se deu no dia 23/11. Duas turmas de primeiro ano do ensino médio da UTFPR foram reunidas e o pesquisador e os professores titulares de sala explicaram aos alunos do que se tratava a investigação. Uma lista foi passada para que os voluntários se inscrevessem para participar da pesquisa assinalando quais seriam as melhores tardes para eles. Nessa primeira etapa 26 alunos se inscreveram.

Na seqüência marcou-se dois horários no período da tarde para se aplicar o primeiro questionário com os alunos, conversar mais sobre as atividades que se sucederiam e agendar os horários dos próximos encontros. Desta etapa somente 7 alunos participaram.

Para satisfazer o melhor horário para a maioria os encontros aconteceram nas tardes dos dias 2/12, 7/12 e 9/12 das 13h às 14h50 (2 aulas em cada encontro). Completaram todos os encontros apenas quatro alunos. A aplicação do pós-teste se deu

no dia 13/12 e as entrevistas finais foram realizadas nos dias 13/12 e 14/12.

### 4.3 O MATERIAL

Seguindo as idéias de Ausubel, para que o material seja potencialmente significativo ele tem que apresentar uma ordem lógica e ter a capacidade de interagir com o aluno de forma não arbitrária, não literal, que não seja direto, mecânico, mas que leve ao raciocínio, ao desenvolvimento de idéias, a reflexão, esse foi o princípio que guiou a elaboração das aulas e na seleção dos *sites* utilizados.

#### 4.3.1. Os *sites* utilizados

Com os recursos computacionais é possível elaborar um material de uso didático amplo, organizado, de fácil acesso e atualização e sem problema de espaço físico. Hoje é relativamente fácil encontrar *softwares* de modelagem e *websites* sobre Física. Porém vários aspectos precisam ser analisados, antes de se tentar implantar tais suportes em sala de aula.

Dentre diversos programas de modelagem Física destaca-se dois: *Modellus* e *Pintar VirtuaLab*. Eles funcionam basicamente simulando situações Físicas, fornecendo espaço para equações, dados, ilustrações, gráficos, tabelas etc, sobre os conceitos que se quer estudar. Porém, em geral, eles não são de fácil manuseio por parte do aluno, mas um grande facilitador no trabalho do professor. O professor pode usar esses *softwares* para uma problematização inicial, uma demonstração de um experimento, uma análise de dados, formulação de questões ou uma aplicação real do conhecimento. Além de se poder desenvolver a construção mental, o lúdico, a criatividade do aluno.

FIGURA 1 – MODELLUS: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>

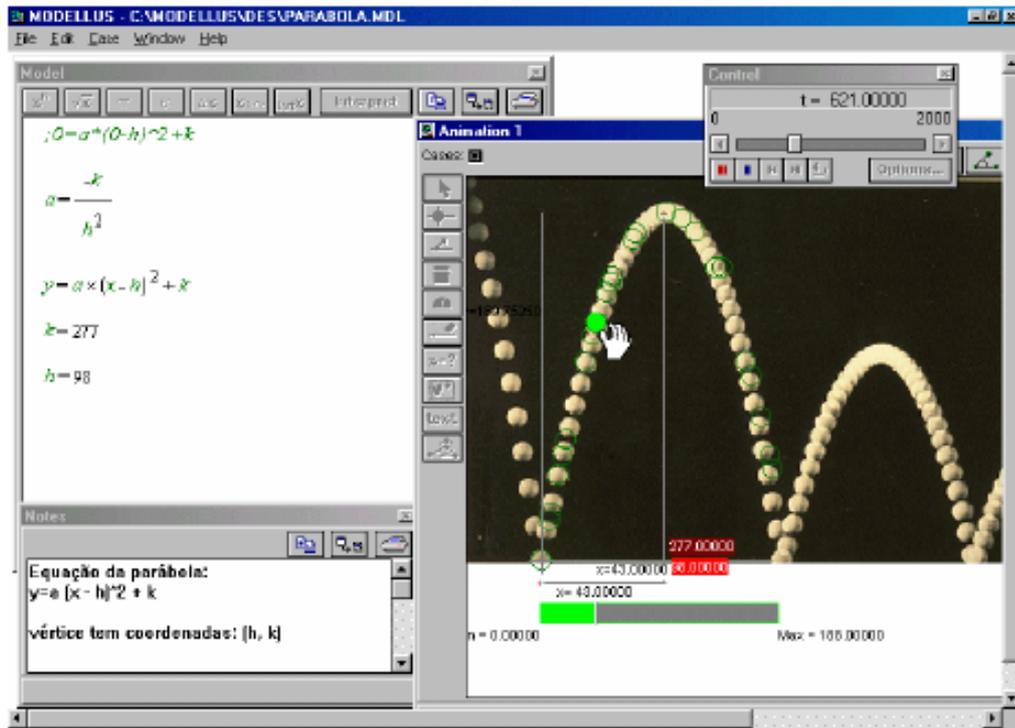
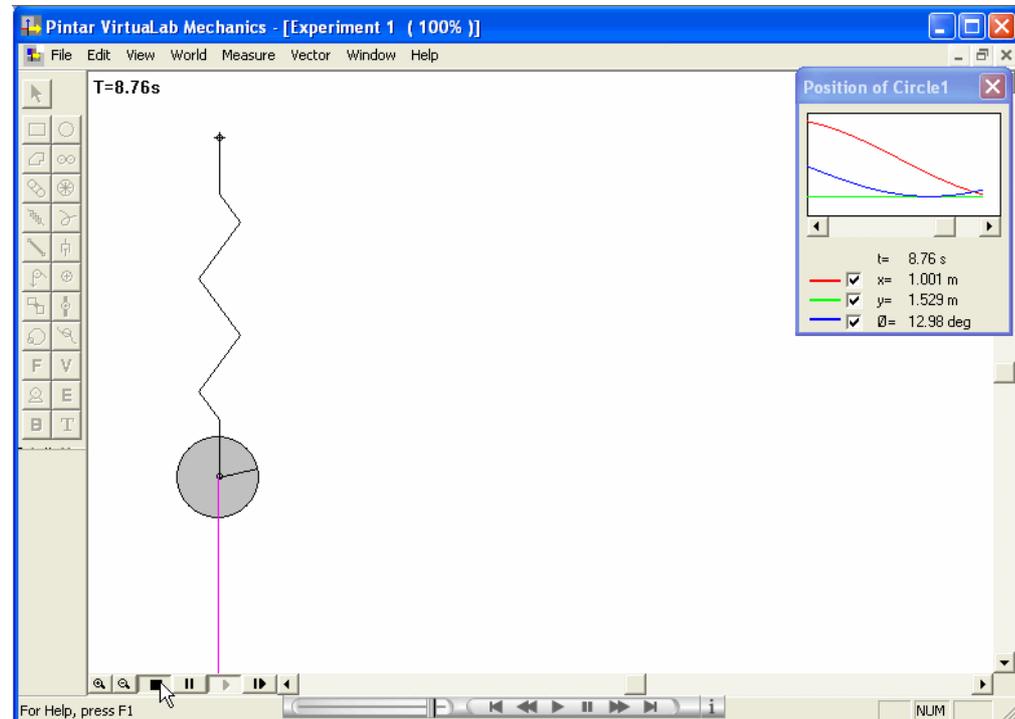


FIGURA 2 – PINTAR VIRTUALAB: <http://www.pintarlearning.com/>



Em relação aos *websites*, há uma imensa quantidade de informação na Internet, porém, na maioria das vezes, as páginas sobre Física não apresentam seu conteúdo de forma clara e didática, além de conterem erros conceituais. Muitos *sites* também são de qualidade gráfica e técnica questionáveis, dificultando a navegação e organização das informações. Mesmo assim, com um pouco de persistência, é possível encontrar várias páginas com conteúdo acessível para professores e alunos e que satisfazem as condições colocadas acima. Segue uma lista de endereços relevantes que foram usados nessa investigação:

- a) Adoro Física - <http://www.adorofisica.com.br/>
- b) *Applets* Java de Física - <http://www.walter-fendt.de/ph14br/>
- c) Convite à Física - <http://www.conviteafisica.com.br/>
- d) Feira de Ciências - <http://www.feiradeciencias.com.br/>
- e) FisicaNet - O Canal da Física na Internet - <http://fisicanet.terra.com.br/>
- f) *Física con ordenador* - <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
- g) Física Virtual - <http://paginas.terra.com.br/educacao/fisicavirtual/>
- h) *General Physics Java Applets* -  
<http://surendranath.tripod.com/Applets.html>
- i) Gravitação e Temas Afins - <http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/>
- j) Matéria Prima - <http://www.materiaprime.pro.br/corpo.html>
- l) Sala de Física - <http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/>
- m) Seara da Ciência - <http://www.seara.ufc.br/>

FIGURA 3 – SALA DE FÍSICA: <http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/>

*Sala de Física*

**Para o Ensino Médio** [www.saladefisica.com.br](http://www.saladefisica.com.br)

**Conteúdo**  
 Conceitos Teóricos  
 Leituras – Aplicações  
 Como Funciona  
 Medidas – Tabelas  
 Biografias de Físicos  
 Fotos de Físicos  
 Glossário de Termos

**Atividades**  
 Laboratório Virtual  
 Experimentos  
 Planos de Aula  
 Exercícios com Teoria  
 Testes Conceituais  
 Apostilas  
 Curiosidades & Perguntas

**Interação**

**Curiosidade**  
 Por que vêm os gatos de noite?



**Questão**  
 Um astronauta, na Terra, verifica que 9/10 de um cubo de gelo fica submerso em um copo com água. Se o astronauta estiver com o mesmo copo na Lua, dentro do

**Para Pensar**  
 Por que ao se partir um palito de feijão se torna mais difícil parti-lo em pedaços cada vez menores?

**O Caminho**  
 "De Tambaú a Aparecida"



Livro do idealizador deste site relat

Os endereços acima foram selecionados levando em consideração as explicações de conceitos físicos e de tópicos trabalhados em outras áreas do conhecimento que se fazem necessários para o avanço dos estudos; a relação de conceitos físicos com outras áreas da Física e com outras áreas do conhecimento; a presença da construção histórica e de dados biográficos dos cientistas que estudaram os conceitos; exemplos de uso do conteúdo no cotidiano, como os desenvolvimentos tecnológicos que o conceito proporcionou ou as situações que ele ajuda a explicar; a presença de curiosidades a respeito do conhecimento tratado e o aprofundamento conceitual do conteúdo, tendo como objetivo uma visão mais correta das bases da Física.

Foram priorizados, também, que os *sites* integrassem de maneira agradável sons, imagens e textos e utilizam-se animações e simulações para mostrar a relação das variáveis físicas. A presença de exercícios e problemas contextualizados também foi considerada. Enfim, foram selecionados endereços que permitissem utilizar as estratégias de ensino que trabalham com a História da Ciência, com as Simulações e com a Resolução de Problemas respeitando as premissas da aprendizagem significativa

de um material potencialmente significativo.

#### 4.3.2. Os planos de aula

Na elaboração dos planos de aula seguiu-se sugestões de MORAN (2005) e MOREIRA e MASINI (2002). Num primeiro momento houve uma explicação dos recursos que seriam utilizados, uma ambientação às ferramentas da Internet e uma exposição geral do conteúdo de gravitação, mas ainda de caráter introdutório. Nos encontros posteriores os conceitos apresentados anteriormente foram aprofundados, seguindo o princípio da diferenciação progressiva. Na última aula foi feita uma atividade que visou que o aluno relaciona-se os novos conceitos com outros conceitos anteriormente estudados, o que Ausubel chama de reconciliação integrativa. Os planos de aula estão no Anexo 5. No Anexo 6 há um exemplo de como se desenvolveu uma aula.

#### 4.4 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Como dito anteriormente, após a seleção dos alunos e aplicação do Questionário 1, a pesquisa será dividida em 5 etapas, em 3 blocos distintos. O primeiro bloco, com objetivo de avaliar como o aluno chega aos atendimentos é composto pelo Pré-teste e a entrevista prévia. Após esse primeiro bloco houve os atendimentos com os alunos, utilizando-se de recursos hipermídia com base nos preceitos do tópico anterior. O último bloco, constituído de um Pós-teste e uma nova entrevista visa avaliar se houve mudanças e quais seriam elas após o uso da hipermídia no ensino de Física. Todos os questionários, planos de aula e roteiros das entrevistas utilizados estão disponíveis nos Anexos deste trabalho.

#### 4.4.1 Avaliação Prévia – Questionário 1

Num primeiro momento foi feita uma avaliação do aluno que se dispôs a fazer parte dessa investigação. Foi aplicado um questionário prévio a fim de avaliar a relação do aluno com a Física, o seu conhecimento sobre força, subsunçor necessário para a aprendizagem significativa dos conceitos de gravitação e o conhecimento dos alunos em relação a Informática/Internet.

As questões de 1 a 6 do Questionário 1 visam traçar um perfil do aluno em relação a sua formação no Ensino Fundamental (questão 1), sua afinidade com Física (questões 2 a 4) e suas formas de estudar Física (questão 5). As questões 2, 3 e 4 procuram analisar de formas diferentes a relação do aluno com Física. Tais questões foram baseadas no estudo de CORDEIRO (2003, p. 204-206) sobre a aprendizagem significativa do conceito de aceleração no primeiro ano do Ensino Médio.

Nas questões 6 a 9 o que se analisou foram os conhecimentos de Física do aluno. A questão 6 avaliou se o aluno é capaz de estimar valores e se tem conhecimento do significado da unidade usada para quantificar a força. Esperava-se que nessa questão ele fosse capaz de identificar que uma pessoa normal é capaz de levantar 5 N, 50 N e 100 N. A questão 7 trata dos conhecimentos do aluno sobre força ao pedir que ele identifique situações em que age uma força resultante, a intenção é saber se o aluno compreende o que é e quais são as conseqüências da existência de uma força resultante não nula, esperava-se que o aluno acertasse pelo menos 4 das 7 afirmações. No problema 9 buscou-se analisar a capacidade do aluno de tratar dados numéricos e de se expressar matematicamente. Esse conjunto de questões fornece dados necessários para saber se o aluno domina os conceitos anteriores que serão usados no estudo da gravitação universal, é a verificação da existência dos subsunçores para uma aprendizagem significativa.

As questões 10 a 14 tiveram como objetivo saber quais são os conhecimentos do aluno em relação ao computador e a Internet. Na questão 10 procurou-se saber onde e com que freqüência se dá o acesso do aluno com o computador. A questão seguinte

tratou dos conhecimentos que o aluno tem de tarefas que podem ser feitas com o computador. A questão 11 procurou saber se o aluno já usou o computador e/ou a Internet durante aulas em sua escola. A questão 12 perguntou sobre a frequência que o aluno acessa a Internet. A próxima pergunta pediu para que ele marcasse as atividades que costuma ter na Internet. A questão 14 tratou da habilidade de fazer pesquisas na Internet.

#### 4.4.2 Pré-Teste e Entrevista Prévia – Questionário 2.

No Pré-Teste foi aplicado o Questionário 2. Este questionário avaliou os conhecimentos de gravitação do aluno. Procurou-se elaborar perguntas de maneira diferentes daquelas que são comumente praticadas em sala, evitando aplicações diretas de fórmulas e privilegiando os aspectos conceituais e qualitativos. As questões 1 e 2 são sobre os desenvolvimentos históricos da Física, são também questões que de maneira diferente buscam confirmar as respostas dos alunos. As questões 3 e 4 tratam dos conhecimentos das leis de Kepler. As questões de 5 a 7 são sobre aplicações da lei da gravitação universal. As perguntas 8 e 9 são sobre forças de campo, foram elaboradas de forma a cobrar, na primeira, se o aluno entende como as forças de campo atuam e, na segunda, se ele compreende a linguagem da área. A última questão, feita de forma a relacionar situações com os conceitos de gravitação, visa avaliar o grau de compreensão do aluno do conteúdo apresentado. A elaboração das questões segue recomendações de MOREIRA e MASINI (2002) para se avaliar indícios de uma aprendizagem significativa, como fazer questões que se relacionam, formando uma seqüência, ou questões sobre situações em que normalmente não são perguntadas, de forma a evitar respostas em que o aluno apenas memorizou procedimentos para resolvê-las.

A entrevista, gravada, aprofundou questões que tenham chamado a atenção nos dois primeiros questionários, bem como adquiriu mais informações sobre os alunos. O roteiro geral dessa entrevista seguiu os seguintes passos:

- Conhecer a história escolar do aluno
- Identificar fatores responsáveis pela afinidade ou não com a disciplina de Física e com as outras disciplinas;
- Identificar facilidades e dificuldades em Física;
- Comentários sobre os testes de Física feitos no Questionário 2;
- Opinião sobre a validade do uso da Internet na educação e experiências utilizando esse recurso;
- Conhecimentos e uso do Computador e da Internet;
- Facilidades e dificuldades em relação à pesquisa na Internet.

#### 4.4.3 Atividades usando hipermídia

A proposta foi de se tratar a hipermídia não como forma única e exclusiva em que se dará a aula. Não é o caso do aluno ficar apenas no computador visitando *sites*. É uma proposta de integração de outros recursos de sala de aula, dos quais o mais clássico é o quadro-negro, com a utilização do computador. Entretanto, também não se trata de apenas usar a Internet como motivação ou como ferramenta de ilustração dos conceitos estudados. Portanto os encontros alternaram momentos de explicação no quadro, complementadas ou introduzidas por visitas a endereços eletrônicos e o uso de simulações e de tarefas em forma de exercícios com pesquisas sobre os assuntos trabalhados.

A maioria dos livros de Física, em suas recomendações ao professor, sugerem que se utilize no mínimo quatro ou cinco aulas para o estudo de gravitação (MÁXIMO e ALVARENGA, 2000; RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO, 1999; NICOLAU E TOLEDO, 2003). Havendo disponibilidade de mais tempo alguns, como MÁXIMO e ALVARENGA (2000) sugerem até onze aulas. Baseado nisso se propôs seis encontros, de 55 minutos cada, em que o primeiro será voltado para questões relacionadas com a Internet e os outros cinco focados nos conceitos de gravitação universal. O objetivo é estar próximo do número de aulas comumente dedicados ao ensino de gravitação.

Nas cinco aulas em que o conteúdo esteve focado na gravitação universal desenvolveu-se quatro tópicos: leis de Kepler, lei da gravitação universal, aceleração da gravidade (campo gravitacional) e corpos em órbita (movimento de satélites). Esse é o corpo fundamental do estudo de gravitação, organizado de forma seqüencial, encontrado em diversos livros-texto, inclusive os já citados, mas que pode ser enriquecido em vários outros aspectos.

Dentre esses outros aspectos que podem ser explorados cita-se: a história do desenvolvimento dos conceitos de gravitação, inclusive com as modificações conceituais feitas pela Teoria da Relatividade; a interdisciplinaridade com a Matemática no quesito da forma das órbitas; questões de Astronomia e Astronáutica como buracos negros, eclipses, asteróides, cometas, efeito estilingue, traje dos astronautas, lixo espacial, GPS e descoberta matemática de planetas; o peso aparente no equador e nos corpos em órbita e a gravidade no interior da Terra; a energia potencial e a velocidade de escape; os movimentos da Terra e as marés, em uma ligação com a Geografia. Obviamente nem todas essas faces do conteúdo puderam ser explorados em tempo hábil, porém ficam como sugestões para trabalhos futuros.

No primeiro encontro houve um “mapeamento de informações significativas” (MORAN, 2005), de locais interessantes na Internet sobre Física e informações de como se fazer buscas ou criar contas de e-mail. É o que MORAN (2005) chama de *aprendizagem tecnológica*, momento em que a preocupação é em conhecer o que o aluno já sabe sobre a ferramenta e fazer a ligação com o que ele precisa saber. Os alunos criaram um *bookmark* (endereços favoritos) visando esse mapeamento.

A história do desenvolvimento da gravitação foi usada como organizador prévio, um material introdutório de nível geral relacionado com as idéias que o aluno já apresenta em sua estrutura cognitiva com aquelas que se pretende ensinar. É a “ponte” entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender o novo material de forma significativa. Nesse momento alguns *sites* foram usados a fim de ilustrar as passagens e personagens dessa história e os alunos foram convidados a fazer algumas pesquisas.

Após, houve uma explicação no quadro-negro sobre do que se trata a gravitação, seu caráter universal, suas aplicações e desenvolvimentos tecnológicos e sua importância no contexto da Física. É a apresentação, em nível geral, dos conceitos fundamentais.

A seguir se tratou das idéias mais específicas, seguindo uma diferenciação progressiva dos conceitos. Neste momento foram detalhadas as leis de Kepler, com o auxílio de simulações. Na seqüência vieram a lei da gravitação universal, de Newton, as discussões sobre a aceleração da gravidade e do campo gravitacional e, por fim, a discussão do movimento dos corpos em órbita, sempre utilizando páginas na Internet, com textos de interesse, ilustrações, dados pertinentes e simulações. Foram feitos exercícios de fixação encontrados nessas páginas, além da proposição de problemas que façam com que o aluno tenha um raciocínio mais complexo antes de resolvê-lo, visando o conceito de consolidação presente na aprendizagem significativa. Permeando os momentos se buscou sempre relacionar os conceitos estudados com os anteriores, seguindo o princípio da reconciliação integrativa.

Simultaneamente foram pesquisados e discutidos temas afins, com o objetivo de enriquecer o aprendizado e mostrar vertentes pouco exploradas no ensino, como os buracos negros e a Teoria da Relatividade. O contato com outros professores, por e-mail, foi incentivado para que os alunos conhecessem a opinião deles sobre determinados assuntos, infelizmente não houve respostas por parte dos professores contatados.

A descrição detalhada de como foram esses encontros está no capítulo 5.

#### 4.4.4 Pós-teste e Entrevista Final – Questionário 2

Depois das atividades com o uso de hipermídia os alunos passaram por um Pós-teste feito para avaliar questões de aprendizagem, o mesmo Questionário 2 usado no Pré-Teste. As questões, a maioria abertas, procuraram por mudanças nos subsunçores e indícios de aprendizagem significativa. Através das respostas dos alunos

pode-se dizer se houve modificação nos conceitos de gravitação universal. A diferença entre as respostas do Pré-teste e do Pós-teste mostrou como foi a compreensão dos alunos sobre os conceitos principais, evidenciado a mudança de subsunções.

A segunda entrevista, também gravada, teve como objetivo discutir as respostas dadas no Pós-teste e saber qual a receptividade dos alunos às aulas usando a Internet, bem como sugestões ou críticas que podem aparecer.

#### 4.5 REGISTRO DOS PROCEDIMENTOS

Os procedimentos adotados foram definidos a partir da avaliação dos questionários pilotos e da qualificação do projeto de pesquisa. Foram realizado 3 encontros – 6 aulas, em três diferentes tardes, com duração de aproximadamente 110 minutos cada – 55 minutos cada aula.

Toda a navegação dos alunos era conferida no histórico<sup>11</sup> após as atividades e, após cada encontro, eram feitas anotações das observações realizadas, bem como dos comentários dos alunos, os resultados por eles apresentados ou outras eventuais comunicações. As respostas dos alunos nos questionários e a gravação e anotações durante as entrevistas serviram como principal base de dados da pesquisa.

#### 4.6 INSTRUMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS

Para efetuar a análise dos dados obtidos foi organizada uma ficha de análise que tem suas questões retiradas do Pré-teste, do Pós-teste e das entrevistas realizadas com os alunos. Nesta ficha de análise, disponível no Anexo 7, alguns itens são classificados como suficiente, parcialmente suficiente ou insuficiente. Essa forma de avaliação dos resultados é semelhante a utilizada por CORDEIRO (2003).

A primeira questão é a quantificação feita pelos próprios alunos, no

---

<sup>11</sup> Os programas de navegação gravam os *sites* visitados num recurso chamado “histórico”. A conferência do histórico permite saber quais endereços foram visitados e em quais horários.

Questionário 1, de seu prazer em estudar Física, sendo 0 o valor mínimo e 7 o valor máximo, a primeira entrevista ajudou a confirmar a resposta dada pelos alunos.

O item 2, que analisa o subsunçor força que o aluno possui, foi retirado da pergunta 6 e da pergunta 7 do Questionário 1, juntamente com informações da primeira entrevista. Entendeu-se como suficiente se o aluno respondeu as três opções corretas na pergunta 6 e acertou pelo menos cinco das sete alternativas da questão 7. Se o aluno errou uma alternativa da questão 6 e acertou três ou quatro alternativas da questão 7, seu subsunçor foi avaliado como parcialmente suficiente. Caso respondesse menos alternativas de forma correta, seria avaliado como insuficiente.

O item 3 da ficha de análise trata dos conhecimentos da Internet, baseando-se nas respostas do Questionário 1, na primeira entrevista e nas observações durante os encontros. O item foi avaliado como suficiente se o manuseio de todas as ferramentas usadas nos encontros (e-mail, pesquisa em portais de busca e navegação nos sites) foi adequada. Se o aluno apresentasse problemas em alguma dessas ferramentas, o item seria marcado como parcialmente suficiente. Seria classificado como insuficiente se não tivesse domínio de nenhuma das ferramentas citadas.

O tópico 4, sobre conceitos de gravitação, foi retirado da primeira e da segunda pergunta do Questionário 2, utilizado no Pré-teste e no Pós-teste. Nesse tópico deseja-se responder se o aluno compreende e relaciona os sistemas planetários com personagens históricos. A resposta foi afirmativa se o aluno respondeu corretamente a primeira e a segunda pergunta do Questionário 2. Exemplos de pessoas associadas ao sistema geocêntrico são Ptolomeu e Aristóteles, apesar de poder se fazer algumas ressalvas, considerou-se correto também se o aluno respondeu a Igreja Católica. Exemplos de pessoas associadas ao sistema heliocêntrico são Copérnico, Kepler, Galileu e Newton, o grego Aristarco também apareceu na resposta de um dos alunos e foi considerada correta. Se o aluno respondesse uma personalidade incorreta, mas outra correta, ainda que acertasse a representação na pergunta 2, o item seria avaliado como parcialmente compreendido. No caso dele errar todos os nomes e a representação nos desenhos, o item seria classificado como não compreendido.

O item 5 trata da compreensão das leis de Kepler, conceito avaliado nas questões 3 e 4 do Questionário 2. Será marcado “sim” na ficha de análise caso o aluno tenha marcado corretamente as posições A e E na questão 3 e representado o vetor velocidade de forma tangente a órbita na questão 4, com maior módulo próximo ao Sol e menor módulo longe do Sol. Esse item será avaliado como parcialmente compreendido se o aluno marcar, além das posições certas, uma posição incorreta na questão 3 ou representar de maneira inadequada os vetores na questão 4, colocando uma componente radial ou não observando o módulo diferente numa posição próxima ou afastada do Sol. Caso não marque posições corretas na questão 3 e nem represente de forma adequada o vetor velocidade na questão 4 o item será assinalado como não compreendido.

O item 6 trata da compreensão e aplicação da lei de gravitação universal, nessa questão foram utilizadas as perguntas 5, 6 e 7 do Questionário 2. A compreensão será satisfatória se o aluno, na pergunta 5, identificar que a Terra atrai os corpos para sua superfície devido a força gravitacional que exerce sobre os corpos, na pergunta 6 deveria ser capaz de identificar a atração gravitacional da Lua como responsável pelas marés e na questão 7 responder que a gravidade depende da massa dos corpos e da distância que os separa. Caso o aluno acertasse somente uma ou duas dessas três questões, sua compreensão seria classificada como parcialmente correta. A avaliação de item como “não compreendido” seria dada se o aluno errasse as perguntas 5, 6 e 7.

O tópico 7 sobre forças de campo foi avaliado de acordo com as respostas dos alunos nas questões 8 e 9 do Questionário 2. Na pergunta 8 estaria correto responder que há uma força de atração gravitacional entre Lua e Terra ou que a Lua está inserida no campo gravitacional da Terra e, portanto, é atraída pela mesma. Na pergunta 9 o aluno precisava identificar que forças de campo são forças capazes de atuar a distância ainda que não haja meio material nenhum entre os corpos. Foi considerado parcialmente correto se o aluno respondeu corretamente a uma das perguntas. No caso do aluno errar as respostas das duas questões sua avaliação desse item será como não compreendido.

O item 8 é a porcentagem de acertos na questão 10 do Questionário 2. Nessa questão estão corretas as alternativas o movimento de asteróides, o peso de uma pessoa, o lançamento de foguetes, a descoberta de planetas e os buracos negros; as demais alternativas são incorretas. Serão computados 10 acertos (100% de acerto) se o aluno assinalou as cinco alternativas corretas e deixou de assinalar as cinco incorretas.

As respostas para os tópicos 9, 10 e 11 da ficha de análise foram extraídas da segunda entrevista feita com os alunos e tratam, respectivamente, da importância do uso da Internet, da importância do uso das Simulações e da postura/conhecimento que o professor necessita ter para trabalhar com a Internet em sala de aula.

Para esclarecer melhor a forma com que foram classificadas as respostas dos alunos e construída a ficha de análise foi feita o quadro a seguir:

QUADRO 4 – SÍNTESE DA CONSTRUÇÃO DA FICHA DE ANÁLISE

ITEM DA FICHA DE ANÁLISE	QUESTÕES UTILIZADAS	CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS
1) Grau de prazer em estudar Física	Primeira entrevista e pergunta 4 do Questionário 1: 4) Numa escala de 0 a 7, que nota você daria para estudar Física? (...)	Quantificação feita pelos próprios alunos.
2) O aluno possui os subsunçores necessários?	Primeira entrevista e perguntas 6 e 7 do Questionário 1: 6) Assinale todas as alternativas que indicam pesos que uma pessoa normal pode levantar (...) 7) Quais das frases abaixo descrevem situações em que, para ocorrerem, deve estar atuando uma força resultante não nula? (...)	<u>Suficiente</u> : Acertou as três alternativas da pergunta 6 e pelo menos cinco alternativas da pergunta 7. <u>Parc. Suficiente</u> : Um erro na pergunta 6 e três ou quatro acertos na pergunta 7. <u>Insuficiente</u> : Mais de um erro na pergunta 6 e menos de três acertos na pergunta 7.
3) O aluno possui conhecimentos de Internet	Primeira entrevista e perguntas 9 a 14 do Questionário 1 e observações durante as aulas.	<u>Suficiente</u> : Domínio no uso de <i>e-mail</i> , navegação de <i>sites</i> e pesquisa na rede. <u>Parc. Suficiente</u> : Problemas no manuseio de uma das ferramentas acima. <u>Insuficiente</u> : Problemas no domínio de todas as ferramentas.
4) Compreende e relaciona os sistemas planetários com personagens históricos	Perguntas 1 e 2 do Questionário 2: 1) (...) Quais pessoas você associa a) ao sistema geocêntrico; b) ao sistema heliocêntrico	<u>Sim</u> : Respostas corretas em ambas as perguntas. <u>Parcialmente</u> : O aluno associou pessoas erradas aos sistemas

	2) No sistema geocêntrico quem seria o Sol e quem seria a Terra no desenho abaixo? (...)	planetários. <u>Não</u> : Errou a representação dos sistemas e as pessoas associadas a eles.
5) Compreende as leis de Kepler	Perguntas 3 e 4 do Questionário 2: 3) Supondo que a elipse abaixo desenhada representa a trajetória da Terra em torno do Sol, em qual posição (ou quais posições) poderia estar o Sol? (...) 4) (...) Representa por vetores (flechas) a velocidade de um cometa em torno do Sol (...)	<u>Sim</u> : Respostas corretas em ambas as perguntas. <u>Parcialmente</u> : Marcar uma posição incorreta na questão 3 ou representar de maneira incorreta o vetor velocidade na questão 4. <u>Não</u> : Respostas incorretas em ambas as questões.
6) Compreende e aplica a lei da gravitação universal para explicar fenômenos físicos?	Perguntas 5, 6 e 7 do Questionário 2: 5) Por que a Terra atrai os corpos para sua superfície? 6) Explique por que ocorre a maré alta e a maré baixa. 7) De que fatores você acha que depende a gravidade?	<u>Sim</u> : Respostas corretas em todas as perguntas. <u>Parcialmente</u> : Erro em uma ou duas questões. <u>Não</u> : Respostas incorretas nas três perguntas.
7) Compreende o significado e identifica a presença de forças de campo?	Perguntas 8 e 9 do Questionário 2: 8) Mesmo sabendo que não há nada entre a Terra e a Lua como você explica que elas se atraem? 9) Você já ouviu falar de forças de campo? O que isso quer dizer?	<u>Sim</u> : Respostas corretas em ambas as perguntas. <u>Parcialmente</u> : Erro em uma das duas questões. <u>Não</u> : Respostas incorretas nas duas perguntas.
8) Porcentagem de acertos na questão 10	Questão 10 do Questionário 2: 10) Quais das seguintes situações podem ser relacionadas com os conceitos da gravitação universal? (...)	Porcentagem de alternativas corretas.
9) Importância do uso da Internet	Segunda entrevista	Discurso dos alunos
10) Importância das simulações	Segunda entrevista	Discurso dos alunos
11) Postura/Conhecimentos do professor	Segunda entrevista	Discurso dos alunos

Com base nessa ficha foram feitas as análises posteriores. Em especial, o item 7, sobre forças de campo, foi usado como fundamental para identificar a modificação de subsunçores dos alunos e o item 8 para identificar ampliações nos subsunçores dos alunos, que passam a explicar um maior número de situações.

## 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 5.1 OS ENCONTROS

Nos encontros os alunos tinham total liberdade para perguntar ao professor suas dúvidas. Porém poucas foram as perguntas sobre o conteúdo que estava sendo tratado, perguntavam mais sobre curiosidades ou sobre o funcionamento de algumas simulações. As perguntas sobre o conteúdo só eram mais frequentes na resolução de exercícios.

Mesmo sendo poucos alunos nos encontros, deve ser registrada a atenção prestada por eles às explicações do pesquisador. As conversas paralelas eram poucas e se davam no período em que os alunos estavam trabalhando com simulações ou fazendo pesquisas, porém o teor dessas conversas era sempre sobre o conteúdo ou os resultados obtidos. Após as aulas o pesquisador conferia o histórico de páginas visitadas pelos alunos.

No primeiro encontro (2/12) participaram cinco alunos e duas alunas, totalizando sete participantes. A primeira atividade deles foi responder o Pré-teste. Em seguida os estudantes visitaram os principais *sites* que seriam usados para se ambientarem com a utilização que iria ser feita da Internet. Esses *sites* tinham seus endereços gravados no computador para facilitar futuras visitas, criando-se uma lista de favoritos (*bookmark*). Os alunos se mostraram bastante familiarizados com a linguagem e a navegação na rede, o que se deve, provavelmente, ao fato deles terem uma disciplina de Informática e de todos terem acesso ao computador e Internet em suas casas. Ainda no primeiro dia foi feita uma apresentação geral do conteúdo a ser estudado, seguindo a Teoria de Aprendizagem de Ausubel. Os alunos pesquisaram dados biográficos de diversos cientistas e também sobre o objeto astronômico nebulosa. O objetivo era o de verificar a capacidade deles para fazer pesquisas e também motivá-los para o conteúdo. No final da aula foi lhes dada a tarefa de pesquisar

o endereço eletrônico de, no mínimo, três professores de Física e, de forma cortês, pedir a eles que auxiliassem os alunos em uma pesquisa: responder o que são forças de campo.

No segundo encontro (7/12) três alunos e uma aluna do encontro anterior participaram e um novo aluno também esteve presente. Esse novo aluno respondeu ao Pré-teste no dia, mas não compareceu nos encontros posteriores e não faz parte das análises dessa pesquisa. Nesse dia foram aprofundados os tópicos de gravitação leis de Kepler e lei da gravitação universal. Os alunos usaram algumas simulações e fizeram pesquisas sobre os planetas do Sistema Solar, como distância do Sol, duração do movimento de rotação e translação, tamanho, número de satélites, excentricidade das órbitas etc. Ao fazerem perguntas, muitas vezes o professor, ao invés de respondê-las diretamente, pedia para que os alunos pesquisassem na rede e respondessem eles mesmos, como, por exemplo, qual a excentricidade da órbita da Terra. Após as explicações sobre a lei da gravitação universal um aluno perguntou a respeito dos eclipses, apesar de não fazer parte do conteúdo programado para aula o pesquisador explicou como se dão os eclipses e a discussão evoluiu para as marés. Depois, os alunos mostraram-se muito interessados quando o pesquisador falou das idéias de Einstein sobre a gravitação e mostrou algumas ilustrações a cerca dessas idéias. Também nesse dia foi realizada a 1ª. Entrevista com os alunos, sendo que algumas aconteceram antes e outras após a aula.

No terceiro e último encontro (9/12), com os mesmos três alunos e uma aluna dos encontros anteriores, foi apresentado o tópico de corpos em órbita e aceleração da gravidade (campo gravitacional) e, em forma de síntese, foi discutido o movimento dos cometas. Enquanto exploravam uma simulação sobre um lançamento horizontal que evoluía para o corpo em órbita um aluno perguntou sobre qual a velocidade necessária para que o corpo escapasse da órbita da Terra (o que seria justamente a próxima discussão – velocidade de escape). O pesquisador pediu então para que os alunos procurassem na Internet o valor da velocidade de escape da Terra e dois chegaram a resultados aparentemente diferentes. Apesar da insistência do professor eles não

observaram que a diferença estava apenas na unidade da velocidade m/s ou km/h, que com uma transformação de unidades se verificaria que os valores correspondiam a uma mesma velocidade. A seguir uma discussão sobre os cometas, em que ficam evidentes vários conceitos estudados. Perto do final da aula os alunos pesquisaram a respeito de Edmund Halley com a intenção de síntese, por parte deles, dos conteúdos anteriores.

No dia 13/12 os quatro alunos que participaram de todos os encontros responderam ao Pós-teste e no mesmo dia, ou no dia seguinte, foi feita a 2ª entrevista. Com um dos alunos também foram discutidas questões posteriores por *e-mail*.

## 5.2 OS ALUNOS

Todos os alunos que responderam o Questionário 1 afirmaram que tinham computador em casa e que acessavam a Internet em pelo menos quatro dias da semana.

Sobre os quatro participantes de todos os encontros segue, separadamente, uma síntese baseada nos questionários que responderam e nas observações feitas durante as atividades realizadas nos encontros. Seus nomes foram modificados para que não fossem identificados, mas se preferiu utilizar pseudônimos a citá-los apenas por iniciais ou letras aleatórias. Fato que, imagina-se, torne o tratamento dos alunos menos frio e a leitura mais agradável.

### 5.2.1 Aluno Daniel

#### QUESTIONÁRIO 1

Pelas respostas dadas no Questionário 1 foi possível traçar um perfil inicial do Daniel. O aluno estudou durante todo o seu Ensino Fundamental em uma grande escola particular de Curitiba. As disciplinas que mais gosta são, nessa ordem, Matemática, Filosofia e Geografia. E as que menos gosta são, respectivamente, Inglês, Biologia e Física. Buscou-se confirmar essas informações na primeira entrevista e nessa ocasião confirmou seu interesse em Matemática e Geografia, mas acrescentou Química, retirando Filosofia. Entre as matérias com as quais não têm afinidade

confirmou Inglês e Biologia e acrescentou Português. Com relação à Física afirmou ser uma disciplina que gostava quando estava na 8. série, mas que passou a não gostar no 1. ano. A motivação para gostar ou não de uma matéria “é porque elas são de certa forma lógicas e racionais e não envolvem ainda nomenclaturas extensas e complexas” disse Daniel em consulta posterior por *e-mail*.

Numa escala de 0 a 7 classifica seu prazer por estudar Física em 4. Para estudar Física usa, nessa seqüência, as anotações e exercícios do caderno, os livros da biblioteca e informações da Internet, além de estudar com seu pai.

Nas questões que avaliavam os conhecimentos do aluno a respeito de Física o aluno se saiu bem. Na questão 6 o objetivo era relacionar quantidades e a unidade de força (newton – N) com uma situação do dia-a-dia, nessa questão o aluno assinalou as alternativas corretas (5 N, 50 N e 100 N), mas também assinalou 500 N. Na entrevista posterior mostrou saber que um peso de 500 N corresponde a uma massa de 50 kg (o que é verdadeiro para a gravidade da Terra) e achou ser possível uma pessoal normal levantar tal peso. Ao ser perguntado por uma situação em que se levanta 50 kg o aluno falou dos galões de água mineral e que os carregadores levam 2 galões, então devem conseguir levantar 50 kg. Como 2 galões de água têm massa aproximada de 40 kg o pesquisador ficou satisfeito com a resposta aproximada do aluno. Na pergunta 7 o aluno acertou todas as alternativas mostrando compreender as conseqüências da ação de uma força resultante. Também na questão 8 o aluno acertou os dois itens, demonstrando capacidade de interpretar dados numéricos e se expressar matematicamente. Esses eram os requisitos necessários, os subsunçores que precisavam existir, para que pudesse haver uma aprendizagem significativa dos conceitos de gravitação.

Seus conhecimentos e atividades em relação ao computador se mostraram bastante amplos, tanto que na questão 10, que pergunta justamente sobre seus conhecimentos em relação ao uso do computador, marcou todas as alternativas. Afirmou que já utilizou tanto programas de computador quanto a Internet na sala de aula, na entrevista confirmou esse dado, porém disse que somente na aula de

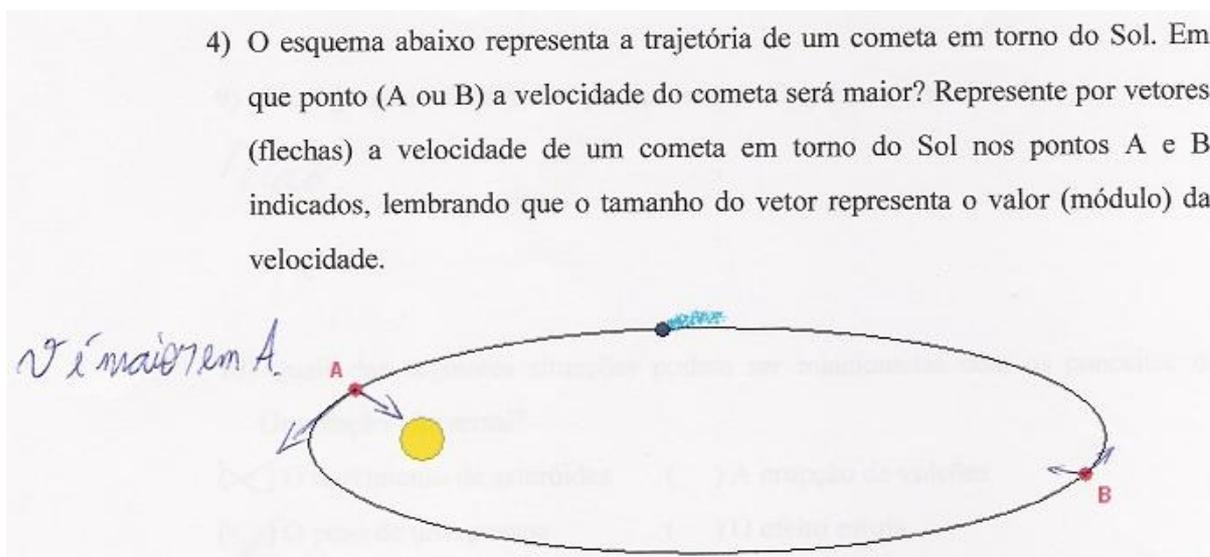
Informática havia usado tais instrumentos.

Sobre a Internet ele acessa a rede todos os dias, encontrando muitas das informações que procura (numa escala de 0 a 7 para o sucesso de suas pesquisas marcou o valor 5). Suas principais atividades na Internet são as salas ou programas de bate-papo, como o *Messenger*, a troca de e-mails, os *downloads* de programas e músicas, a pesquisa de preços e compras *online* e a pesquisa de informações de seu interesse, inclusive pesquisas relacionadas com os assuntos escolares. Esses dados foram novamente perguntados na primeira entrevista e foram confirmadas as repostas anteriores dadas pelo aluno, que acrescentou seu interesse pela procura de notícias na Internet.

#### PRÉ-TESTE

Nas duas primeiras perguntas do Pré-teste Daniel identificou corretamente os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, associando a Igreja Católica ao primeiro e Galileu Galilei ao segundo. Demonstrou conhecimento da primeira lei de Kepler ao responder corretamente a questão 3, porém na questão 4 sobre a segunda lei representou corretamente o vetor velocidade como sendo maior próximo ao Sol e menor afastado do Sol, mas além da velocidade tangencial, representou uma velocidade que aponta em direção ao Sol que é inexistente .

FIGURA 4 – RESPOSTA DO ALUNO DANIEL PARA A QUESTÃO 4 DO PRÉ-TESTE.



Nas perguntas sobre a lei da gravitação universal respondeu corretamente as 2 primeiras, mas apresentou problemas na questão 7, em que respondeu que massa e velocidade são fatores dos quais depende a gravidade, enquanto o correto seria massa e distância. Nas duas perguntas seguintes que tratam de forças de campo suas respostas foram incorretas. Na última questão que relaciona situações com os conceitos da gravitação universal acertou nove das dez alternativas.

Numa avaliação geral o aluno Daniel teve um bom desempenho nas questões do Pré-teste errando apenas nas questões realmente mais difíceis do teste. Respondeu de maneira insuficiente as questões 4 e 7 e de forma incorreta as questões 8, 9 e uma alternativa da questão 10.

### PRIMEIRA ENTREVISTA

Na primeira entrevista Daniel se mostrou bastante maduro e claro em suas respostas. Ao falar sobre sua história escolar disse:

Eu sempre gostei de ir para a escola, para estudar e aprender, mas nunca fui de me relacionar muito com meus colegas, então eu preferia ficar mais no mundo de informações escolares do que com os amigos. No caso da Física foi interessante porque eu adorei esta matéria quando a vi pela primeira vez e ela era ainda melhor porque o professor era muito bom.

Daniel também declarou ter aceitado o convite de participar da pesquisa por se tratar de uma maneira alternativa ao estudo, justamente no assunto que afirmou ter mais dificuldade. Sobre suas aulas de Física no 1. ano disse não gostar das aulas, tendo dificuldades para responder os testes, que classificava como muito complexos, dizendo que “apenas com o conteúdo da sala de aula não dava para resolver as provas”. Para ele, o movimento retilíneo uniforme (MRU) e o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) eram os únicos conteúdos fáceis de Física. Os mais difíceis eram gravitação, movimento circular uniforme (MCU), atrito e lançamentos. No seu cotidiano relaciona os conteúdos da Física com algumas situações, em especial as que envolvem movimentos, mas não pensa nas aplicações possíveis dos conceitos físicos: “... principalmente quando ando de carro, ônibus ou a pé mesmo. Quando abro as torneiras, acendo lâmpadas, entre outras. (...) Nunca pensei em que áreas a Física é aplicada, mas eu penso que ela é utilizada no estudo dos átomos e da energia atômica e nuclear”.

## OS ENCONTROS

Durante os encontros o aluno Daniel se mostrou o mais quieto dos alunos. Poucas vezes participava ativamente da aula, mas sempre realizava as atividades propostas.

No primeiro encontro (1ª e 2ª aulas) seu rendimento foi prejudicado, pois utilizou dois computadores que apresentaram problemas, apesar da vistoria prévia feita pelo pesquisador. Encarou o fato com bom-humor, mas como visitou os *sites* em computadores diferentes, sua lista de favoritos ficou incompleta. O pesquisador completou a lista posteriormente para não haver nenhum problema para o aluno. Foi rápido em sua pesquisa sobre nebulosas e obteve resultados satisfatórios. Na atividade de enviar *e-mails* para outros professores de Física, assim como todos os alunos, possuía uma conta de e-mail na própria instituição e mostrou facilidade para usar a ferramenta. Mostrou-se interessado nas biografias de pessoas importantes no desenvolvimento da gravitação sendo o que mais tempo ficou lendo essas informações

no computador.

No segundo encontro (3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> aulas) fez perguntas a respeito do funcionamento das simulações, mas não sobre os conteúdos de Física. Na resolução de exercícios se mostrou rápido nos cálculos matemáticos e, também pelas respostas do Pós-teste, pareceu compreender bem os resultados que encontrou.

No último encontro (5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> aulas) outra vez seu computador apresentou problemas, mas mostrou-se mais familiarizado com a aula estando mais à vontade para se expressar. Foi nesse encontro que, como dito, ele e o aluno César encontraram valores aparentemente discordantes para a velocidade de escape da Terra, porém, mesmo instigados pelo pesquisador, não perceberam que era apenas uma diferença na unidade de medida. Novamente foi o mais interessado pela biografia de Edmund Halley se admirando pelo fato do cientista ter conhecido e sido importante no desenvolvimento e na divulgação das idéias de Newton. Assim como os outros alunos, infelizmente, não obteve resposta de nenhum professor de Física sobre forças de campo.

#### PÓS-TESTE

O aluno identificou corretamente os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, relacionando Ptolomeu ao primeiro e Galileu e Kepler ao segundo. Acertou as questões 3 e 4 sobre leis de Kepler. Melhorou suas respostas para a questões a respeito da lei da gravitação universal (questões 5 a 7) acertando todas. Respondeu também satisfatoriamente as questões sobre força de campo (8 e 9) e acertou as dez alternativas da última pergunta. Na questão 9 respondeu que forças de campo “são forças relacionadas com a atração dos corpos onde quanto maior a distância, menor serão as forças”. As forças de campo não precisam, necessariamente, ser de atração, mas como no caso estudado não existem forças de repulsão, considerou-se a resposta do aluno satisfatória. A comparação das respostas do Pré-teste e do Pós-teste está no QUADRO 5 a seguir.

QUADRO 5 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DO ALUNO DANIEL.

	<b>PRÉ-TESTE</b>	<b>PÓS-TESTE</b>
Sistemas geocêntrico/heliocêntrico (questões 1 e 2)	Respostas corretas.	Respostas corretas.
Leis de Kepler (questões 3 e 4)	R e s p o s t a s p arcialmente corretas, com um erro na representação da velocidade na questão 4.	Respostas corretas.
Lei da gravitação universal (questões 5, 6 e 7)	Respostas corretas nas questões 5 e 6. Resposta incompleta e com um item errado na questão 7.	Respostas corretas.
Forças de campo (questões 8 e 9)	Respostas incorretas.	Respostas corretas.
Relação de fenômenos com a gravitação universal (questão 10)	9 acertos.	10 acertos.

Seu desempenho no Pós-teste foi excelente, respondendo corretamente todas as questões, mostrando a evolução que os encontros proporcionaram. A modificação do conceito de forças, comprovado pelas questões 8 e 9 e a compreensão das idéias de gravitação foram diferenças importantes nos testes do aluno.

## SEGUNDA ENTREVISTA

Os computadores que o Daniel usou durante os encontros apresentaram alguns problemas, o que se refletiu na segunda entrevista feita com o aluno que disse que apesar disso achou que “... o uso de materiais diferentes nas aulas é estimulante. Eu me senti bastante motivado principalmente porque eu precisava. Eu acho este assunto bastante interessante e gosto de pesquisá-lo. Eu acho que os *sites* que usamos eram muito bons, então eu gostei bastante”.

O aluno Daniel ainda sugeriu que os conteúdos dos *sites* fossem reunidos num endereço único. Comparando sua atenção com as aulas normais, afirmou que se sentiu menos distraído usando o computador, “porque ele gera mais interesse”, dizendo que gostou muito “desta nova maneira de estudar”. Nas respostas disse não se perder ou distrair com outras coisas durante a navegação dos *sites*. Sobre as simulações respondeu que “... elas nos ajudam muito porque elas transformam o abstrato em prático e desta maneira nos interessamos mais pelos assuntos”, além de achar

“divertido ficar mexendo com elas”.

Na pergunta sobre como o aluno pensa que deveria ser uma aula onde os alunos tivessem um computador com acesso a Internet ele deu a seguinte resposta:

O professor deveria ser específico e ter controle do que os alunos estavam acessando simultaneamente. Ele deveria usar *sites* interessantes e atraentes e principalmente manter o controle da turma. Ele deveria conhecer os *sites* utilizados e principalmente o assunto abordado. Eu acho que por enquanto apenas os professores da área da computação podem fazer isso no CEFET<sup>12</sup>. (...)

O Daniel ainda fez perguntas ao pesquisador sobre outros conteúdos de Física como “Por que o atrito existe?”, mas nada relacionado com os conteúdos de gravitação ou sobre as atividades dessa investigação.

### 5.2.2 Aluno Luis

#### QUESTIONÁRIO 1

O aluno Luis fez seu Ensino Fundamental em uma escola pública da periferia de Curitiba. As disciplinas que mais gosta são, nessa ordem, História, Inglês e Geografia. E as que menos gosta são, respectivamente, Física, Português e Matemática. Na primeira entrevista essa classificação foi confirmada. O motivo da afinidade ou não por uma disciplina, nas justificativas do aluno, passa sempre pela postura do professor, sendo que no Ensino Fundamental era indiferente em relação à Física, mas que no Médio a “detestava”. Reclamou, também, do fato de ter muita coisa para ser decorada em Física. Numa escala de 0 a 7 classifica seu prazer por estudar Física em 1 e, justamente por sua aversão, não estuda essa matéria.

Nas questões que avaliavam os conhecimentos do aluno a respeito de Física o Luis teve um aproveitamento entre médio e bom. Acertou integralmente a questão 6 (que dá alternativas de pesos que uma pessoa normal é capaz de levantar), marcou de forma incorreta apenas uma alternativa da pergunta 7 (sobre a conseqüências da ação

---

<sup>12</sup> CEFET (Centro Federal de Educação Tecnológica) era a nomenclatura vigente na época para a UTFPR (Universidade Tecnológica do Paraná).

de uma força resultante), porém não soube responder a questão 8 (em que se necessitava de um formalismo matemático). Com um desempenho médio nas questões de Física ele mostrou ter conhecimento teórico suficiente, porém as respostas em branco na questão 8 não permitiram avaliar as habilidades matemáticas do aluno. Ainda assim, já que os cálculos serão explorados, mas não serão o enfoque principal dos encontros, acredita-se que o aluno tenha os subsunçores necessários para as atividades subseqüentes.

Sobre seus conhecimentos a cerca do computador, disse saber utilizar o PC para navegar na Internet, jogar virtualmente e comunicar-se com outras pessoas. Assim como os outros alunos, já utilizou tanto programas de computador quanto Internet na sala de aula, mas somente nas aulas de Informática.

A respeito da Internet, o aluno a acessa todos os dias, encontrando quase todas as informações que procura (numa escala de 0 a 7 para o sucesso de suas pesquisas marcou o valor 6). Suas principais atividades na Internet, confirmadas na primeira entrevista, são a navegação por *sites* ou programas de bate-papo, como *Orkut* e *Messenger*, a troca de e-mails, os *downloads* de programas e músicas e os jogos *online*.

#### PRÉ-TESTE

Nas duas primeiras perguntas fez algumas pequenas confusões, mas identificou corretamente os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, associando a Igreja Católica ao primeiro e Copérnico e Galileu ao segundo. Respondeu de forma incorreta as questões 3 e 4 sobre as leis de Kepler, identificando o Sol no centro, e não nos focos, de uma órbita elíptica e desenhando a velocidade de um planeta de forma curva e com mesma intensidade perto ou longe do Sol.

Nas perguntas sobre a lei da gravitação universal também apresentou respostas insuficientes. Ao responder sobre porque a Terra atrai corpos para sua superfície deu uma resposta parcial em que aponta como motivos a massa e a movimentação (rotação) da Terra. Ao tentar explicar as marés sabe apenas que elas

estão relacionadas com a Lua e atribui a existência da gravidade à massa e à velocidade da Terra. Apesar dessas respostas apresentarem algumas colocações corretas, do ponto de vista da Física elas são bastante incompletas, além de existir o erro de atribuir uma dependência entre velocidade e a gravidade e força de atração gravitacional, erro que também aparece nas respostas de outros alunos.

Nas duas perguntas seguintes, que tratam de forças de campo, o Luis foi capaz de identificar que a força gravitacional possa atuar ainda que não exista nenhum meio material entre os corpos envolvidos, porém não conseguiu formular essa idéia formalmente, não conseguindo se expressar no vocabulário da Ciência. Na última questão, que relaciona situações com os conceitos da gravitação universal, acertou sete das dez alternativas.

Através das respostas do Pré-teste pode-se dizer que o Luis mostra evidências de um raciocínio lógico ao responder as perguntas, porém lhe falta um conhecimento formal mais aprofundado. De maneira geral ele teve um desempenho mediano no Pré-teste, com problemas em várias questões (3, 4, 5, 6 e 7) e em 3 alternativas da última pergunta. Também não soube formalizar o conceito de forças de campo.

## PRIMEIRA ENTREVISTA

Na primeira entrevista o Luis estava bem descontraído, mas começou respondendo as perguntas de forma apressada. Disse que sempre ia bem nas matérias do colégio no Ensino Fundamental, que era uma escola fácil. Ao ser perguntado sobre o porquê de ter aceitado o convite respondeu: “Bem, eu não tinha nada para fazer, eu quis ajudar. Um dia eu posso precisar então quis ajudar na pesquisa. (...) Eu quero ser historiador e trabalhar com pesquisa nisso, aí eu vou precisar de pessoas para participar das minhas pesquisas”.

Sobre suas aulas de Física no 1º ano, disse não aprender praticamente nada, que os exercícios são fáceis e as provas difíceis. Afirmou que no fim do ano a matéria era até mais fácil, mas que no primeiro semestre era muito difícil e que o professor cobrou muito deles. O conteúdo em que achou mais simples foi MRU, o mais

complexo “tudo que envolve forças” (dinâmica). Indagado mais sobre a dificuldade que via em Física afirmou que “quando você sabe o caminho é fácil, tipo quando ele [o professor] faz em aula. Mas eu não sei por onde começar os exercícios, aí desanima. Mas o cálculo final é fácil”. Não costuma relacionar a Física aprendida na escola com situações de seu cotidiano, soube responder somente que relaciona Física com arremessos.

## OS ENCONTROS

Durante os encontros o aluno Luis se mostrou bastante descontraído e curioso com as simulações, a ponto de se distrair, em alguns momentos, das explicações do professor. Fez poucas perguntas sobre o conteúdo, mas perguntava bastante sobre curiosidades a respeito da matéria e requisitava constantemente ajuda para resolver os exercícios. Perguntava e conversava a respeito de seus resultados com seu colega César.

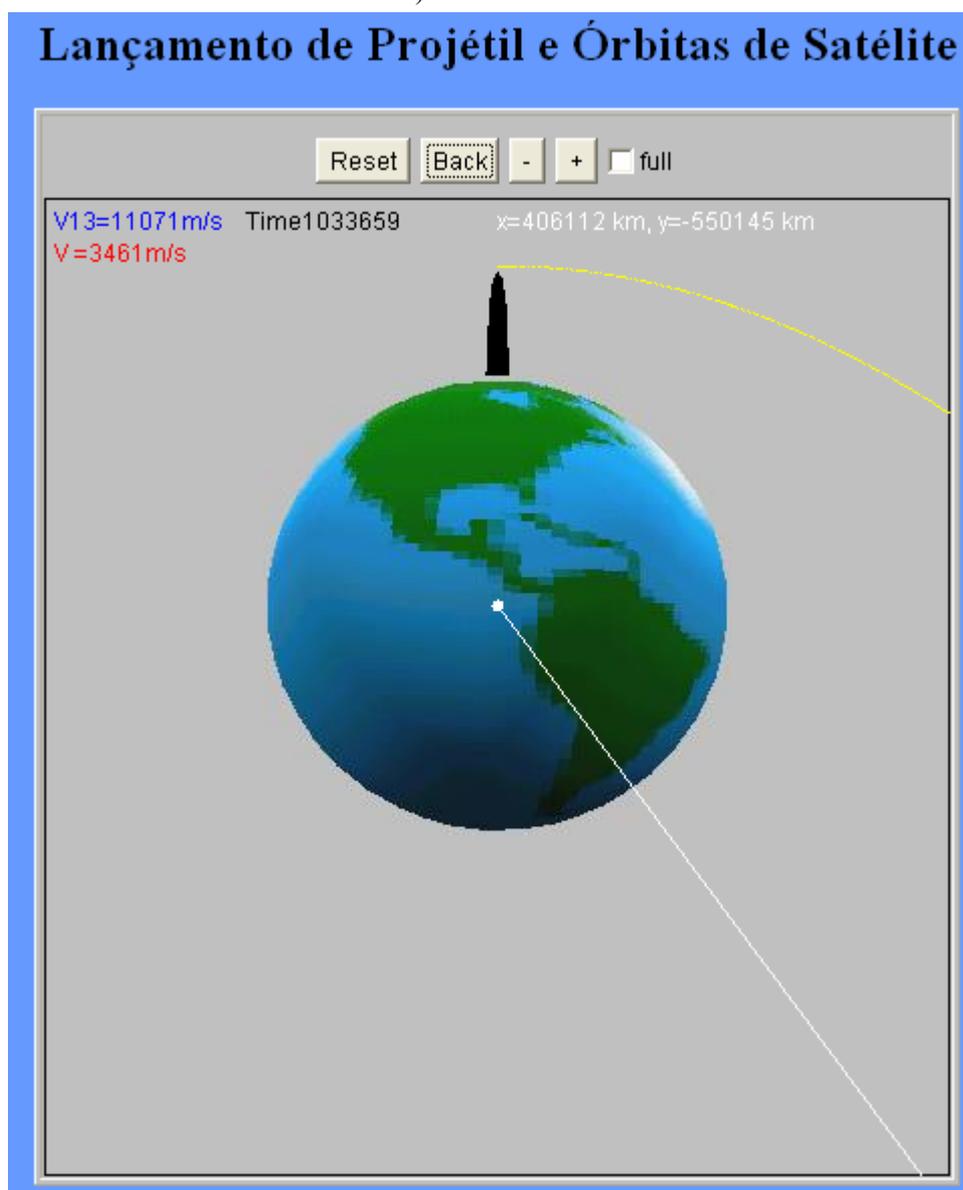
No primeiro encontro (1ª e 2ª aulas) mostrou-se bastante ambientado com a Internet não havendo problema em navegar e armazenar na lista de favoritos as páginas visitadas. Foi rápido em sua pesquisa sobre nebulosas e apresentou os mesmos resultados que seus colegas. Teve um bom interesse na pesquisa de biografias, porém não procurou outros nomes além dos pedidos.

No segundo encontro (3ª e 4ª aulas) ficava muito tempo interessado nas simulações. Tinha problemas na resolução dos exercícios pedindo constantemente ajuda ao pesquisador. Fazia muitas perguntas a cerca de curiosidades em relação ao conteúdo. Como exemplo, ao se falar sobre a terceira lei de Kepler perguntou sobre os anos (períodos de translação) de outros planetas, ao se falar sobre elipses perguntou também sobre a excentricidade da órbita da Terra.

No último encontro (5ª e 6ª aulas) não se mostrou tão interessado quanto nos anteriores, a não ser na simulação de corpos em órbita. Nesse dia mostrou um raciocínio interessante. Outro aluno, César, perguntou sobre a velocidade de escape da Terra enquanto eles exploravam uma simulação que envolvia o pensamento de Isaac

Newton de como um lançamento horizontal podia evoluir para um corpo em órbita. Nessa simulação podia-se escolher a velocidade de lançamento e acompanhar a trajetória do corpo. Enquanto os outros três alunos procuraram em *sites* e portais de busca o valor da velocidade de escape da Terra, o Luis começou a escolher valores de velocidade crescentes em sua simulação e observar quando o corpo se “desprendia” da Terra. Apesar desse ser um raciocínio empírico válido, de certa forma uma extensão da própria idéia de Newton para o lançamento horizontal, o Luis teve como problema o fato de que, para velocidades próximas da velocidade de escape, o período do corpo em órbita é muito grande, portanto, mesmo com o fato da passagem de tempo estar acelerada pela simulação, seria difícil o Luis chegar a uma resposta conclusiva, ainda assim foi um bom raciocínio para se aproximar desse valor. Ele deixou, durante o restante da aula, a simulação rodando, mas mesmo assim não foi possível ter uma conclusão. A figura 5, a seguir, mostra essa situação.

FIGURA 5 – SIMULAÇÃO DO SITE GRAVITAÇÃO E TEMAS AFINS (HTTP://CREF.IF.UFRGS.BR/~MAIKIDA/).



Obs: A velocidade de escape da Terra é de aproximadamente 11.200 m/s. A imagem acima mostra o estado da simulação após cerca de 10 minutos com uma velocidade de lançamento de 11.071 m/s. Observe que o tempo (acelerado) decorrido já era de mais de 1 milhão de segundos e ainda não se podia dizer se o corpo estaria ou não em uma órbita fechada em torno da Terra.

### PÓS-TESTE

No Pós-teste o Luis identificou corretamente os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, relacionando Ptolomeu e Aristóteles ao primeiro e Aristarco ao segundo. Chama a atenção a presença do grego Aristarco que foi pesquisado nas biografias durante as aulas. Aristarco teve um pensamento interessante para a época (séc. 2 a.c.)

em que, através da geometria, tentou calcular as distância e o tamanho relativo da Lua e do Sol e descobriu que a Terra é maior do que a Lua e o Sol maior que a Terra (apesar de ter errado nos valores), sabendo disso Aristarco concluiu que seria muito mais simples que os corpos menores orbitassem em torno dos maiores e que, portanto, os planetas girariam em torno do Sol. Esse fato foi lembrado pelo Luis que o escreveu no Pós-teste na questão que pedia que ele comentasse sobre o sistema heliocêntrico.

Nas questões 3 e 4, sobre leis de Kepler, o aluno acertou a primeira e parcialmente a segunda, tendo como problema apenas uma representação curva do vetor velocidade, mas corretamente que ela é maior próxima ao Sol do que distante. Respondeu corretamente as três questões sobre as leis de Newton, ao contrário do Pré-teste. Nas perguntas sobre forças de campo respondeu satisfatoriamente as perguntas e mostrou compreender e conseguir se expressar formalmente. Na questão 9 respondeu que as forças de campo são “forças exercidas pelos corpos em termo de si mesmos, que faz com que outros objetos sejam atraídos mesmo a distância”. Na última pergunta acertou 9 das 10 alternativas.

Em comparação com o Pré-teste ele melhorou suas respostas nas questões 1, 2, 4, 5, 7 e 8 e acertou as perguntas 3, 6 e 9 que não havia respondido corretamente antes. Teve apenas um erro na questão 4 e um erro na questão 10. No Quadro 6, a seguir, encontram-se sintetizadas as comparações nas respostas do Luis no Pré-teste e no Pós-teste.

QUADRO 6 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DO ALUNO LUIS.

	<b>PRÉ-TESTE</b>	<b>PÓS-TESTE</b>
Sistemas geocêntrico/heliocêntrico (questões 1 e 2)	Respostas corretas.	Respostas corretas.
Leis de Kepler (questões 3 e 4)	Respostas incorretas.	Respostas parcialmente corretas, com um erro na representação da velocidade na questão 4.
Lei da gravitação universal (questões 5, 6 e 7)	Respostas parcialmente corretas, com erro nas questões 5 e 7 e incompletas nas questões 6 e 7.	Respostas corretas.
Forças de campo (questões 8 e 9)	Respostas parcialmente corretas, não soube responder a questão 9.	Respostas corretas.
Relação de fenômenos com a gravitação universal (questão 10)	7 acertos.	9 acertos.

O aluno mostrou um resultado muito bom no Pós-teste. Com exceção das duas primeiras questões, que já eram corretas no Pré-teste melhorou em todos os aspectos das outras questões. Usou seus conhecimentos sobre gravitação para responder corretamente as questões 3, 5, 6 e 7. Também soube formalizar o conceito de forças de campo. Teve um problema na quarta questão e em 1 alternativa da pergunta 10. Comparando com o Pré-teste o desempenho do aluno melhorou muito o seu desempenho, o que indica a aquisição de novos e modificação de antigos conceitos.

## SEGUNDA ENTREVISTA

O aluno Luis pareceu muito espontâneo na segunda entrevista e disse que se sentiu muito motivado a participar das aulas já no primeiro dia quando percebeu que as aulas eram “muito diferentes das aulas em sala”, mesmo sem gostar de Física. Nas palavras do aluno “me empolguei principalmente com as demonstrações [animações] e simulações e aprendi bem”. Fato que também tem indícios em seu Pós-teste em que apresentou resultados muito bons.

Sobre suas distrações na aula usando o computador, o Luis disse que “os exercícios tem que ter alguém supervisionando se não você não faz direito, fica brincando de fazer o lançamento sair da órbita [citando o caso da velocidade de

escape]”. Mas falou que prestou mais atenção nas aulas com a Internet, cansando menos que nas aulas normais. “Prestei mais atenção nas aulas com a Internet, nem tanto por ser Física, mas se fosse algo comum acho que não teria prestado tanta atenção”.

Com relação ao material utilizado, ele o achou de fácil navegação e disse que aprendeu muito com o fato de se ter *sites* com visões diferentes: “vimos vários *sites* com visões diferentes, você lia uma coisa num lugar e depois confirma em outro, com mais coisas, coisas novas e tirava as dúvidas”.

Sobre o papel do professor, de como este deveria ser nessa proposta de uso da Internet na sala de aula, o Luis faz algumas sugestões: “[o professor] devia dar o conteúdo com uma explicação básica para o aluno entender melhor o *site* e passar exercícios. Pode ser os do *site* mesmo, mas ele tem que fiscalizar”. Falou que basta o professor saber a matéria, afinal “não precisa saber muita coisa de Internet”. No final da entrevista o Luis mostrou-se interessado no funcionamento de pesquisas em geral e se algum colégio iria utilizar essa investigação.

### 5.2.3 Aluno César

#### QUESTIONÁRIO 1

Pelo Questionário 1 pode-se saber que o aluno César estudou 2 anos de seu Ensino Fundamental (5º e 6º série) em um colégio público da periferia de Curitiba e os demais anos em uma pequena escola cristã também da periferia. Suas disciplinas preferidas são Física, Filosofia e História, respectivamente. E as que menos tem afinidade são, nessa ordem, Matemática, Inglês e Português. Na primeira entrevista confirma seu interesse em Física, mas diz também gostar de Matemática, Química e Biologia, por ter facilidade com cálculos. No caso da Matemática há uma contradição com a resposta do questionário, optou-se, devido a justificativa, por dar mais valor às respostas da entrevista. Continua confirmando sua afinidade menor por línguas que classifica como “tedioso, não é muito de raciocínio”. Na escala de 0 a 7 marcou 7 como

correspondente em seu prazer por estudar Física. Porém disse não estudar a matéria em casa, apenas prestando atenção nas aulas.

Nas questões que avaliavam os conhecimentos ele respondeu corretamente a questão 6 sobre relação de unidades físicas e valores do cotidiano. Na questão 7 sobre as conseqüências da atuação de uma força assinalou corretamente 5 alternativas em 7. Respondeu corretamente também a questão 8 que envolvia raciocínios matemáticos. Com esse desempenho bom acredita-se que o César tenha os pré-requisitos necessários para uma aprendizagem significativa.

Nas questões sobre seus conhecimentos e atividades em relação ao computador e Internet assinalou quase todas as alternativas, indicando um grande conhecimento nesse assunto. Na pergunta 10, em relação ao uso que faz do computador, marcou todas as alternativas. Disse também que costuma acessar a Internet entre um e três dias por semana, usando a rede para enviar e receber *e-mails*, participar de listas de discussão, conversar com outras pessoas em tempo real, visitar páginas de amigos e portais de entretenimento, fazer *download* de programas, músicas e jogos, jogar *online*, pesquisar informações de seu interesse e também fazer trabalhos da escola. Na primeira entrevista disse usar bastante a Internet para procurar informações de conteúdos da escola, especialmente de Física. Em relação as suas pesquisas, numa escala de 0 a 7, afirmou que freqüentemente encontra o que precisa, marcando a alternativa 4.

#### PRÉ-TESTE

Nas duas perguntas sobre os sistemas heliocêntrico e geocêntrico o aluno César teve respostas corretas, associando Ptolomeu e Aristóteles ao sistema geocêntrico e Copérnico, Galileu, Newton e Kepler ao heliocêntrico. Demonstrou bom conhecimento nas duas questões seguintes sobre leis de Kepler, respondendo corretamente a pergunta 3 e de forma parcialmente correta a pergunta 4, em que faltou desenhar o sentido das velocidades, mas disse corretamente que a velocidade de um planeta em um ponto da órbita próximo ao Sol é maior do longe do Sol.

Nas perguntas sobre a lei da gravitação universal teve bom desempenho, mas respondeu a primeira dessa seqüência usando argumentos da relatividade de Einstein e não da gravitação universal de Newton. Acertou a questão sobre as marés e na questão 7 esqueceu-se da dependência da gravidade em relação à distância, respondendo que a gravidade depende somente da massa.

Sobre forças de campo disse não ter conhecimento de seu significado e ao explicar a atração entre Terra e Lua não usa a idéia de campo e sim a idéia de deformação do espaço de Einstein, o que não deixa de ser uma resposta correta. Na última questão acertou 8 das 10 alternativas que relacionavam alguns fenômenos à gravitação universal.

O César teve um desempenho muito bom no Pré-teste e chama a atenção o fato de ter explicado dois fenômenos através das idéias de relatividade de Einstein, apesar desse não ser um assunto freqüentemente comentado no Ensino Médio. Como é um aluno que gosta muito de Física, é possível que sua curiosidade pela matéria tenha feito com que adquirisse esses conhecimentos, ainda que suas respostas não estejam formalmente claras. Na entrevista posterior confirmou sua atenção nas aulas e disse ler muito revistas de divulgação científica o que pode ajudar a explicar essas respostas. Só apresentou problemas nas questões 4 e 7 e em duas alternativas da questão 10, além de não demonstrar conhecimento sobre forças de campo.

#### PRIMEIRA ENTREVISTA

Na primeira entrevista o aluno César, calmo e interessado, começou falando sobre seu Ensino Fundamental, dizendo que ambos os colégios em que estudou eram fáceis e que ele tinha um bom rendimento escolar. Disse também que sempre foi muito bem e sempre gostou de Física e que quer fazer Física no vestibular.

Na pergunta sobre os motivos que o fizeram aceitar fazer parte da pesquisa o César respondeu que essa era uma oportunidade dele aprender Física, já que gosta muito da matéria. Na sua opinião não havia aprendido muito durante o ano e queria aprender mais. Afirmou também gostar da escola e do ambiente escolar, mas não de

estudar. Para ele MRU, MRUV e gravitação eram os assuntos mais fáceis da Física e MCU o mais difícil.

Sobre as aulas, ele respondeu que “não gosto muito, são muito chatas (...) não aprendi nada esse ano, mas mesmo assim gosto de Física, ainda penso em fazer Física”. O comentário sobre as aulas e a aprendizagem foi freqüente por parte dos alunos, como já mostrado em relatos anteriores, porém os resultados do Questionário 1 e do Pré-teste mostram que, de forma alguma, a aprendizagem dos alunos seja deficitária.

No seu cotidiano disse relacionar os conteúdos da Física com tudo que faz: “Tudo que faço tento relacionar com o que aprendi, é até algo meio maníaco assim. Tipo quando vou arrumar alguma coisa ou jogar bola ou andar de carro. Gosto de Química e relaciono bastante também, quando a gente fala de átomos, por exemplo”.

## OS ENCONTROS

O César sempre era o primeiro a chegar para os encontros e mostrava-se muito interessado em fazer parte deles, por várias vezes fazia perguntas sobre os próximos conteúdos que seriam explicados, tendo um raciocínio adiantado.

No primeiro dia (1ª e 2ª aulas) o aluno estava bastante quieto, apenas realizando as atividades propostas pelo professor, fez a pesquisa sobre nebulosas sozinho, mas pediu ajuda ao pesquisador na hora de pesquisar *e-mails* de outros professores.

No segundo encontro (3ª e 4ª aulas) se mostrou muito mais a vontade e participou bastante da aula. Após as explicações sobre gravitação universal o aluno perguntou a respeito de eclipses, fato que não envolve a matéria que estava sendo tratada, mas que serviu para o pesquisador desenvolver o tema das marés. Logo após, ao se explicar como é a gravitação para a teoria da relatividade o aluno demonstrou muito interesse, dizendo que era isso que havia tentado explicar em seu Pré-teste e fez muitas perguntas sobre o assunto.

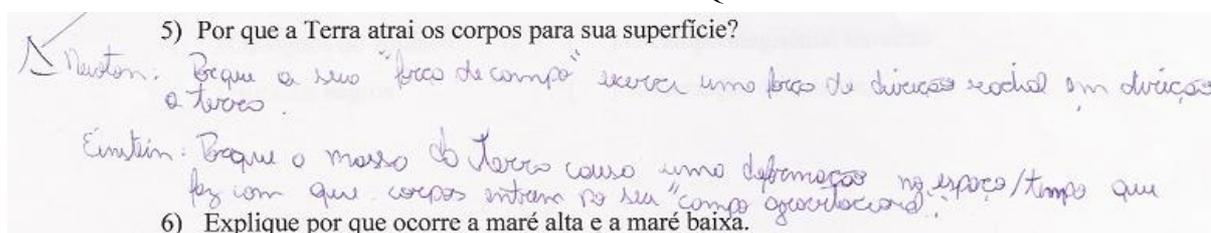
No último encontro (5ª e 6ª aulas) também estava bastante participativo. Acompanhava a aula e antevia qual seria o próximo assunto tratado. Enquanto os

alunos exploravam a simulação de corpos em órbita perguntou qual seria a velocidade para um corpo escapar da atração da Terra, ou seja, a velocidade de escape, que seria o próximo conteúdo a ser trabalhado. Ao estudar o Movimento dos Cometas fez várias correlações como um raio grande implicar em um período de translação também grande (terceira lei de Kepler) e que como as órbitas eram bem elípticas ficava fácil perceber que o Sol não estava no centro da órbita.

### PÓS-TESTE

O aluno César identificou corretamente os sistemas heliocêntrico e geocêntrico, relacionando Ptolomeu e Aristóteles ao primeiro e Galileu, Kepler, Copérnico e Newton ao segundo. Acertou as questões 3 e 4 sobre leis de Kepler. Na questão 5 dá duas respostas, utilizando de forma satisfatória as idéias de Newton e de Einstein. Respondeu corretamente as questões 6 e 7 e acertou as perguntas 8 e 9 sobre forças de campo. Assinalou todas as alternativas corretas na questão 10. Em suas respostas chama a atenção o uso do vocabulário científico, como se pôde ver na questão 5: Por que a Terra atrai os corpos para sua superfície? “Newton: Porque a sua ‘força de campo’ exerce uma força de direção radial em direção a Terra. Einstein: Porque a massa da Terra causa uma deformação no espaço/tempo que faz com que corpos entrem no seu ‘campo gravitacional’”.

FIGURA 6 – RESPOSTA DO ALUNO CÉSAR PARA A QUESTÃO 5 DO PÓS-TESTE.



No Pré-teste ele já tinha respostas muito boas e no Pós-teste essas respostas foram ainda melhores, não apresentando nenhum problema relevante. O bom trânsito entre idéias diferentes e o estabelecimento de similaridades e diferenças entre elas foi um ponto que chamou atenção no raciocínio do César. O Quadro 7, adiante, evidencia a comparação das respostas dele no Pré-teste e no Pós-teste.

QUADRO 7 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DO ALUNO CÉSAR.

	<b>PRÉ-TESTE</b>	<b>PÓS-TESTE</b>
Sistemas geocêntrico/heliocêntrico (questões 1 e 2)	Respostas corretas.	Respostas corretas.
Leis de Kepler (questões 3 e 4)	Respostas parcialmente corretas, com apenas a ausência de sentido da velocidade na questão 4.	Respostas corretas.
Lei da gravitação universal (questões 5, 6 e 7)	Respostas corretas nas questões 5 e 6, apesar de ter utilizado outras idéias e não a gravitação universal na questão 5. Resposta incompleta na questão 7.	Respostas corretas, inclusive apresentado, na questão 5, justificativas na visão de Newton e Einstein.
Forças de campo (questões 8 e 9)	Resposta correta na questão 8, mas usando outros conhecimentos que não as idéias de campo. Não soube responder a questão 9.	Respostas corretas, na questão 8 também apresenta duas visões diferentes.
Relação de fenômenos com a gravitação universal (questão 10)	8 acertos.	10 acertos.

## SEGUNDA ENTREVISTA

O aluno César disse ter gostado bastante das aulas usando a Internet, sendo esse um “atrativo a mais para a aula”. Destacou, ainda, que as animações “são bem estruturadas e interessantes, dá para entender bem”. Sobre o material utilizado disse que ele era bem organizado e não apresentavam falhas na apresentação.

Em comparação com sua atenção em sala de aula, César falou que prestou muito mais atenção nas aulas com a Internet e destacou o fato das pessoas não ficarem conversando durante a aula. Na pergunta sobre como ele pensa que deveria ser uma aula onde os alunos tivessem um computador com acesso a Internet ele deu a seguinte resposta: “Acho que como foi, o professor explicando a matéria e usando os *sites* para complementar. Isso faz a gente ver na hora as coisas e entende melhor. (...) Eu não

acho chato ficar lendo coisas nos *sites*, mas a maioria eu não sei”.

Na sua opinião, os conhecimentos do professor devem ser como na sala normal, sabendo o conteúdo como se não fosse usar a Internet. O que não podia acontecer, em sua opinião, era o aluno ter que aprender sozinho: “... [o que não pode] é ele [o professor] dar um *site* para a gente para a gente se virar e aprender sozinho (...) é meio chato aprender sozinho e difícil, aí você tem alguma coisa que você não entende e fica sem aprender”. No final da entrevista o aluno perguntou ao pesquisador sobre físicos brasileiros famosos, se interessou por César Lattes e fez perguntas sobre os trabalhos do cientista.

#### 5.2.4 Aluna Luana

##### QUESTIONÁRIO 1

Luana foi a única aluna a participar de todos os encontros. Seu Ensino Fundamental foi até a quarta série cursado em um colégio particular de estrutura média de Curitiba e da 5ª à 8ª série em um grande colégio de administração estadual. Ao falar sobre seu histórico escolar a aluna disse que sua oitava série não havia sido fácil, mas que teve boas notas. As disciplinas que mais gosta são História, Geografia e Filosofia, nessa ordem. Em entrevista posterior confirmou as matérias e acrescentou Inglês. As que menos tem afinidade são Física, Biologia e Matemática, respectivamente. Em entrevista disse que nunca gostou muito de Ciências que era melhor nas matérias em que era preciso “pensar e escrever, como História e não ficar decorando coisas como fórmulas e classificações”. Na escala de 0 a 7 classifica seu prazer por estudar Física em 3. Para estudar Física prefere, nessa ordem, procurar informações na Internet, estudar com colegas, usar as anotações e exercícios do caderno e usar os livros que já possui ou que empresta de bibliotecas.

Nas questões sobre Física marcou como possível uma pessoa normal levantar até 500 N. Na primeira entrevista mostrou saber que esse peso corresponde a uma massa de aproximadamente 50 kg e achou, então, que o valor era realmente grande

para uma pessoa levantar. Na questão 7 a aluna acertou quatro alternativas sobre as conseqüências da atuação de uma força resultante e não respondeu a pergunta 8 dizendo, posteriormente, que não lembrava da fórmula. Com um desempenho médio nas questões de Física a aluna parece não ter os conceitos científicos completamente formados. Sua capacidade de abstrações matemáticas não pôde ser avaliada já que não houve resposta para a questão 8.

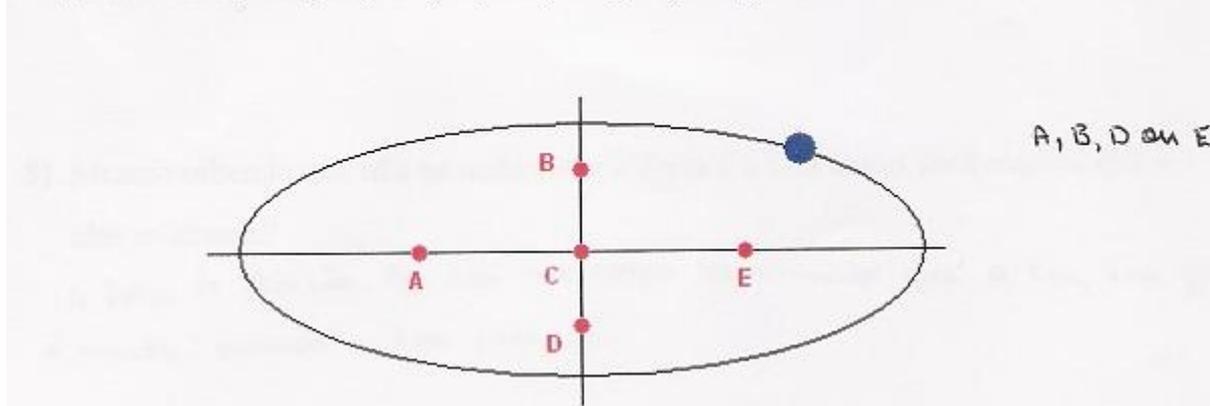
Seus conhecimentos e atividades em relação ao computador se mostraram bem diversificados. Na pergunta 10 só não assinalou a alternativa em que sabia utilizar o computador para fazer um *site*. Sobre a Internet ela acessa a rede todos os dias, encontrando muitas das informações que procura (numa escala de 0 a 7 para o sucesso de suas pesquisas marcou o valor 5). Suas principais atividades na rede são as salas ou programas de bate-papo, como o *Messenger*, os *downloads* de programas, músicas e jogos eletrônicos, a visita a página de amigos, a construção e atualização de *blogs*, a pesquisa de informações de seu interesse e pesquisas para trabalhos escolares.

#### PRÉ-TESTE

Nas duas primeiras perguntas identificou corretamente os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, associando Aristóteles ao primeiro e Galileu Galilei ao segundo. Na questão 3 demonstrou saber que o Sol não está no centro das órbitas, mas se confundiu ao identificar os focos de uma elipse. Na questão 4 acertou ao identificar a velocidade dos planetas como sendo maior nas proximidades do Sol e menor nos pontos afastados, porém representou o vetor velocidade como uma curva que acompanha a trajetória.

FIGURA 7 – RESPOSTA DA ALUNA LUANA PARA A QUESTÃO 3 DO PRÉ-TESTE.

3) Supondo que a elipse abaixo desenhada represente a trajetória da Terra em torno do Sol, em qual posição (ou quais posições) poderia estar o Sol?



Nas perguntas sobre a lei da gravitação universal respondeu corretamente as duas primeiras, mas na questão 7 não conseguiu identificar corretamente nenhuma grandeza da qual a gravidade depende, respondendo tamanho e velocidade. Nas duas perguntas seguintes, que tratam de forças de campo, não apresentou respostas corretas. Na última questão que relaciona situações com os conceitos da gravitação universal a aluna acertou oito das dez alternativas.

Com respostas parcialmente corretas nas questões 3, 4 e 8, respostas incorretas na questão 7 e nas questões sobre força de campo, que deixou em branco, e duas alternativas erradas na última pergunta ela apresentou um desempenho médio no Pré-teste.

#### PRIMEIRA ENTREVISTA

Em relação a sua vida escolar, Luana disse que não gostava muito de estudar, mas que sempre foi bem na escola. Porém no ano da pesquisa ela esteve doente perdendo muitas aulas o que, em sua opinião, prejudicou muito seu rendimento escolar. Para a aluna a matéria mais fácil que ela viu de Física era MRU e o mais difícil era “MCU e aqueles bloquinhos com forças”.

Sobre o motivo de ter participado da pesquisa, Luana destacou o fato de

gostar de astronomia e por ser essa ser uma oportunidade de ver a matéria de uma forma diferente, além de que uma amiga sua queria muito participar também, então as duas aceitaram o convite, infelizmente os horários não foram favoráveis para sua amiga que só pôde participar do primeiro encontro.

No seu dia-a-dia não costuma ver relações nas coisas que faz com a Física: “Acho que não vejo Física em nada, na verdade não fico pensando nisso, para mim não serve para nada”. Questionada mais sobre o assunto e diante de exemplos dados pelo pesquisador ela revê um pouco sua idéia: “É, está certo que Física foi importante e tem Física em muita coisa, mas o que a gente aprende ainda acho que não serve para nada”.

## OS ENCONTROS

Nos encontros a aluna Luana se mostrou muito hábil em realizar pesquisas, sendo várias vezes a primeira a encontrar respostas para as pesquisas na Internet. Era a que melhor explorava os recursos da rede. Porém raramente fazia perguntas para o professor.

Já no primeiro encontro (1ª e 2ª aulas) chamou atenção suas pesquisas. Foi a primeira a dar uma resposta completa sobre o que são nebulosas, não restringindo sua pesquisa a páginas em português, achando *sites* também em espanhol que tratavam do assunto. Frequentemente ajudava dois colegas a armazenarem na lista de favoritos as páginas visitadas.

No segundo encontro (3ª e 4ª aulas) encontrou dificuldades para resolver os exercícios, ainda assim a iniciativa de auxiliá-la partiu sempre do pesquisador, já que a ela não o chamou em nenhum momento. Trabalhava sempre com muitas páginas abertas ao mesmo tempo, porém todas estavam relacionadas com os conteúdos que eram trabalhados. Gostava de navegar pelos *sites* e lia bastante neles, mesmo assim demonstrou interesse nos pontos explicados no quadro.

No último encontro (5ª e 6ª aulas) aparentava cansaço, mesmo assim se esforçou e fez todas as atividades propostas nas aulas. Não participou da discussão sobre a velocidade de escape, pois estava aproveitando a simulação para testar os dados

de um exercício que tinha acabado de fazer. Nesse dia foi a última a sair da aula justamente porque estava com o professor terminando os exercícios. Apesar da dificuldade a Luana pareceu compreender os conceitos trabalhados, suas respostas no Pós-teste também apontam nessa direção.

### PÓS-TESTE

A aluna Luana identificou corretamente os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, relacionando Ptolomeu e Aristóteles ao primeiro e Galileu e Kepler ao segundo. Acertou as questões 3 e 4 sobre leis de Kepler. Nas questões sobre a lei da gravitação universal teve respostas mais elaboradas acertando a questão 5 e 6. Na questão 7 respondeu que a gravidade depende da massa, distância e tamanho de um planeta. Ao ser perguntada sobre esse item na segunda entrevista falou que havia pensado em Júpiter, que é um planeta grande e apresenta gravidade elevada.

Na questão 8, como se explica a atração entre Terra e Lua já que não há matéria entre os astros, Luana respondeu que era por causa da força de atração, “por ser um corpo bem maior que a Lua, sua gravidade [da Terra] é maior, ‘puxando’ a Lua para si”. Apesar de não usar a idéia de campo gravitacional a aluna foi capaz de reconhecer uma força radial “puxando” a Lua para a Terra, mas continua confundindo a idéia de tamanho. Porém soube responder o que quer dizer uma força de campo na questão 9: “É uma força que atua mesmo a distância”. Na última pergunta respondeu corretamente todas as alternativas.

A Luana teve um desempenho bom no Pós-teste, apresentando apenas dois problemas nas questões 7 e 8. Comparando com o Pré-teste o desempenho da aluna foi bem melhor mostrando boa compreensão dos conceitos estudados e fazendo relações adequadas entre as idéias vistas. O Quadro 8, a seguir, compara as respostas dela no Pré-teste e no Pós-teste.

QUADRO 8 – QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE DA ALUNA LUANA.

	<b>PRÉ-TESTE</b>	<b>PÓS-TESTE</b>
Sistemas geocêntrico/heliocêntrico (questões 1 e 2)	Respostas corretas.	Respostas corretas.
Leis de Kepler (questões 3 e 4)	Respostas parcialmente corretas.	Respostas corretas.
Lei da gravitação universal (questões 5, 6 e 7)	Respostas corretas nas questões 5 e 6. Resposta incorreta na questão 7.	Respostas parcialmente corretas, incluindo tamanho na resposta da questão 7.
Forças de campo (questões 8 e 9)	Respostas incorretas (em branco).	Resposta parcialmente correta na questão 8. Resposta correta na questão 9.
Relação de fenômenos com a gravitação universal (questão 10)	8 acertos.	10 acertos.

## SEGUNDA ENTREVISTA

Sobre o uso da Internet na aula ela comentou: “(...) é muito estimulante, a matéria fica interessante e você quer saber mais”. Sobre os *sites* utilizados, ela achou que eram bons, mas que “às vezes não são muito claros, sem o professor explicar antes não ia dar para entender muito bem”. Em relação às animações e simulações, ela falou que são muito úteis para tirar as dúvidas e poder relacionar os conceitos aprendidos: “(...) é bem útil porque você mexe na órbita e já percebe o que acontece com a velocidade, fica fácil de lembrar depois”, disse se referindo a uma simulação sobre leis de Kepler em que podia se escolher a excentricidade da órbita.

Comparando com sua atenção nas aulas normais, afirmou ficar muito mais concentrada nas aulas com a Internet, e que mesmo abrindo diversas janelas ao mesmo tempo não se perdia na navegação. Em relação ao papel do professor numa aula dessa forma, disse que ele só precisaria controlar bem a turma, para que eles não ficassem acessando outras coisas e se comunicando pela Internet. Sobre os conhecimentos que o professor precisa ter ao usar a Internet, a Luana respondeu que devem ser “os mesmos de sala normal, de saber o conteúdo e controlar a turma”. Ela não quis fazer nenhuma pergunta ao pesquisador.

### 5.3 ANÁLISE GERAL

Utilizando a ficha de análise disponível no Anexo 7, condensou-se os resultados dos alunos e montou-se o Quadro 9 a seguir, o qual servirá de referência para as conclusões desta pesquisa.

QUADRO 9 – ANÁLISE GERAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS

	DANIEL		LUIS		CÉSAR		LUANA	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
1) Grau de prazer em estudar Física	4		1		7		3	
2) Subsunçores	S		S		S		P	
3) Conhecimentos de Internet	S		S		S		S	
4) Compreende e relaciona os sistemas planetários com personagens históricos?	S	S	S	S	S	S	S	S
5) Compreende as leis de Kepler?	P	S	N	P	P	S	P	S
6) Compreende e aplica a lei da gravitação universal para explicar fenômenos físicos?	P	S	P	S	P	S	P	P
7) Compreende o significado e identifica a presença de forças de campo?	N	S	P	S	P	S	N	P
8) Porcentagem de acertos na questão 10.	90%	100%	70%	90%	80%	100%	80%	100%
9) Importância do uso da Internet	Estimulante		Serve para prestar mais atenção		Atrativo a mais		Estimulante	
10) Importância das Simulações	Facilitam e são divertidas		Empolgantes, mas podem distrair.		Interessantes		Úteis	
11) Postura/Conhecimentos do Professor	Exercer o controle da turma. Conhecer a Internet e a matéria.		Exercer o controle da turma. Conhecer a matéria.		Facilitador. Conhecer a matéria.		Exercer o controle da turma. Conhecer a matéria.	

Obs: S – Sim/Suficiente; P – Parcialmente suficiente; N – Não/Insuficiente.

## 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No capítulo anterior foram apresentados os dados aluno por aluno e o Quadro 9 sintetizando uma análise geral. Para as discussões iniciais realizadas nesse capítulo convém extrair alguns dados do Quadro 9 e organizá-los de maneira um pouco diferente. Nos quadros a seguir classificou-se o conhecimento dos alunos em suficiente (S), parcialmente suficiente (P) e insuficientes (I), tanto no Pré-teste quanto no Pós-teste, de acordo com o disposto no quadro anterior. Nas duas últimas linhas do quadro foi feita uma contagem das questões respondidas de forma parcialmente correta e de forma incorreta pelos alunos, nessa contagem excluiu-se a última pergunta do questionário. Para a questão 10 foi computado o número de acertos entre as dez alternativas apresentadas.

QUADRO 10 – RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE

	DANIEL	LUIS	CÉSAR	LUANA
<b>Desenvolvimentos históricos</b>	S	S	S	S
<b>Leis de Kepler</b>	P	N	P	P
<b>Lei da gravitação universal</b>	P	P	P	P
<b>Forças de campo</b>	N	P	P	N
<b>Relação entre os conceitos</b>	9	7	8	8
<b>Numero de questões parcialmente corretas (excluindo questão 10)</b>	2	4	2	2
<b>Numero de questões incorretas (excluindo questão 10)</b>	2	3	1	3

Obs: S – Sim/Suficiente; P – Parcialmente suficiente; N – Não/Insuficiente.

QUADRO 11 – RESPOSTAS DO PÓS-TESTE

	DANIEL	LUIS	CÉSAR	LUANA
<b>Desenvolvimentos históricos</b>	S	S	S	S
<b>Leis de Kepler</b>	S	P	S	S
<b>Lei da gravitação universal</b>	S	S	S	P
<b>Forças de campo</b>	S	S	S	P
<b>Relação entre os conceitos</b>	10	9	10	10
<b>Numero de questões parcialmente corretas (excluindo questão 10)</b>	0	1	0	2
<b>Numero de questões incorretas (excluindo questão 10)</b>	0	0	0	0

Obs: S – Sim/Suficiente; P – Parcialmente suficiente; N – Não/Insuficiente.

Pelos dados do Quadro 10, pode-se perceber que os alunos tiveram desempenhos entre médio e bom no Pré-teste. Todos compreendiam os desenvolvimentos históricos da gravitação. Porém, não apresentaram respostas suficientes para os conceitos de leis de Kepler, lei da gravitação universal e forças de campo, mas souberam relacionar a maioria das situações colocadas na questão 10 do Questionário 2 com os conceitos de gravitação.

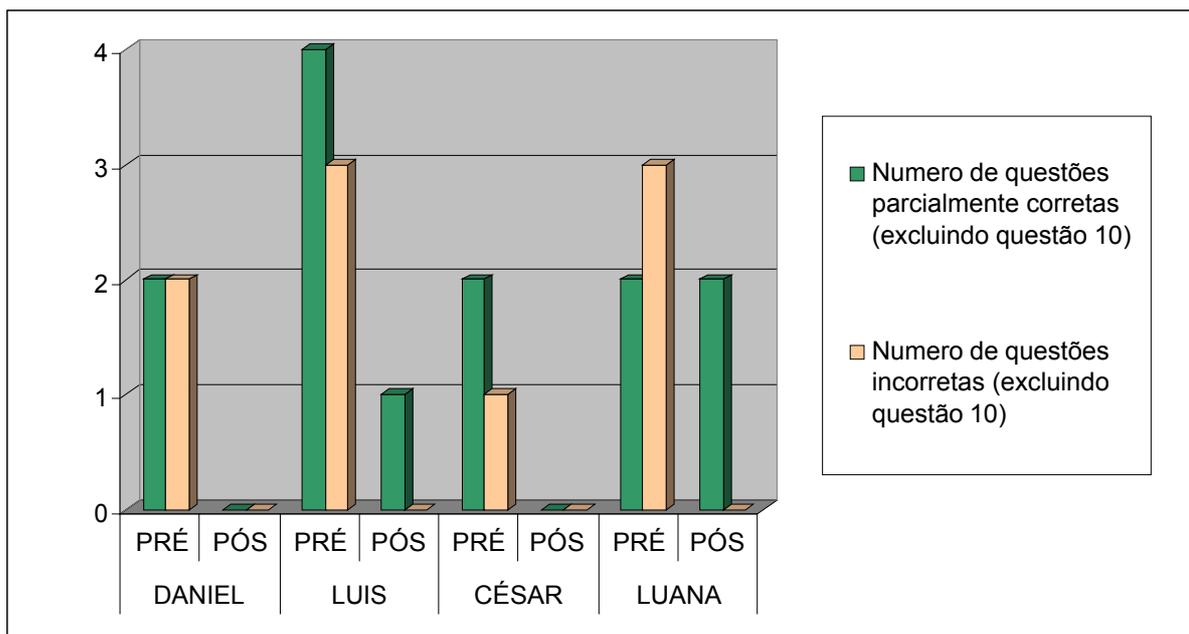
Na análise das duas últimas linhas do Quadro 10, percebe-se que o aluno César teve o melhor desempenho entre os alunos, o aluno Daniel errou uma questão a mais do que o César e a Luana uma a mais do que o Daniel. Já o aluno Luis respondeu quatro questões de maneira parcialmente correta e três de forma incorreta.

O Quadro 11 mostrou que todos os alunos apresentaram resultados muito bons no Pós-teste. Todos os alunos tiveram respostas suficientes no item desenvolvimentos históricos. Nos conceitos de leis de Kepler somente o aluno Luis não teve respostas satisfatórias e no item lei da gravitação universal e forças de campo somente a aluna Luana não respondeu satisfatoriamente. Por esse quadro, verifica-se que os alunos Daniel e César acertaram todas as questões do Pós-teste, o aluno Luis respondeu uma questão de forma parcial e a aluna Luana respondeu duas questões de forma parcial. Nenhum aluno respondeu de forma incorreta a qualquer uma das perguntas.

Na comparação entre os dois quadros, comparação que é mais facilmente visualizável no Quadro 9, observa-se uma clara mudança positiva nas respostas dos alunos. O aluno Daniel avançou nos três tópicos em que apresentou problemas do Pré-teste, acertando todas as perguntas do questionário. O aluno Luis também mostrou evolução nos três itens em que apresentou problemas, nos conceitos de leis de Kepler suas respostas antes incorretas foram parcialmente corretas no Pós-teste, apresentando erros apenas na representação vetorial da velocidade. O aluno César também melhorou as respostas nos três tópicos antes parcialmente corretos, acertando toda as questões. E, por fim, a aluna Luana avançou em dois dos três itens que apresentou problemas, mantendo as respostas sobre a lei da gravitação universal como parcialmente corretas.

No Gráfico 2, a seguir, se pode observar esse avanço dos alunos. Tais dados demonstram como o conhecimento dos alunos se modificou durante os encontros, permitindo dizer que houve um desenvolvimento e fortalecimento dos conceitos por parte dos alunos, ou seja, uma modificação nos seus subsunções.

GRÁFICO 2 – COMPARAÇÃO ENTRE AS REPOSTAS DOS ALUNOS NO PRÉ E NO PÓS-TESTE



## 6.1 DESENVOLVIMENTOS HISTÓRICOS DAS IDÉIAS SOBRE GRAVITACÃO

Cabe agora uma análise detalhada de cada um dos itens dos quadros anteriores, começando pelas questões que avaliavam a compreensão e relação dos sistemas planetários e personagens históricos, quesito em que todos os alunos tiveram rendimento satisfatório no Pré-teste. Como na aprendizagem significativa o conhecimento prévio do aluno é uma das variáveis mais importantes (MOREIRA, 1997) os encontros procuraram explorar e aprofundar essa questão, mas tentou-se não repetir com grande enfoque o que os alunos já sabiam.

Isso se refletiu nas respostas dos alunos, no Pós-teste os alunos omitiram alguns nomes que haviam citado corretamente no Pré-teste. Realmente foram explorados mais os personagens que os alunos ainda não conheciam o que justifica, em parte, a ausência dos mesmos nomes posteriormente. No Quadro 12 uma comparação dos personagens citados antes e depois dos encontros.

QUADRO 12 – RESPOSTAS DA QUESTÃO 1 DO PRÉ E DO PÓS-TESTE – PERSONAGENS RELACIONADOS COM O SISTEMA GEOCÊNTRICO E HELIOCÊNTRICO

	<b>PRÉ-TESTE</b>	<b>PÓS-TESTE</b>
<b>DANIEL</b>	Igreja Católica Galileu	Ptolomeu Galileu e Kepler
<b>LUIS</b>	Igreja Católica Copérnico e Galileu	Ptolomeu e Aristóteles Aristarco
<b>CÉSAR</b>	Ptolomeu e Aristóteles Copérnico, Galileu, Newton e Kepler	Ptolomeu Copérnico, Galileu, Newton e Kepler
<b>LUANA</b>	Aristóteles Galileu	Ptolomeu e Aristóteles Galileu e Kepler

A questão em que o aluno identifica a Terra e o Sol em um sistema geocêntrico foi corretamente respondida por todos em ambos os testes. Como mostrado no Quadro 9, tanto antes quando depois dos encontros todos apresentaram um desempenho satisfatório nesse quesito.

Isso mostra, de maneira geral, que os alunos ampliaram suas respostas após os encontros. O aluno Luis deixou de citar Copérnico e Galileu e passou a citar um dos primeiros pensadores gregos a questionar as idéias de Aristóteles e propor um modelo heliocêntrico, Aristarco. César também restringiu sua resposta omitindo Aristóteles de sua resposta final. Mas esses pontos não foram entendidos como uma falha dos alunos, mas somente como um enfoque menor nos nomes que eles já conheciam. Portanto, para os quatro alunos observados, não se pode dizer que os encontros modificaram substancialmente seus conhecimentos nesse tópico, mas que puderam ampliar suas visões dos desenvolvimentos históricos da Física.

## 6.2 LEIS DE KEPLER

Os conceitos a respeito das leis de Kepler são fundamentais para se descrever o movimento dos planetas nas órbitas. Como evidenciado no Quadro 9 e, em detalhe nos Quadros 10 e 11, nenhum aluno acertou completamente as questões sobre leis de Kepler no Pré-teste. O aluno Luis não respondeu corretamente nenhuma das duas questões sobre assunto no Pré-teste, os demais tiveram acertos parciais.

Já, após os encontros, todos melhoraram seu desempenho, os alunos que antes tinham respostas parciais atingiram respostas satisfatórias e o aluno Luis, antes com respostas insatisfatórias, teve respostas parcialmente corretas. Nesse ponto os encontros também mostraram resultados positivos já que após as seis aulas os alunos tiveram uma melhor compreensão das leis de Kepler.

## 6.3 LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

A lei da gravitação universal de Newton representa um importante marco na história da Física, é quando se unificam as explicações sobre as “coisas terrenas” e as “coisas do céu” em uma só teoria, válida para todos os casos. Pelo Quadro 9, observa-se que, no Pré-teste, nenhum aluno apresentou respostas totalmente corretas para as questões que exigiam compreensão e interpretação dessa lei, mas todos tiveram respostas parcialmente corretas.

Já no Pós-teste os alunos acertaram integralmente suas respostas, somente a aluna Luana permaneceu com um conceito que não é científico ao responder quais variáveis influenciam na gravidade. Como explicitado na pesquisa de PEDUZZI e PEDUZZI (1988), as concepções que os alunos trazem são de difícil modificação e, pelas respostas da entrevista da aluna, percebe-se que formam, para ela, uma explicação conceitual coerente.

Assim, pode-se concluir que os encontros foram capazes de aperfeiçoar o pensamento dos alunos, mesmo no caso da aluna Luana já que esta havia, no Pré-teste, respondido velocidade e tamanho, ambas erradas, e no Pós-teste massa, distância e

tamanho como variáveis que influenciam a gravidade.

#### 6.4 FORÇAS DE CAMPO

As questões sobre forças de campo são particularmente interessantes para esse trabalho tendo em vista a teoria da Aprendizagem Significativa. O conceito subsunçor de força que os alunos possuíam foi avaliado no primeiro questionário que eles responderam, tal conceito, por hipótese, deveria se modificar com os encontros através da assimilação de conceitos em que uma idéia, mais inclusiva, modifica o subsunçor anterior (MOREIRA e MASINI, 2002, p.10).

No primeiro questionário os alunos apresentaram os subsunçores necessários para a pesquisa, de forma completa em três casos e de forma parcial no caso da aluna Luana. No Pré-teste nenhum aluno mostrou compreender totalmente o significado e identificar corretamente a presença de forças de campo. Os alunos Luis e César mostram esses conceitos parcialmente formados, enquanto os alunos Daniel e Luana não apresentaram tais idéias.

Após os encontros as respostas para as questões sobre forças de campo foram radicalmente diferentes, com os três alunos respondendo satisfatoriamente as perguntas. A aluna Luana soube dizer o que é uma força de campo, mas explicou parcialmente como essa força atua na atração entre Terra e Lua.

As duas perguntas sobre esse assunto, assim como todo o questionário, foram feitas de forma a se confirmarem mutuamente, evitando que o aluno apenas memorizasse uma definição sem saber aplicá-la ou sem compreendê-la, seguindo sugestões de MOREIRA e MASINI (2002). As respostas dos três alunos foram satisfatórias nesse item, mostrando que o subsunçor força se modificou após os encontros, incluindo agora o conceito de forças de campo. A aluna Luana era a única que não tinha o conceito de força plenamente formado antes dos encontros, esse fato julga-se ser crucial para interpretar o resultado que veio a seguir, que foi de uma mudança parcial nessa idéia por parte da aluna.

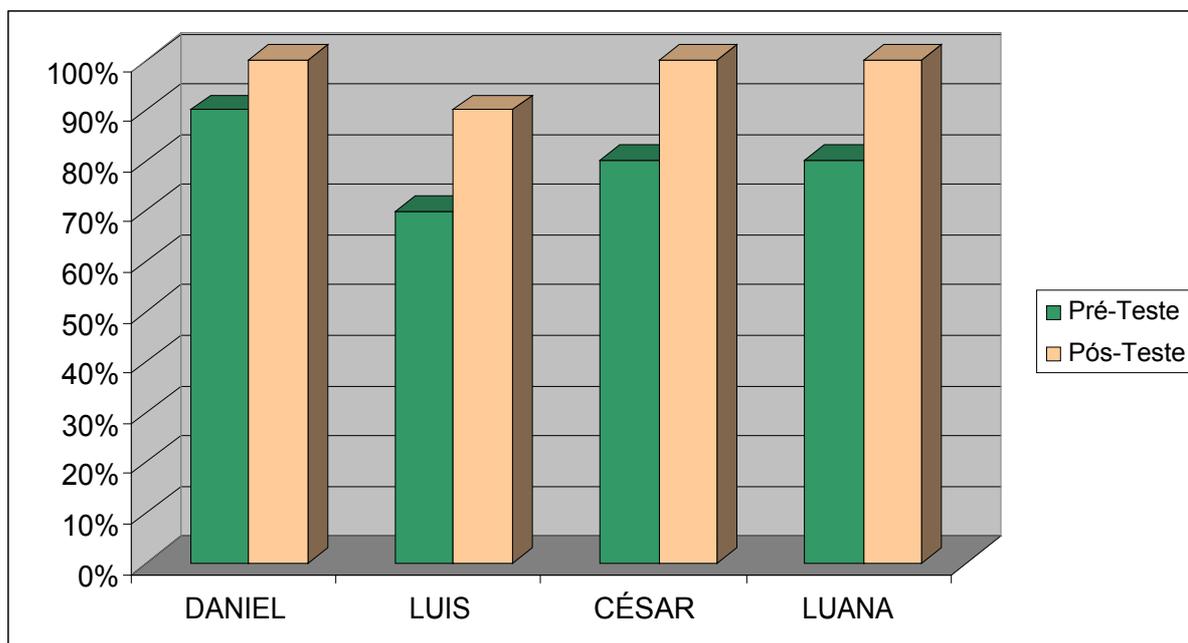
O universo pesquisado é muito pequeno e quaisquer conclusões acerca dele merecem muito cuidado, porém os dados mostram que, para os alunos observados, o uso da hipermídia foi capaz de modificar o subsunçor força presente em suas estruturas cognitivas, incorporando também o conceito de força de campo. Somente quando o subsunçor já não estava completamente formado é que se verificou inconsistências nos conceitos seguintes. Esse fato demonstra que a maneira com que foram conduzidos os encontros não foi, no caso da aluna Luana, a ideal, não sendo suficientes para, nesse caso, fazer com que ela adquirisse completamente o conceito de força e, a partir de atividades que seguem a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, alcançasse um conceito diferente e mais abrangente que o anterior. Mas isso, de forma alguma, invalida o uso da Internet para a aquisição e modificação dos subsunçores, afinal mesmo para a aluna Luana se identifica uma sensível melhora nas idéias sobre forças de campo.

## 6.5 RELAÇÃO ENTRE CONCEITOS

A atividade de relacionar idéias com situações a partir de uma lista também é uma sugestão de MOREIRA e MASINI (2002) para se identificar a aprendizagem significativa. Essa idéia foi usada na última questão dos testes que os alunos responderam.

No Pré-teste os alunos já haviam apresentados bons resultados nessa questão, mostrando o quanto sólido era o conhecimento deles sobre gravitação. No Pós-teste os resultados só melhoraram, com três alunos atingindo 100% de acerto. Esse é um importante resultado da pesquisa, já que pode ser usado como parâmetro para apontar que os encontros com uso da hipermídia fizeram os alunos relacionar o conceito estudado com um maior número de situações, modificando seus subsunçores, o que mostra indícios de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos.

GRÁFICO 3 – COMPARAÇÃO DA PORCENTAGEM DE ALTERNATIVAS CERTAS ENTRE AS REPOSTAS DOS ALUNOS NA QUESTÃO 10 DO PRÉ E DO PÓS-TESTE



## 6.6 A INFLUÊNCIA DOS SUBSUNÇORES

Ao se olhar o Quadro 9, vê-se que somente a aluna Luana não possuía completamente formado o subsunçor de força, de fato seu aproveitamento no Pós-teste, comparativamente, foi o menor dentre os quatro alunos, como evidenciado pelo Quadro 11. Mas ao se olhar suas respostas do Pré-teste e do Pós-teste observa-se que ela teve uma boa evolução, afinal todos os alunos apresentaram resultados bastante razoáveis após os encontros.

O subsunçor força que se imaginou ser fator decisivo na aprendizagem dos alunos não variou muito no caso dos outros três alunos, não permitindo maiores conclusões sobre esse ponto. De fato, confirma-se a idéia de Ausubel, alunos que apresentaram conceitos mais sólidos no início dos encontros também apresentaram melhores resultados ao término da investigação, ou seja, alunos com subsunçores mais desenvolvidos apresentaram maior evolução. Bom exemplo disso é a comparação das respostas dos alunos Daniel e Luana para as questões de força de campo, ambos não

souberem responder no Pré-teste, mas o Daniel teve respostas satisfatórias no Pós-teste, enquanto a Luana atingiu respostas somente parcialmente satisfatórias. Ou seja, mesmo com ambos errando na primeira vez o subsunçor mais sólido do Daniel possivelmente fez com que ele obtivesse uma resposta melhor ao final dos encontros. Raciocínio semelhante pode ser aplicado nas questões sobre a lei da gravitação universal.

Outro ponto que reforça a importância do subsunçor força é que, comparativamente, o aluno Luis teve desempenho pior do que a aluna Luana no Pré-teste, como mostra o Gráfico 2. Porém, no mesmo gráfico, se observa que o aluno Luis atingiu resultados melhores no Pós-teste. Pelas respostas do primeiro questionário, mostrado no Quadro 9, o aluno Luis possuía o subsunçor força formado, enquanto a aluna Luana havia o conceito apenas parcialmente desenvolvido, este fato, julga-se, é de fundamental importância para explicar os diferentes resultados.

Em pesquisa anterior de CORDEIRO (2003, p. 177), já se havia chegado à conclusão que “os conceitos espontâneos também são subsunçores (...) Tudo o que um aluno sabe sobre determinado tema, independentemente do local em que aprendeu, é um subsunçor que irá formar sua estrutura cognitiva”. Cordeiro procurou indícios de uma aprendizagem significativa no conceito de Aceleração, para isso, supôs que o principal subsunçor necessário para ocorrer essa aprendizagem era o subsunçor Velocidade, porém verificou que outros subsunçores, os conceitos espontâneos, estiveram presentes e foram importantes na explicação de seus resultados. Para o autor, os conceitos espontâneos dos alunos podem ter maior ou menor influência na aprendizagem significativa de acordo com o aluno, sendo possível que “eles ora ajudem, ora atrapalhem, em função dos elementos que compõem a estrutura cognitiva do aluno e em função do tipo de instrução escolar utilizada pelo Professor” (ibid., p. 178).

A presente pesquisa, que tratou da gravitação universal, trabalhou com um número reduzido de alunos e não foi possível identificar grandes diferenças nas respostas do aluno de acordo com os conceitos científicos ou alternativos que possuíam, uma vez que não demonstraram grandes flutuações nas questões sobre forças

presentes no Questionário 1. Porém, além do conceito de força, no máximo, pode-se citar como influentes as concepções dos alunos a respeito de que são grandezas vetoriais, em especial a velocidade, e a presença ou ausência da idéia de Campo, para se desenvolver o conceito de forças de campo. Também, como esperado, nenhum aluno compreendia completamente a idéia de forças de campo no início do trabalho, mas pode-se dizer que a ausência desse conceito não foi um empecilho na aprendizagem dos alunos, prova disso é que os alunos Luis e César que deram respostas parcialmente corretas sobre forças de campo no Pré-teste tiveram respostas corretas no Pós-teste, da mesma forma que o aluno Daniel, que não havia apresentado conhecimento nenhum sobre forças de campo no Pré-teste.

## 6.7 A INFLUÊNCIA DO PRAZER PELA FÍSICA

Pela primeira linha do Quadro 9, nota-se que o grau de prazer em estudar Física varia muito entre os quatro alunos que participaram de todos os encontros, com o aluno Luis demonstrando pouco prazer ao estudar Física e o aluno César demonstrando total satisfação. É certo que o aluno César atingiu melhores resultados que o Luis no Pós-teste, mas atribuir esse fato ao prazer de estudar Física parece ser um erro, afinal o aluno Daniel que tinha uma classificação intermediária no prazer de estudar Física obteve resultados tão bons quanto o César e a aluna Luana, também com uma classificação intermediária, obteve resultados piores aos do Luis.

Prefere-se explicar esses resultados pelo fato da aluna Luana não ter completamente formado o conceito de força, como citado no tópico acima, e não relacionar com o grau de prazer em estudar Física. Um ponto da fala do aluno Luis, citada no capítulo 5, pode ajudar a esclarecer isso, uma vez que ele diz ter se interessado pelas aulas não por serem de Física, mas por usarem a Internet. Essa afirmação pode ser fruto da novidade que o uso da Internet pode representar para os alunos, mas também pode indicar que o uso de recursos hipermídia pode colaborar para aumentar o interesse e a motivação dos alunos para aprenderem matérias que

inicialmente não sentiam prazer em estudar. O depoimento do aluno Daniel, de que as simulações são divertidas e de ter gostado do uso de recursos diferentes para estudar, aponta para a segunda alternativa. Contribui fortemente, também, para essa posição o caso do aluno Luis que mesmo sem gostar de Física participou da primeira aula, viu do que se tratava a pesquisa e voltou para as próximas, tendo um bom aproveitamento ao final dos encontros.

## 6.8 A INFLUÊNCIA DA INTERNET E DAS SIMULAÇÕES

Analisando-se as respostas dos alunos, condensadas no Quadro 9, observa-se que seus comentários sobre a Internet e o uso das simulações são quase todos positivos. Em suas entrevistas, afirmaram prestar mais atenção com a Internet do que com a aula normal, achando esse um recurso “motivador”, “estimulante”. Esse é o primeiro ponto importante. O uso da Internet e das simulações torna-se um atrativo a mais para a aula, uma forma de prender a atenção do aluno e servir de veículo útil para sua aprendizagem. Em pesquisa sobre o *software Modellus* ARAÚJO (2002, p.50-51) chegou a conclusões semelhantes:

Outro aspecto importante a ser salientado é o da motivação para aprender proporcionada pelo tratamento aos estudantes. Além do interesse natural despertado pelo uso de microcomputadores, os resultados sugerem que a aplicação de atividades de modelagem exerce uma influência positiva na predisposição do indivíduo para aprender Física. Isto ocorre na medida em que a relevância de determinadas relações matemáticas e conceitos é percebida pelo aluno durante o processo de interação com os modelos conceituais ...

Reafirma-se, também, alguns dos pontos da pesquisa de GADDIS (*apud* MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 80) e também de VEIT e TEODORO (2002) sobre as principais contribuições do uso de simulações. Em especial, destaca-se que as simulações são capazes de auxiliar o aluno na compreensão dos conceitos, permitindo aos estudantes formularem e testarem hipóteses, identificarem variáveis importantes dentro dos conceitos estudados, relacionarem causas e efeitos, tornando possível a observação de fenômenos que não poderiam ser realizados facilmente. A fala do aluno Daniel é um exemplo disso, quando ele afirma que as simulações dão mostras práticas

daquilo que é abstrato. A aluna Luana destaca o fato ao afirmar que as simulações facilitam a relação entre as variáveis envolvidas. Os relatos de casos acontecidos nos encontros, como no uso da simulação sobre leis de Kepler e da simulação de corpos em órbita, confirmam essa posição.

O aproveitamento dos alunos ao visitar os *sites* foi de certa forma surpreendente, esperava-se que eles se dedicassem, ao menos momentaneamente, a tarefas alheias às aulas, mas, pelas suas entrevistas e conferindo-se no histórico do computador, percebeu-se que isso não aconteceu, talvez por serem poucos encontros e poucos alunos, talvez porque o interesse deles na aula tenha sido realmente maior, talvez por saber que tais acessos seriam facilmente rastreáveis. Também não houve qualquer dificuldade na navegação ou de pesquisa por parte dos alunos, o que deve ser ocasionado pela prática que os alunos têm, visto que eles acessam quase que diariamente a rede.

O comentário dos alunos sobre os *sites* utilizados também foi positivo, com destaque para a fala do aluno Luis que chamou a atenção para o fato de, ao se ver em páginas diferentes o mesmo assunto, fica-se com uma visão mais clara sobre os conceitos estudados. Como sugestão, o aluno Daniel diz que os conteúdos poderiam ser organizados num *site* único, facilitando o acesso. Isso é em parte verdade, porém a reunião de informações de várias páginas num portal único fatalmente acabaria com a diversidade de visões apontadas pelo aluno Luis como ponto positivo para a aprendizagem, esse é um ponto que merece ser melhor pesquisado futuramente.

Mas é importante fazer o aluno notar que a simulação não substitui o real, sendo apenas uma reprodução dos conceitos e das equações matemáticas com os quais foi programada, por isso é preciso cuidado na hora de selecionar as simulações que serão usadas para que não existam erros conceituais, bem como explicitar as simplificações que eventualmente são feitas pela simulação. No tópico seguinte será, entre outros, explorado o fato das simulações poderem se tornar motivo de distração dos alunos.

## 6.9 DISCUSSÕES DE PODER – O PAPEL DO PROFESSOR

Pelas respostas dos alunos, observa-se que todos afirmaram que é primordial ao professor saber o conteúdo da matéria a ser ensinado, usando ou não a Internet. Apenas o aluno Daniel cita que os professores deveriam ter conhecimentos de navegação na rede, ponto que se julga ser de fundamental importância. Talvez esse ponto não apareça no comentário dos outros alunos pelo fato desse ser um hábito comum para eles, que supõem também ser um hábito comum para seus professores, mas que é fundamental na elaboração e execução de aulas que usem o recurso hipermídia da rede. Essa é uma característica da naturalização/internalização de aspectos da máquina na constituição do sujeito, seguindo as idéias de HARAWAY (2000), MENDES (2001), GREEN e BIGUM (2003) e SIBILIA (2003). À medida que o indivíduo internaliza aspectos da máquina ele se torna o que HARAWAY (2000) e MENDES (2001) chamam de “sujeito-ciborgue”, em que é cada vez mais difícil, e faz menos sentido, separar o que é natural e o que é artificial. Essa noção de ciborgue passa a colocar novas relações sociais, em novos contextos, em que é inegável o papel da Internet e seu ambiente de comunicação e busca de informações a distância e em tempo real.

Para exemplificar e contribuir com esse posicionamento, pode-se observar as respostas dos alunos sobre o uso e a frequência que fazem do computador e da Internet. Todos afirmaram possuir computador em casa e fazer uso dele diariamente, todos acessavam a Internet em pelo menos quatro dias da semana e conheciam bastante as ferramentas da rede. O que está de acordo com a idéia de Sinóptico de BAUMAN (1999) e com o estudo de FISCHER (2005), que tratou da televisão, mas que possui muitos pontos em comum com a Internet. Um dos motivos pelos quais o aluno/jovem parece ser seduzido pela rede é o de poder “ver a si mesmo”, é fazer parte de um coletivo no qual se identifica, é a oferta de “liberdades”, ainda que essas “liberdades” possam ser vigiadas, e assim o indivíduo se constitui como sujeito em meio a um conjunto de interações com a máquina percebidas e internalizadas pelo indivíduo.

Em relação com a visão que o aluno tem do professor, na entrevista do aluno César, ele destaca o papel de facilitador do professor como importante para introduzir o conteúdo e auxiliando na navegação dos *sites*. E demonstra sua preocupação com o distanciamento muito grande do professor que pode fazer com que o aluno fique sem apoio para as explicações dos conceitos, para as pesquisas e para esclarecer as dúvidas. Idéia semelhante se encontra no discurso da aluna Luana que destacou a importância do professor nos encontros, explicando o conteúdo que os *sites* abordam.

Por outro lado, ressalta-se o comentário do aluno Luis que diz que o professor tem que controlar o uso das simulações. Discurso semelhante ao da aluna Luana que se preocupa com o papel do professor em controlar o acesso que os alunos fazem na rede. Também na fala de Daniel aparece a idéia de “controlar a turma”, apesar dessa afirmação poder englobar outros aspectos.

Iniciando pela fala do aluno Daniel, que também é deduzido do discurso dos outros alunos, controlar a turma pode ser entendido por verificar o que os alunos fazem a cada momento, no espaço físico da sala e no ambiente da Internet. O primeiro ponto que se pensa ao se falar em controlar a turma é a questão do silêncio, desejável quando favorece a concentração dos alunos.

O outro ponto relacionado com “controlar a turma” é o fato de fiscalizar se os estudantes não estão alheios às tarefas de sala de aula, questão amplificada com do computador e da Internet. A vigilância permanente é tão palpável que hoje o indivíduo nem sempre tem a consciência de que pode estar sendo vigiado a todo o momento (DELEUZE, 1992), como parece ser o caso dos alunos que, de fato, estavam tendo os acessos que faziam na rede vigiados, porém isso não lhes foi informado. Pelas respostas deles, preocupados com esse controle, não pareciam ter consciência de que tal controle já estava sendo exercido, fato que requer muita reflexão em futuros trabalhos.

E há, ainda, outro complicador no uso do computador, quando a intenção é fazer com que o aluno se dedique às tarefas da aula: o fato do aluno estar sentado em

frente ao computador e o professor não conseguir visualizar, simultaneamente, a feição do aluno e a tela do computador. Mesmo com o professor se deslocando entre os alunos, estes podem fazer uso de uma tarefa comum ao se utilizar computadores pessoais, que é o fato de ser possível abrir várias janelas (programas, *sites* etc) e navegar por entre essas janelas, minimizando-as ou alternando-se entre elas com rápidos toques no teclado ou cliques do *mouse*, o que impediria a fiscalização do professor. É a típica situação a que FOUCAULT (1987, 2002, 2003) se refere ao analisar o poder em que sempre há um de “jogo” entre formas de resistência e de controle, são relações de poder se constituindo e maneiras de se fugir a esse poder se formando. Nesse caso o que interessa não é abandonar algumas práticas porque elas constituem novas relações de poder, como mostra OLIVEIRA (2004), mas ter consciência desses dispositivos e encarar o poder também como produtivo, se preocupando não com a existência de uma autoridade ou de uma situação que permite certo controle, mas como as práticas acontecem, como as liberdades se constituem e como a autoridade é exercida (FOUCAULT, 2004). Dessa forma o professor não deve renunciar a sua posição de autoridade em sala de aula, mas cabe a ele exercer essa posição criticamente, tornando-se o organizador do trabalho em sala de aula.

Como exemplo prático presente nessa pesquisa, é preciso que o professor desperte no aluno a necessidade de se concentrar no processo de ensino-aprendizagem, não deixando o mesmo se distrair pelas simulações, que inclusive podem ser mais exploradas em outro momento que não em sala, ou outras tarefas alheias à aula que a Internet oferece.

Porém a mais uma face nos possíveis problemas de se usar a Internet em sala, face devido à própria natureza da rede. No tópico 1.4 afirmou-se que não existem na rede rotas pré-estabelecidas, sendo os usuários livres para procurarem e escolherem as informações que lhe interessam. Afirmção que não é falsa, mas que esconde alguns pontos importantes.

Como dito no capítulo 2, HARAWAY (2000) e GUATARRI (1992) se preocupam com a redução de heterogeneidade na sociedade atual. É fato que as

relações de poder permitidas pelas Novas Tecnologias tem condições de separar os traços diferentes, remontá-los, modificá-los, trocá-los tendendo a diminuí-los e tornando o diferente igual e essa é uma questão que, sozinha, ocupou anos de estudo de muitos pesquisadores e não se cabe nesse momento estendê-la, mas usar os dados da pesquisa para mostrar indícios que confirmem ou refutem algumas dessas posições.

Nas pesquisas feitas pelos alunos e no comportamento apresentado por eles ao usarem a Internet, a homogeneidade não parece ser tão evidente assim, já que é possível na rede encontrar vários pontos de vista, trilhar vários caminhos em busca da informação. Mas isto se deve ao nível de olhar que se direciona, afinal todos estavam fazendo as mesmas coisas, usando as mesmas ferramentas, num nível superior, numa “visão macroscópica”, todos tinham comportamentos homogêneos. A forma com que executavam essas tarefas é que diferiam, num nível mais reduzido, percorriam caminhos diferentes, mas, pela natureza da tarefa, era desejado que chegassem as mesmas respostas: o conhecimento científico. Mesmo esses “caminhos microscópicos” podem ser (e foram) rastreados, a fim de remontar e futuramente modificar essa heterogeneidade em nome da otimização dos processos. E, mais, para os objetivos dessa investigação esse processo se mostrou eficiente, alcançando os resultados esperados e não é porque ele desperta novas relações de poder (e todos os processos despertam) que se deve abandoná-lo, mas sim compreendê-lo, criticá-lo e usá-lo à medida que for conveniente.

Voltando aos “caminhos” traçados pelos alunos na rede, usando uma analogia pode-se dizer que as pesquisas e a navegação na Internet são “rotas livres”, mas “rotas livres” que parte sempre de “pontos fixos”. Esses “pontos fixos” são os grandes portais de entretenimento, de serviços de *e-mail*, de páginas de buscadores, pontos que numa visão macroscópica são idênticos, visto que são o marco zero de *praticamente* todas as atividades na Internet. Também os pontos de chegada são, para o caso dessa investigação, os mesmos, mas essa não é uma afirmação sempre válida. Ao se tratar do Ensino de Física é planejado que os alunos atinjam, ao final do percurso, os mesmos conceitos, os conceitos científicos atuais, eventuais diferenças no caminho são

desejáveis somente à medida que ajudam a fortalecer o conceito estudado, tornando-o mais sólido para o aluno. Em outras disciplinas ou em outras atividades, o ponto de chegada não deve ser idêntico para todas as pessoas, o que abre novamente a discussão de “rotas livres”, já que, mesmo partindo do mesmo lugar os caminhos podem desembocar em diferentes pontos.

O que se evidencia dessa analogia não é uma conclusão de se há liberdade ou controle na busca de informações pela rede, mas que, como mostra a palavra *praticamente* escrita acima, há espaço para as duas situações, voltando-se ao “jogo” entre poder e resistência do qual fala FOUCAULT (1987, 2002, 2003). Até porque o debate é muito mais amplo do que a divisão entre liberdade e controle, ambos não podendo ser interpretados em seus sentidos restritamente semânticos, possuir algumas liberdades não é estar ausente de controle, controlar não é ceifar todas as liberdades. Mas onde existem relações de poder também existem brechas para se fugir a esse poder. Seria o poder tão eficiente que um dia acabaria com essa resistência? Ou seria a resistência tão eficiente que não mais estaria sujeita ao poder? Provavelmente se esteja sempre entre essas duas situações, podendo pender mais para um lado ou para outro, mas não no extremo isolado. É preciso saber que existem perigos no uso da Internet para o ensino, mas que também existem oportunidades, oportunidades que, como mostrado nesse trabalho, merecem ser exploradas, cabe ao professor problematizar e intermediar esse processo.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas considerações finais estão resumidos os resultados obtidos durante essa investigação e, ao mesmo tempo, estão expostas algumas posições que podem ser entendidas como uma tentativa de contribuição ao Ensino de Física. Seguindo a discussão dos resultados, e considerando os objetivos colocados no início desse trabalho, passa-se a fazer algumas considerações que se entende não como sendo conclusões definitivas, dada a complexidade do tema pesquisado, mas como considerações relevantes. Além disso, algumas sugestões de outras possíveis pesquisas foram postas.

### 7.1 PODE A HIPERMÍDIA PROMOVER MUDANÇAS NOS SUBSUNÇORES DOS ALUNOS?

O objetivo primeiro dessa investigação era dizer se o uso da Internet é capaz de modificar a estrutura cognitiva dos alunos visando uma aprendizagem significativa. Também era de interesse discutir questões referentes ao uso da hipermídia para o ensino e as relações de poder presentes nessa forma de ensino.

Todas as conclusões referem-se a um dado momento imediatamente após a instrução escolar, mas acredita-se que as respostas que os alunos registraram nos questionários sejam originárias de uma aprendizagem que “ficou”, disponível para ser aplicada em situações que se relacionam com tais conhecimentos, afinal, a aprendizagem que eles demonstraram não se entendeu como fruto de uma aprendizagem mecânica, pois, segundo CORDEIRO (2003, p. 169), “no ambiente escolar, a aprendizagem do tipo mecânica, decorativa, literal e sem correlações ocorre normalmente às vésperas de provas, numa tentativa do educando em ser bem-sucedido nas avaliações”. Antes de, efetivamente, responderem os questionários, os alunos participantes dessa pesquisa não sabiam a quais tarefas estariam sujeitos e nem quais conteúdos seriam abordados, por isso, acredita-se que não tenham se preparado para

respondê-los. Além disso, as perguntas feitas eram diferentes de questões comuns utilizadas em sala de aula, não exigindo aplicação de fórmulas ou a reprodução de conceitos previamente decorados.

Porém, a pesquisa, por si só, não é capaz de dizer se a aprendizagem fruto dos encontros é do tipo “significativa ou não”, nem era esse seu objetivo. Para se chegar a tal conclusão seria necessário mais investigação e um tempo maior entre a instrução e a avaliação. Mas serviu para, naquele momento, evidenciar mudanças nas respostas dos alunos, como, por exemplo, a compreensão de forças de campo e a relação dos conceitos estudados com diversas situações. Dessas evidências conclui-se que se houve uma mudança nos subsunçores dos estudantes, de forma a responder a pergunta principal dessa pesquisa e que houve indícios de uma aprendizagem significativa.

E, assim como ARAÚJO (2002, p. 50), entende-se que não faz “sentido avaliar uma ferramenta como um fim em si, pois a eficiência desta dependerá diretamente de onde, quando e como ela será empregada”. Portanto, não cabe a esse trabalho dizer se o uso da hipermídia é “útil” ou não ao ensino em termos absolutos, há de se levar em conta situações específicas de cada localidade e momento, e, principalmente como se dará o uso dessa ferramenta. Da mesma forma, a metodologia utilizada, a postura do professor e a situação dos alunos influencia nos resultados, não se podendo afirmar que a hipermídia sozinha, proporcionou os resultados encontrados, mas sim um conjunto de fatores, inclusive a hipermídia. Porém, dentro da proposta apresentada e para o universo pesquisado, pode-se dizer que a Internet e as simulações oferecem importantes contribuições no ensino dos conceitos de gravitação universal.

A Teoria de Ausubel parte do princípio de que basicamente três fatores determinam a aprendizagem significativa, essa síntese final se dará, inicialmente, através da análise destes três itens: **a predisposição em aprender significativamente, o material de aprendizagem e aquilo que o aluno já sabe.**

Sobre o primeiro ponto, a predisposição em aprender, está é de difícil avaliação. A pesquisa de CORDEIRO (2003), assim como essa, partiu do princípio que ela tenha relação com o grau de prazer em relação ao estudo de Física, porém

observou-se que esse ponto somente é insuficiente para caracterizar a vontade de aprender dos alunos, visto que a aluna Luana e o aluno Daniel classificaram seu prazer em estudar Física como intermediários, mas ambos demonstraram ampliações em seus subsunçores.

O fato dos alunos serem voluntários nessa pesquisa, de estarem dispostos a comparecer na instituição de ensino para os encontros em horários que não os obrigatórios já parece suficiente para demonstrar essa predisposição em aprender, mas essa posição não se aplica às aulas normais e obrigatórias, portanto outros instrumentos devem ser procurados. Avaliar o grau de prazer em estudar Física pode ser um instrumento nessa busca por saber se os alunos estão dispostos a aprender, mas sua influência, ao menos nesse trabalho, não se mostrou tão conclusiva, em concordância com a consideração de CORDEIRO (2003, p. 172): “Assim, concluo que, embora o grau de prazer exerça influência na aprendizagem, esse não é o critério que melhor agrupa alunos com características semelhantes em suas aprendizagens”. Estudos com esse foco poderiam melhorar a compreensão desse quesito.

Outro ponto que merece destaque, inclusive pela fala dos alunos, é que o uso de um recurso incomum nas aulas em sala, a hipermídia, os motivou a aprender e esse é um resultado importante e que pode ser utilizado em sala de aula: o estímulo que o aluno recebe em determinado conteúdo é fundamental para que o aluno procure obter uma aprendizagem significativa nesses conceitos. Tal ponto, inclusive, pode ser um dos motivos que levaram os alunos que não gostam muito de Física a fazer parte dessa pesquisa.

Sobre o material de aprendizagem, cabe discutir a forma de elaboração dos encontros em seu material didático, sua exposição didática e a visão que o aluno teve do material. No capítulo 3 expôs-se as premissas utilizadas na elaboração do material e na execução dos encontros, procurou-se sempre seguir os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa, apesar dessa não ser uma teoria de ensino, mas, em várias passagens, indicar premissas a serem seguidas, os Planos de Aula contidos nos Anexos sintetizam a forma de elaboração do material. A própria forma de uso da Internet nesse

trabalho fica como proposta para sua utilização em sala de aula para outros professores.

Na visão dos alunos, o uso da Internet e das simulações foi de uma importante contribuição durante o processo de ensino-aprendizagem, como mostrado em seus comentários nos capítulos 5 e 6. Uma sugestão, já mostrada, do aluno Daniel seria reunir o conteúdo de vários *sites* num portal único, de forma a facilitar o acesso ao material. Porém o aluno Luis destacou como importante para a aprendizagem a diversidade de visões que páginas diferentes trazem. A centralização do material fatalmente acabaria com essas múltiplas visões, ocorrendo facilidades por um lado, mas perdas por outro. Tal questão também merece maior aprofundamento em pesquisas futuras.

Em relação ao que o aluno já sabe, ao se iniciar essa pesquisa estimava-se que o subsunçor que mais influenciaria na aprendizagem era o conceito de força. Esse posicionamento mostrou correto, sendo usado como justificativa para a diferente evolução dos alunos, em especial da aluna Luana, mas também do aluno Daniel em comparação com o aluno Luis. Outro ponto, a idéia de força de campo, não influenciou as respostas futuras, mas as noções de grandezas vetoriais fizeram com que os alunos errassem algumas respostas no Pré-teste, mas, com exceção do aluno Luis, todos tiveram respostas perfeitamente satisfatórias no Pós-teste. Porém, o pequeno universo de pesquisa não permitiu identificar outros conceitos que pudessem interferir na aprendizagem significativa dos alunos.

Para investigações posteriores sugere-se aprofundar essa questão de identificação de subsunçores, bem como discutir os motivos de diferentes subsunçores dos alunos, problematizando os resultados atingidos.

Ausubel entende que identificar esses subsunçores e descobrir qual o conhecimento do aluno sobre eles, antes de ensinar um determinado tema, é de grande importância para que a aprendizagem seja significativa. Dessa forma, julga-se que os questionários elaborados para essa investigação possam servir de modelo para que professores de Ensino Médio detectem os conhecimentos que seus alunos possuem sobre a gravitação. O Questionário 1 permite avaliar o subsunçor força e o

Questionário 2 pode avaliar os conhecimentos sobre os conceitos de gravitação podendo evidenciar conhecimentos espontâneos, a partir disso o professor pode direcionar suas práticas. Caso aplicado depois da instrução escolar, o segundo questionário poderá servir para que o professor avalie a aprendizagem dos alunos. A simplicidade na aplicação desses questionários é visto como um ponto positivo, já que os mesmo não exigem materiais sofisticados nem demandam muito tempo.

Pode-se dizer, portanto, que, para o grupo de alunos participantes, a hipermídia mostrou-se capaz de promover uma mudança na estrutura cognitiva dos alunos, seus subsunçores, evidenciando indícios de uma aprendizagem significativa, como mostrado nos resultados expostos no Quadro 9 e discutidos no capítulo 6. O uso da História da Física como organizador prévio nos encontros provocou interesse por parte dos alunos bem como orientou e relacionou os conhecimentos que os alunos já possuíam com os que vieram a adquirir. O fato deles executarem pesquisas e interagirem a todo o momento com o conteúdo também foi fundamental nesse processo, sendo entendido como muito promissor no processo de ensino-aprendizagem.

Também as simulações se mostraram uma ferramenta interessante a ser explorada, segundo o próprio relato dos alunos, condensado no Quadro 9. Neste novo ambiente usando simulações (montagem de situações, determinação de parâmetros, indicação visual para confirmar os raciocínios etc), com encaminhamentos e tarefas tão diferentes da sala de aula comum, pode-se ampliar a visão dos fenômenos estudados pelos alunos.

Porém, ainda que seja uma interface entre o aluno e o conteúdo, a simulação, por melhor planejada que seja, não tem capacidade de se adaptar às transformações das necessidades dos alunos, por isso a mediação do professor é primordial, pois este é o condutor de todo o processo.

Verificou-se, ainda, que esse processo é mais instigante e prazeroso à medida que não está centrado num processo de repetição e passividade por parte do aluno, o que está em concordância com os trabalhos de MACHADO (2000), ARAÚJO (2002), PIRES (2005) e GONÇALVES (2005). Com o uso da Internet observou-se que o

aluno, de posse de uma ferramenta instigante e incentivado pelo professor, verificou possibilidades e procurou encontrar a solução por si próprio, frequentemente chegando a resultados satisfatórios e suscitando novas discussões.

## 7.2 A IMPORTÂNCIA DO USO DA INTERNET

A dificuldade para se relacionar o conhecimento das Ciências com o conhecimento de outras disciplinas e com o próprio cotidiano leva à busca de novas estratégias de ensino, bem como a utilização de novas ferramentas que tornem a aprendizagem mais agradável e eficiente.

Por outro lado, entende-se como fundamental que o aluno desenvolva o senso crítico em relação à tecnologia. Com o grande volume de informação que circula na sociedade é preciso saber selecionar o que é relevante. Em especial com a Internet, é fácil divulgar idéias, trabalhos, informações, mas ninguém nunca será capaz de absorver tudo, por isso é preciso aprender a selecionar, a pesquisar, a lidar com a mídia e com o grande volume de informação e, também, trabalhar a crítica, a criatividade e o raciocínio para se destacar em meio a esse “dilúvio”. Não há como se conseguir satisfatoriamente isso sem se ter experiências e aprendizagens com as mídias.

As mudanças na sociedade também apontam nesse sentido, como indica LÉVY (2000, p. 157): “Pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa estarão obsoletas no fim de sua carreira.”. Não existe mais um conjunto de conhecimentos válidos para toda a vida, hoje as informações são constantemente produzidas, experimentadas e rapidamente se tornam defasadas. E esse é um ponto fundamental para que a escola deixe de ser simplesmente transmissora de saberes e passe também a desenvolver pessoas capazes de trabalhar com o conhecimento, construí-lo, localizá-lo, selecioná-lo, questioná-lo. Nas palavras de SOUZA (2002, p. 100):

... o computador como novo recurso de aprendizagem não deve repetir a mesma situação já tradicional na sala de aula. Devemos utilizá-lo de forma a termos um ensino do qual o aluno seja um agente ativo. O contato dos alunos com a tecnologia é importante, porém não basta,

é necessário também que eles aprendam a pensar e se exprimir com clareza e objetividade.

Tendo em vista isso, ao utilizar as tecnologias na educação a escola esta caminhando para, também, preparar seu aluno para lidar com os desenvolvimentos e aparatos tecnológicos presentes em seu dia-a-dia. Preparando crianças e jovens para mudanças na sociedade, para novas formas de acesso à informação, buscando “o desenvolvimento da criatividade, iniciativa e capacidade de raciocínio, proporcionando uma aprendizagem significativa, contínua e autônoma, fundamentada na interação e visualização de situações vivenciadas em seu cotidiano” (NOGUEIRA *et al*, 2000, p. 518).

Também no sentido de motivação, a Internet mostra-se muito promissora. O aluno Luis, por exemplo, classificou seu prazer em estudar Física como 1 (numa escala de 0 a 7), quase o mínimo, porém, ainda assim, participou dessa investigação. Atribuiu-se tal fato, também, a vontade do aluno em conhecer uma proposta de ensino que leva em consideração a Internet, sendo a rede um importante agente para despertar o interesse do aluno. Esse é um ponto que aparenta grande potencial e que merece investigações posteriores para ser melhor compreendido.

Estas são questões pelas quais defende-se um processo de ensino-aprendizagem que utilize os recursos hipermídia: levar para a sala de aula uma abordagem que estimule o aluno, que traga interesse e vontade de interagir em situações que lhe dêem condições de construir e modificar seu próprio saber. E, num sentido mais amplo, fornecendo-lhe ferramentas com as quais possam se orientar na produção e no tratamento dos conhecimentos e, assim, tornarem-se conscientes e responsáveis em suas atitudes e nas atitudes que modificam a sociedade.

O uso da hipermídia, tal qual referenciado neste trabalho, constitui-se em um desafio e estímulo ao autocrescimento do aluno e do professor, buscando a abstração e reflexão no processo de ensino/aprendizagem. Não se trata, porém, de usar o computador e a Internet como pontos centrais do processo de ensino. A Internet deve ser considerada como uma ferramenta auxiliar do processo, pois, além de o aluno deter

informações, ler e escutar, ele precisa refletir, discutir e aplicar conhecimentos, logo deve ser associado a outros procedimentos de ensino.

Com relação à postura dos estudantes, pode-se dizer que se mostraram muito abertos à forma de ensino e muito colaborativos também. Entende-se que o ambiente mais livre, que não se entenda “solto” de qualquer compromisso, mas interativo e participativo, favoreceu o desenvolvimento cognitivo do aluno, resultado também encontrado por MACHADO (2000) e SOUZA (2002).

Na preocupação de tornar cada vez mais atrativo e eficiente o processo de ensino e aprendizagem, com projetos interativos que usem o computador e a Internet, os recursos usados evidenciaram que os processos humanos são realizados por pessoas. A máquina nada faz se não passar pela decisão de um sujeito, portanto, este é o centro de tudo.

Neste trabalho, quem pesquisava, simulava e interpretava os resultados eram os alunos. Os resultados e as interpretações eram frutos de seu livre-arbítrio e discernimento. Não se pode perder isso de vista e deve-se promover mudanças planejadas no ensino envolvendo o professor e o aluno em situações propícias e estimulantes, diferentes das práticas tradicionais, mesmo que isso, no início, represente uma resistência. Porém, o ensino, dessa forma, não dará as costas para o novo mundo que está surgindo.

### 7.3 O PAPEL DO PROFESSOR

Não se pode deixar de falar do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem utilizando o recurso hipermídia. É necessário “que este se envolva em trabalhos de análise e utilização dos recursos tecnológicos de uma forma consciente, planejada e possa ter acesso a um referencial teórico que dê embasamento ao seu trabalho” (PURIFICAÇÃO, 1999, p. 187).

Como já dito, o papel do professor muda de foco, o que só vem a reafirmar estudos como os de DEMO (2002), MORAN (1997), PRETTO (2000, 2002) e

KENSKI (2002), mas sua importância é primordial, como evidenciado no discurso dos alunos que viam o professor como muito importante para introduzir o conteúdo, auxiliar na navegação dos sites e explicar as passagens que não são entendidas.

É importante lembrar, nesse sentido, que o uso do computador não substitui o professor, apenas redimensiona sua postura e função no cenário escolar e educacional, pois a sua forma de trabalho e de levar a turma não reside no uso da rede eletrônica. Podemos exemplificar a referência observando que, se o aluno estivesse em outro ambiente trabalhando com sucata, o mesmo professor teria uma nova postura, mas a forma de levar a turma seguiria princípios básicos e intrínsecos do próprio (SOUZA, 2002, p. 102).

Fundamental é o professor estar preparado para utilizar essa ferramenta, porém, como exposto no capítulo 3, a formação acadêmica não satisfaz essa necessidade, portanto é preciso um esforço do professor em aprender, ainda que por si próprio, novos domínios e formas de ensino.

Por outro lado, é necessário redobrada atenção para as novas relações de poder que o uso da hipermídia promove: a capacidade de vigilância, a relação do aluno com a máquina e a imensidade de informações, possibilidades e perigos do ciberespaço. O professor ter consciência desses processos é fator fundamental para formar um aluno crítico que saiba lidar com essas questões.

Vale ressaltar que na pesquisa de campo, mesmo o autor dessa investigação tentando combater a visão de escola como lugar de reprodução, uniformização, padronização e de criação de modelos desprovidos de sentido<sup>13</sup>, essa face ainda esteve presente no trabalho, como ficou evidente nas formas de pesquisa semelhantes e seus resultados parecidos por parte dos alunos. Há de se tomar cuidado, também, para que todos os alunos possam utilizar a Internet da maneira mais proveitosa possível, não dependendo da “bagagem” que já possuem antes de chegar à escola, ou seja, mesmo que o aluno não tenha habilidade em navegar na rede, é preciso que a escola trabalhe com ele nesse sentido, para que não encontre maiores dificuldades nas atividades

---

<sup>13</sup> Combater essa visão não significa negá-la, reconhece-se que na escola, consciente ou inconscientemente, haverá reprodução, padronização, uniformização. Combater, aqui, significa identificar, problematizar e procurar minimizar essa face da escola, em busca de um processo de ensino-aprendizagem mais igualitário e de maior qualidade.

durante a aula. O mesmo pensamento pode ser utilizado em relação aos subsunçores com os quais os alunos iniciam o estudo de um conteúdo. O que mostra o quanto difícil e complexo são os processos que ocorrem na escola e o quanto ainda é preciso pesquisar sobre essa instituição.

É certo, também, que o foco dessa investigação estava sobre o aluno e não sobre o professor. Mas dificilmente consegue-se isolar uma variável somente, sendo impossível analisá-la sem, também, analisar as relações que existem ao seu redor. Por isso foi necessária e pertinente essa presente discussão sobre o papel do professor, porém, reconhece-se que esse tópico está longe de se esgotar. É preciso, ainda, conhecer muito sobre a função do professor para essa proposta de uso da Internet na educação, estendendo e aprofundando o entendimento de sua relação com o conteúdo e com o aluno (incluindo a visão e expectativas que este tem), discutindo sua formação acadêmica. A própria relação entre o aluno, o conhecimento, o recurso hipermídia e a escola merece ser melhor estudada, na qual julga-se interessante o desenvolvimento do conceito de “capital cultural” de BOURDIEU (1998) e o aprofundamento nas idéias de FOUCAULT (2002 e 2003) e DELEUZE (1992).

#### 7.4 FINALIZANDO

Considerou-se importantes os seguintes benefícios gerados pelas atividades dessa investigação: a possibilidade de usar a hipermídia no processo de ensino-aprendizagem; a elaboração de materiais e questionários passíveis de revisão, mas úteis para futuro uso de professores do Ensino Médio; uma proposta de uso da hipermídia de forma integrada ao trabalho de sala, o trabalho interdisciplinar, mesmo que de pouca abrangência, mas visto como perfeitamente possível de ser implantado; a nova forma de interação entre os estudantes, o professor e o conteúdo; o uso das simulações com parâmetros facilmente modificáveis demonstrando o funcionamento de modelos matemáticos; a motivação e interação no trabalho do professor e do aluno; a valorização do professor como educador e responsável pelo processo de ensino-

aprendizagem; as discussões acerca dos perigos e oportunidades oferecidas pelo uso da Internet na educação; a possibilidade de mudança na estrutura cognitiva dos alunos; a busca de uma aprendizagem significativa que passa por uma aproximação e relação entre conteúdos antes segmentados; a construção e exploração de situações buscando a interatividade mútua; a visão de outras realidades culturais e históricas; a oportunidade de aprender por um meio diferente; a ampliação da consciência dos alunos sobre os fenômenos físicos; o aprendizado em um ambiente próximo do aluno; a dinamização da prática educacional.

Sobre as dificuldades enfrentadas no decorrer do caminho, pode-se dizer que foram poucas e de forma alguma comprometeram o andamento dos trabalhos. Os problemas detectados foram apenas em relação aos computadores que por vezes travavam ou tinha suas conexões com a rede interrompidas. Como havia um grande número de computadores disponíveis, isso não foi empecilho para a continuidade dos trabalhos.

Quanto ao número de participantes da pesquisa, o trabalho foi estruturado de forma a trabalhar com um grupo pequeno de alunos, entre quatro e sete. O limite mínimo foi atingido, com quatro alunos presentes em todos os encontros, porém entende-se que um número maior de alunos tornariam mais abrangentes as análises e mais confiáveis os resultados, apesar disso levantar uma série de dificuldades, como a necessidade de equipamentos e estrutura por parte do colégio e o trabalho do professor em ministrar a aula e, ao mesmo tempo, observar os alunos, o que fatalmente diminuiria a riqueza de detalhes observados. Mas essa ampliação é uma importante sugestão para trabalhos futuros.

Outras questões de pesquisa que são sugeridas são como o uso da Internet se relaciona com a formação de professores, no sentido de como esta prepara e deve se modificar para atender atuais demandas, questões sobre educação e trabalho, dentro dessa visão também podem ser aprofundadas, bem como estudos acerca do currículo escolar.

Por fim, não se pretende, com este trabalho, apresentar uma receita salvadora

para que os alunos aprendam a construir modelos de conhecimento em Física, utilizando-se da poderosa ferramenta que se constitui hoje o ensino com o uso da Internet. A proposta de sua utilização tem o objetivo de promover uma aprendizagem significativa, não se encerrando nela mesma, até porque são muitos os fatores que influenciam a aprendizagem, e as relações entre eles apontam para muitos caminhos. Esta investigação procurou colocar em questão o quanto complexo e rico é esse processo.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, Rosália M. R. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel**. Campinas, 1976. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação, UNICAMP.
- ARAÚJO, Ives Solano. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos da cinemática**. Porto Alegre, 2002, 111f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ARAÚJO, Renato Santos e VIANNA, Deise Miranda. Novas Tecnologias: os futuros professores saberão utilizá-las?. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1762-1772. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.
- ARRUDA, José Ricardo Campelo. Um Modelo Didático para Enseñanza Aprendizaje de la Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n.1, p.86-104, mar. 2003. Disponível em: <<http://pcsbfl.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2005.
- ASSMANN, Hugo. **Reencantar a educação**: rumo à sociedade aprendente. Petrópolis: Vozes, 1998.
- AUSUBEL, David Paul. **The Psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.
- \_\_\_\_\_. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BARROS, Susana de Souza. Reflexões sobre 30 anos da pesquisa em Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8. **Atas...** Águas de Lindóia, 2002. Disponível em: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/SA\\_1.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/SA_1.pdf)>. Acesso em 28 fev. 2006.
- BASTOS, Fernando. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, Roberto (Org.) **Questões atuais no ensino de ciência**. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 43-52.
- BASTOS, João Augusto. **Tecnologia e Interação**. Curitiba, CEFET-PR, 1998.
- BAUDRILLARD, Jean. Televisão/revolução: O caso Romênia. In: PARENTE, André. (org.) **Imagem máquina**: A era das tecnologias do virtual. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- BAUMAN, Zygmunt. **Globalização**: as conseqüências humanas. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1999.
- BOURDIEU, Pierre. A Escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, Maria Alice; CATANI, Afrânio (orgs). **Escritos de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998, p.39-64
- BRITO, Glaucia da Silva e PURIFICAÇÃO, Ivonélia da. **Educação, professor e novas tecnologias**: em busca de uma conexão real. Curitiba: Protexito, 2003.
- CAMPOS, Fernanda Cláudia Alves, **Hipermídia na educação: paradigmas e avaliação da qualidade**. Rio de Janeiro, 1994. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e

Computação) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), UFRJ.

CAMPOS, Gilda Helena B. de. A Qualidade em Software Educacional. In: Educação em Bytes 9 5 . **Atas...** Rio de Janeiro: 1 9 9 5 . Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/QualidadeSE.htm>> Acesso em: 28 de fev. 2006

CARVALHO, Anna Maria P. de e GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CARVALHO, Anna Maria P. de e VANNUCCHI, Andrea. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 3-19, abr. 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

CARVALHO, Anna Maria P. de. Critérios estruturantes para o Ensino das Ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 369-379. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

CARVALHO, Paulo Sergio de. **Interação entre humanos e computadores**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2000.

CASIMIRO, Jorge. Ciências, Artes e Letras: Andamentos e Infracções. **Gazeta de Física**, Lisboa, vol. 27, n. 4, p.24-27, out. 2004. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/>> Acesso em 28 fev. 2006.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede** – A era da informação: economia, sociedade e cultura. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTRO Amélia D. e CARVALHO Anna Maria P (Orgs.). **Ensinar a ensinar**: didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

CLEMENT, Luiz e TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Resolução de Problemas: Experiências com este Recurso Didático em Aulas de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1162-1172. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

CORDEIRO, Luís Fernando. **É significativa a aprendizagem escolar do conceito físico de aceleração no primeiro ano do ensino médio?** Curitiba, 2003. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR.

COSTA, Saynora S. Cabral da e MOREIRA, Marco Antônio. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 176-192, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 5-26, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n.1, p.61-74, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

DELEUZE, Giles. Post-scriptum sobre as sociedades de controle. In: \_\_\_\_\_. **Conversações**. Rio de Janeiro: 34, 1992. p. 219-226.

DEMO, Pedro. **Educação e conhecimento**: relação necessária, insuficiente e controversa. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

\_\_\_\_\_. **Conhecimento e aprendizagem na nova mídia**. Brasília: Plano, 2001.

DRUCKER, Peter F. **Sociedade pós-capitalista**. 7.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

FÁVERO, Maria Helena e SOUZE, Célia Maria S. G. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 143-196, jan./abr. 2001. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

FEENBERG, Andrew. Subversive Rationalization: Technology, Power and Democracy. In: FEENBERG, Andrew. e HANNAY, Alastair. **Technology and the politics of knowledge**. Bloomington (IN): Indiana University pres, 1995. Cap1. Disponível em português em: <<http://members.fortunecity.com/cibercultura/vol4/racsub.html>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

FERRAZ, Carlos André Guimarães. **Co-Autoria Distribuída de Cursos na Internet**. Recife: Editora Universitária da UFPE – São Paulo: Editora da Universidade Anhembi, 2000.

FERREIRA, Vitor F. As tecnologias interativas no ensino. **Química Nova**. São Paulo, v.21, n. 6, p. 780-786, nov./dez. 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40421998000600019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000600019)> Acesso em: 28 fev. 2006.

FISCHER, Rosa Maria Bueno. Mídia e educação: em cena, modos de existência jovens. **Educar em Revista**, Curitiba, vol. 26, p. 17-38, dez. 2005.

FIOLHAIS, Carlos. Física e Poesia. **Gazeta de Física**, Lisboa, vol. 26, n. 1, p.44-46, jan. 2003. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

FIOLHAIS, Carlos e TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências Físicas. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol.25, n.3, p.259-272, sep. 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef>> Acesso em: 28 fev. 2006.

FORQUIN, Jean-Claude. **Escola e Cultura**. Porto Alegre: Artmed, 1993.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1984

\_\_\_\_\_. **Vigiar e punir**. 25 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

\_\_\_\_\_. **História da sexualidade I**: a vontade de saber. 15. ed. Rio de Janeiro: Graal, 2003.

\_\_\_\_\_. **Ditos e escritos**: Ética, sexualidade e política (Vol. 5). Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004

GAMA, Ruy. **A tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo, EDUSP, 1987.

GARCIA, Paulo Sérgio. **Redes eletrônicas no ensino de ciências: avaliação pedagógica do projeto ecologia em São Caetano do Sul**. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado em Educação), Educação, Arte e História da Cultura, Universidade Presbiteriana Mackenzie.

GONÇALVES, leila de Jesus. **Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio**. Porto Alegre, 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS.

GREEN, Bill e BIGUM, Chris. Alienígenas na sala de aula. In: SILVA, Tomaz Tadeu da (Org.). **Alienígenas na sala de aula**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. p. 208-243.

GUATARRI, Félix. **Caosmose: um novo paradigma estético**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1992.

HALL, Stuart. A centralidade da cultura: notas sobre as revoluções culturais do nosso tempo. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 22, n.2, p. 15-46. jul./dez., 1997.

HARAWAY, Donna. Manifesto ciborgue: ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX. In: SILVA, Tomaz Tadeu da (Org.). **Antropologia do ciborgue**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. p. 37-130.

IBOPE. **Crescimento do número de usuários domiciliares da Web é de 17,5% até novembro, segundo Comitê Gestor da Internet no Brasil 2005**. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br>>. Acesso em 28 fev. 2006.

JOAZEIRO, Rodrigo Delfino. Desinteresse e falta de motivação no ensino de Física: o que fazer?. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1491-1495. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

JOHNSON-LAIRD, Philip N. **Mental models**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

\_\_\_\_\_. **El ordenador y la mente - Introducción a la Ciencia Cognitiva**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1990.

JORGE, Maria T. Soler. Será o ensino escolar supérfluo no mundo das novas tecnologias? **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 19, n. 65, p. 163-178, dez. 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73301998000400006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73301998000400006)>. Acesso em: 28 fev. 2006.

KENSKI, Vani M. O Papel do Professor na Sociedade Digital. In: CASTRO Amélia D. e CARVALHO Anna Maria P (Orgs.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 95-106.

KRASILCHIK, Myriam. A evolução no ensino das Ciências no período 1950-1985. In: \_\_\_\_\_. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EUP/EDUSP, 1987. p. 5-20.

LEITE, Sílvia Meirelles; MORESCO, Sílvia Ferreto S. e BEHAR, Patricia Alejandra. A Interação de crianças e adolescentes em Ambientes Virtuais: identificando fatores de acessibilidade e navegabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 13. 2002, São Leopoldo. **Atas...** Porto Alegre: Unisinos, 2002. p.210-219. Disponível em <<http://inf.unisinos.br/~sbie2002/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

\_\_\_\_\_. **O que é o virtual**. São Paulo: Ed. 34, 1996.

\_\_\_\_\_. A emergência do ciberespaço e as mutações culturais. In: Festival Usina de Arte e Cultura, 1994, Porto Alegre. **Atas...** Disponível em:

<<http://www.sescsp.org.br/sesc/conferencias/subindex.cfm?Referencia=168&ParamEnd=5>>  
Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Cibercultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2000.

LIMA, Karina Medeiros de. Determinismo Tecnológico. In: XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação, 2001, Campo Grande. **Atas...** Disponível em: <[http://www.infoamerica.org/documentos\\_pdf/determinismo.pdf](http://www.infoamerica.org/documentos_pdf/determinismo.pdf)> Acesso em: 28 fev. 2006.

LOCATELLI, Rogério José e CARVALHO, Anna Maria P. de. Inovações e Tendências do Ensino de Física na virada do milênio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 872-882. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

MACHADO, Daniel Iria. **Avaliação da Hipermídia no processo de Ensino e Aprendizagem da Física: o caso da Gravitação**. Marília, 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, UNESP.

MAGALHÃES, Murilo de F.; SANTOS, Wilma M. S. e DIAS, Penha M. C. Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da história da Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n.4, p.489-496, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**. 5. ed. São Paulo: Scipione, 2000. v. 1.

MEDEIROS, Alexandre e MEDEIROS, Cleide Farias. Possibilidades e limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.2, p.77-86, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

MEDEIROS, José Adelino e MEDEIROS, Lucília Atas. **O que é tecnologia**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

MENDES, Cláudio Lúcio. Controla-me que te governo: os jogos eletrônicos como forma de subjetivação. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 125-139, jan./jul. 2001.

MENEZES, Luís Carlos de. Uma Física para o Novo Ensino Médio. **Física na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 6-8, mai. 2000. Disponível em: <<http://pcsbfl.sbfisica.org.br/fne/Welcome.shtml>>. Acesso em 28 fev. 2006.

MIRANDA, Angela Luzia. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna**. Curitiba, 2002. 161 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Pós Graduação em Tecnologia, CEFET-PR.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papiurus, 1996.

MORAN, José Manuel. Como utilizar a Internet na educação. **Revista Ciência da Informação**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 146-153, mai./ago. 1997. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/internet.htm>> Acesso em 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Internet e Educação**. Palestra proferida na II Semana de Inclusão Digital. Curitiba, CDI-PR/UFPR, mar. 2005.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino e Aprendizagem: enfoques teóricos**. São Paulo: Moraes, 1985.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Atas...** Burgos, Espanha, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.22, n.1, p. 94-99, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, vol. 7, n.1, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. Linguagem e Aprendizagem Significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, 2. **Atas...** Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <[www.if.ufrgs.br/~moreira/](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/)>. Acesso em: 28 fev. 2006.

MOREIRA, Marco Antônio e MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centauro, 2002.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 2ª. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

NARDI, Roberto e CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo: subsídios para a construção do ensino deste conceito. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.7, p.45-69, 1990.

NEVADO, Rosane Aragón. *et al.* Educação a distância e formação continuada de professores em sistemas de comunicação de aprendizagem. In: VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Atas...** São José dos Campos: 1997.

NEVES, Marcos Cesar D. Histórias e Historicismos da Ciência: Mitos e Positivismos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p.299-305. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

NICOLAU, Gilberto Ferraro e TOLEDO Soares, Paulo Antônio de. **Aulas de Física: Mecânica**. 8. ed. São Paulo: Atual, 2003. v. 1.

NOGUEIRA, J. S. *et al.* Utilização do computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, vol.22, n.4, p.517-522, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

NOVAK, Joseph D. **A theory of education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.

OLIVEIRA, Paula Ramos de . O sentido da filosofia na escola:(não) é o que não pode ser. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DO ENSINO, 12, 2004, Curitiba. **Atas...** Curitiba: PUC-PR, 2004. p. 3591-3602. Disponível em: <[http://www.unb.br/fe/tef/filoesco/resafe/index.php?Url=textos/artigos\\_paularamos.html](http://www.unb.br/fe/tef/filoesco/resafe/index.php?Url=textos/artigos_paularamos.html)> Acesso em 24 fev 2006.

PEDUZZI, Luis Orlando de Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 151-170.

PEDUZZI, Sonia Silveira e PEDUZZI, Luis Orlando de Q. leis de Newton: uma forma de ensiná-las. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.5, n. 3, p.142-161, dez. 1988.

PELIZZARI, Adriana. *et al.* Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista do PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em <[http://www.bomjesus.br/publicacoes/revista\\_pec\\_2002.asp](http://www.bomjesus.br/publicacoes/revista_pec_2002.asp)> Acesso em: 28 fev. 2006.

PELUSO, Angelo. **Informática e afetividade**. Bauru: EDUSC, 1998.

PENA, Fábio Luís A. Carta ao Editor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.26, n.4, p. 293-295, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

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

PIRES, Marcelo Antônio. **Tecnologias de Informação e Comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física**. Porto Alegre, 2005. 97 f. Dissertação. (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS.

PRATS, Joaquín. **Colóquio de Pesquisa**. Curitiba, UFPR, jun. 2004.

PRETTO, Nelson de Luca. Informática e Cidadania (II) In: Educação em Bytes 96. **Atas...** Rio de Janeiro: 1 9 9 6 . Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes96/InformCidadania3.htm>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Construindo uma escola sem rumo** - documentos da gestão. Salvador: encarte, 2000.

\_\_\_\_\_. Desafios da educação na sociedade do conhecimento. **Revista de Educação Ceap**. Salvador: v.10, n.38, p.19-26, 2002. Disponível em: <<http://www.ufba.br/~pretto/textos/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

PURIFICAÇÃO, Ivonélia Crescêncio da. **Cabri-Géomètre e Teoria Van Hiele: Possibilidades e avanços na construção do conceito de quadrilátero**. Curitiba, 1999. 228 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR.

QUELUZ, Gilson Leandro. **Concepções de ensino técnico na República Velha - 1909-1930**. Curitiba, CEFET-PR, 2000.

RAMALHO Júnior, Francisco; NICOLAU, Gilberto Ferraro e TOLEDO Soares, Paulo Antônio de. **Os Fundamentos da Física**. 7. ed. São Paulo: Moderna, 1999. v. 1.

REIS, Maria de Fátima. **Educação tecnológica: A montanha pariu um rato?** Porto-Portugal: Porto, 1995.

REZENDE, Flávia. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: v. 18, n. 2, p. 197-213, ago. 2001.

SANTOS, Gilberto Lacerda. Internet na escola fundamental: sondagem de modos de uso por professores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, vol.29, n.2, p.303-312, jul/dez. 2003. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022003000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022003000200008)> Acesso em: 28 fev. 2006.

SANTOS, José Nazareno dos e SILVA, Romero Tavares da. Animação interativa como organizador prévio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. Atas... Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 2333-2342. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

SANTOS, Milton. A aceleração contemporânea: tempo mundo e espaço mundo. In: SANTOS, Milton. *et al* (orgs). **Fim do Século e Globalização**. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1993. p.15-22.

\_\_\_\_\_. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: HUCITEC, 1996. Disponível parcialmente em: <<http://geocities.yahoo.com.br/madsonpardo/ms/artigos/msa02.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico científico informacional**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

SARAMAGO, José. **Os Poemas Possíveis**. 5 ed. Lisboa: Caminho, 1999.

SIBILIA, Paula. **O Homem Pós-Orgânico: Corpo, subjetividade e tecnologias digitais**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

SIBOLDI, Giorgio e SALVO, Mariella di. A evolução da informática e as relações afetivas do indivíduo. In: PELUSO, Angelo. (Org.) **Informática e afetividade**. Bauru: EDUSC, 1998.

SILVA, Romero Tavares da. **Educação mediada por computador**, 2003. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/emc.htm>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem significativa. **Conceitos**, João Pessoa, v.10, n.1, p.55-60, jul. 2003-jun. 2004. Disponível em: <<http://www.adufpbjp.com.br/publica/conceitos/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

SOBRAL, Adail. **A Internet na escola: o que é, como se faz**. São Paulo: Loyola, 1999.

SOUZA, Carlos Eduardo Mainardes de. **Aprendizagem com simulação – uma perspectiva para o ensino de física**. Florianópolis, 2002, 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, 2002.

TENÓRIO, Robinson Moreira. **Computadores de papel: máquinas abstratas para um ensino concreto**. São Paulo, Cortez, 1991

TEODORO, Sandra Regina e NARDI Roberto. A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In: NARDI, Roberto (Org.) **Educação em ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 57-68.

TEODORO, Vítor Duarte. **Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling**, 2002. 229 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Faculdade de Ciências e Novas Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

\_\_\_\_\_. Perspectivas para a informática no ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. Atas... Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 143-144. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

TOFOLI, Marcos Rogério e HOSOUKE, Yassuko. Utilização e compreensão do computador: um novo olhar no dia-a-dia do professor. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE

FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1762-1772. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, J. A. (Org.) **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: NIED, 1998. p. 1-27. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep1.pdf>> Acesso em 28 fev. 2006.

VARGAS, Milton. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Rio de Janeiro, Globo, 1985.

VEIT, Eliane Angela e TEODORO, Vítor Duarte. Modelagem no Ensino: Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.24, n.2, p.87-96, jun. 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol24/Num2/v24\\_87.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol24/Num2/v24_87.pdf)> Acesso em 28 fev. 2006.

VIANNA, Deise Miranda e ARAÚJO, Renato Santos. O uso didático do computador por professores de Física: conhecendo uma realidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 2459-2469. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

VILANNI, Alberto. *et al.* Analisando o ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 4, p. 279-294, dez. 1982.

VILANNI, Alberto; PACCA, Jesuina Lopes de A. e FREITAS Denise de. Formação do Professor de Ciências no Brasil: Tarefa Impossível? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8. **Atas...** Águas de Lindóia, 2002. Disponível em: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/CO21\\_3.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/CO21_3.pdf)>. Acesso em 28 fev. 2006.

VIRILIO, Paul. **A Bomba Informática**. São Paulo: Estação Liberdade, 1999.

WALL, Paula de e TELLES, Marcos. **Aprendizagem Significativa (Ausubel)**. DynamicLab Gazette, 2004. Disponível em: <<http://www.dynamiclab.com/mod/forum/discuss.php?d=592>> Acesso em 28 fev. 2006.

WILLIAMS, Raymond. **Cultura e Sociedade**. São Paulo: Comp. Ed. Nacional, 1969.

**ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO 1**

Nome: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

1) Onde você fez o Ensino Fundamental?

---

---

2) Das disciplinas que você está estudando esse ano, coloque 1 (um) na frente daquela que você **mais** gosta, o número 2 (dois) na segunda que você **mais** gosta e 3 (três) na terceira que você **mais** gosta.

( ) Português ( ) Inglês ( ) História ( ) Geografia ( ) Matemática  
( ) Química ( ) Física ( ) Biologia ( ) Filosofia ( ) Sociologia

3) Das disciplinas que você está estudando esse ano, coloque 1 (um) na frente daquela que você **menos** gosta, o número 2 (dois) na segunda que você **menos** gosta e 3 (três) na terceira que você **menos** gosta.

( ) Português ( ) Inglês ( ) História ( ) Geografia ( ) Matemática  
( ) Química ( ) Física ( ) Biologia ( ) Filosofia ( ) Sociologia

4) Numa escala de 0 a 7, que nota você daria para o seu prazer em estudar Física? Considere **zero = ódio Física** e **7 = gosto muito de Física**. Faça uma bolinha em torno da nota que você julgar a mais compatível com sua afinidade a essa disciplina.

0      1      2      3      4      5      6      7

5) Assinale somente as formas com que você costuma estudar para as provas de Física. Marque 1 para a mais freqüente, 2 para a segunda mais freqüente e assim por diante. Não é preciso assinalar todas as alternativas abaixo.

- uso as anotações e exercícios do caderno
- uso os livros da biblioteca (ou da escola ou de outras bibliotecas)
- uso os livros que tenho em casa (próprios ou emprestados)
- tenho aulas com professor particular
- estudo com colegas
- procuro informações na Internet
- outros. Especifique: \_\_\_\_\_.

6) Assinale todas as alternativas que indicam pesos que uma pessoa normal pode levantar:

- 5 N                       1000 N                       500 N
- 5000 N                       50 N                       100 N

7) Quais das frases abaixo descrevem situações em que, para ocorrerem, deve estar atuando uma força resultante não nula?

- Um corredor que aumenta sua velocidade de 5 km/h para 10 km/h.
- Um corpo em queda livre
- Um carro ao fazer uma curva
- Um avião que voa em linha reta com velocidade constante de 300 km/h
- Um copo parado sobre a mesa
- Uma pedra girando amarrada por um barbante.
- Um corpo qualquer em movimento

- 8) Os desenhos abaixo representam um bloco de massa 2 kg que desliza num plano horizontal considerado sem atrito. Determine a aceleração que o bloco representado irá assumir nas situações indicadas:

a)



b)



- 9) Você tem acesso a computador? ( ) Sim ( ) Não

Onde: \_\_\_\_\_ .

Com que frequência? \_\_\_\_\_ .

- 10) Você sabe utilizar o computador para:

- ( ) Navegar na Internet ( ) Enviar a receber e-mails  
 ( ) Fazer uma pesquisa pela Internet ( ) Editar um texto (Exemplo: Word)  
 ( ) Fazer um *site* (Exemplo: FrontPage) ( ) Jogar virtualmente  
 ( ) Usar uma planilha eletrônica (Exemplo: Excel)  
 ( ) Comunicar-se com outras pessoas  
 ( ) Outro: \_\_\_\_\_ .

- 11) Você já usou programas de computador ou a Internet em alguma aula na sua escola?

- ( ) Os dois ( ) Internet ( ) Programas de Computador ( ) Nenhum dos dois.

- 12) Quantos dias da semana você costuma acessar a Internet?

- ( ) Nenhum ( ) Entre um e três dias por semana  
 ( ) Entre quatro e seis dias por semana ( ) Todos os dias

13) Marque as suas principais atividades na Internet.

( ) Salas ou Programas de bate-papo, como o *Messenger*.

( ) Enviar e receber e-mails.

( ) Participar de listas de discussão.

( ) Visitar páginas de amigos ou de outras pessoas.

( ) Pesquisar informações de seu interesse.

( ) Visitar portais ou páginas de entretenimento.

( ) Fazer *download* de programas e músicas.

( ) Baixar jogos ou jogar *online*.

( ) Fazer compras ou pesquisar preços.

( ) Construir ou atualizar *sites, blogs* etc.

( ) Pesquisar assuntos relacionados com a escola.

( ) Fazer trabalhos da escola.

( ) Outras. Quais? \_\_\_\_\_.

14) Em relação às suas pesquisas na Internet (como, por exemplo, ao procurar um amigo ou achar uma notícia), numa escala de 0 a 7, que nota você daria para os resultados de suas buscas? Considere **zero = nunca encontro o que eu procuro** e **7 = sempre encontro o que eu procuro**.

0      1      2      3      4      5      6      7

**ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO 2 – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE**

Nome: \_\_\_\_\_

1) Para explicar o movimento dos planetas, foi proposto o modelo de um sistema geocêntrico e o modelo de um sistema heliocêntrico. Escreva o que você entende

a) por sistema geocêntrico:

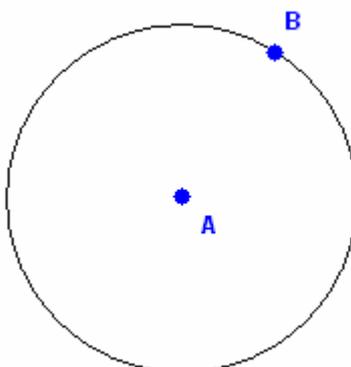
b) por sistema heliocêntrico:

Quais pessoas você associa

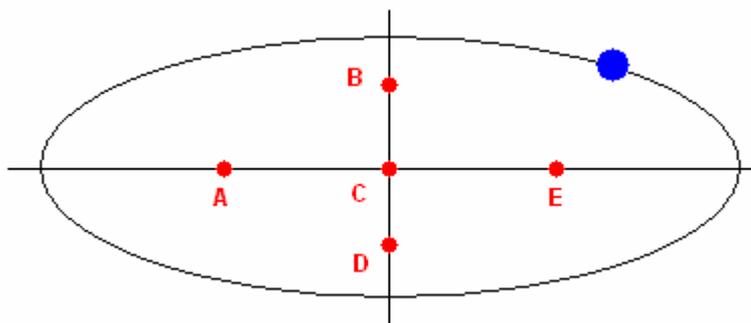
a) ao sistema geocêntrico

b) ao sistema heliocêntrico.

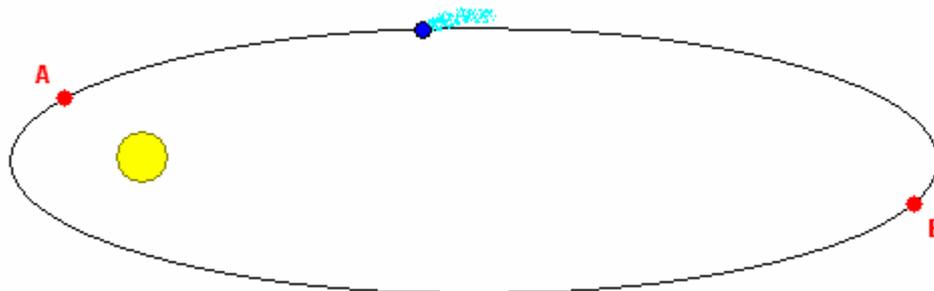
2) No sistema geocêntrico quem seria o Sol e quem seria a Terra no desenho abaixo?



- 3) Supondo que a elipse abaixo desenhada represente a trajetória da Terra em torno do Sol, em qual posição (ou quais posições) poderia estar o Sol?



- 4) O esquema abaixo representa a trajetória de um cometa em torno do Sol. Em que ponto (A ou B) a velocidade do cometa será maior? Represente por vetores (flechas) a velocidade de um cometa em torno do Sol nos pontos A e B indicados, lembrando que o tamanho do vetor representa o valor (módulo) da velocidade.



- 5) Por que a Terra atrai os corpos para sua superfície?
- 6) Explique por que ocorre a maré alta e a maré baixa.
- 7) Do que fatores você acha que depende a gravidade?

8) Mesmo sabendo que não há nada entre a Terra e a Lua como você explica que a elas se atraem?

9) Você já ouviu falar de forças de campo? O que isso quer dizer?

10) Quais das seguintes situações podem ser relacionadas com os conceitos da gravitação universal?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> O movimento de asteróides | <input type="checkbox"/> A erupção de vulcões        |
| <input type="checkbox"/> O peso de uma pessoa      | <input type="checkbox"/> O efeito estufa             |
| <input type="checkbox"/> O lançamento de foguetes  | <input type="checkbox"/> A descoberta de planetas    |
| <input type="checkbox"/> Os signos do zodíaco      | <input type="checkbox"/> O campo magnético terrestre |
| <input type="checkbox"/> Buracos negros            | <input type="checkbox"/> A formação de furacões      |

**ANEXO 3 – EXEMPLO DE ROTEIRO DA 1ª ENTREVISTA**

Nome: \_\_\_\_\_.

- 1) Fale me um pouco a respeito de sua vida de estudante. Sobre suas lembranças de outras séries, de outros colégios. Como você era seu desempenho em Física?
- 2) O que levou você a aceitar meu convite para participar dessa pesquisa?
- 3) De quais matérias você gosta mais? E de quais você gosta menos? Por quê?
- 4) Fale um pouco das suas lembranças das aulas de Física. Elas são agradáveis, desagradáveis? Você gosta/não gosta das aulas?
- 5) O que você acha fácil em Física? E difícil?
- 6) Com que atividades do seu dia-a-dia você relaciona a Física que você aprende na escola? Em que áreas você percebe alguma aplicação dos conceitos/idéias da física?
- 7) Como você utiliza o computador/Internet? O que você costuma fazer na Internet?
- 8) Você acha que a Internet pode ser usada para atividades relacionadas com a escola? Você usa a Internet para alguma coisa relacionada com a escola? Você faz isso sozinho em casa? Seus pais pedem que você veja/faça coisas para eles na Internet? Na escola seu professor costuma acessar a Internet com vocês?

**ANEXO 4 – EXEMPLO DE ROTEIRO DA 2ª ENTREVISTA**

Nome: \_\_\_\_\_.

- 1) Discussão das respostas do Pós-teste
- 2) O que você achou do uso do computador no aprendizado de Física? Foi/não foi estimulante? Como foi a sua motivação para participar dessas aulas? E o seu interesse?
- 3) O que você achou do material utilizado? Gostou? Foi fácil encontrá-lo? Que sugestões você daria para que ele ficasse melhor.
- 4) Comparando sua atenção na aula com o uso da Internet com a sua atenção nas aulas normais, o que você comenta? Sua atenção na aula com a Internet foi diferente de uma aula normal? Você se distraía muito utilizando o computador?
- 5) Como foi aprender usando a Internet? Você se perdia na navegação dos *sites*? Você procurava outras coisas? Conseguia esclarecer suas dúvidas? A possibilidade de acessar outros *sites* fazia com que você desviasse sua atenção?
- 6) Como você acha que deveria ser o professor numa sala onde todos os alunos tivessem um computador com acesso a Internet? O que ele deveria fazer? O que esse professor precisaria saber? Você acha que seus professores atuais teriam condições de enfrentarem essa situação de trabalhar usando a Internet? Comente.
- 7) Há algo que você queira me perguntar?

## ANEXO 5 – PLANOS DE AULA

175

1º Aula

OBJETIVO GERAL: Mapeamento de Informações Significativas / Aprendizagem tecnológica (MORAN, 2005)

CONTEÚDOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS	ESTRATÉGIAS E RECURSOS	AValiação
1. Mapeamento de Informações Significativas	Conhecer <i>sites</i> da Internet que possuam informações significativas para o conteúdo a ser estudado.	Pedir para acessarem os <i>sites</i> pré-selecionados e listados em um menu de “favoritos” ( <i>bookmark</i> ). O professor fará comentários sobre os endereços visitados.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro	Pedir comentários dos alunos sobre os <i>sites</i> .
2. Pesquisas na Internet	Conhecer <i>sites</i> especializados em pesquisas na Internet e compreender como se faz pesquisas.	Novamente visitar <i>sites</i> previamente listados e simular algumas pesquisas.  Após as explicações os alunos terão que encontrar pelo menos 3 endereços que tragam informações e expliquem o que são nebulosas, apresentando pelo menos uma imagem de uma nebulosa.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro	Observação do professor  Pedir para os alunos explicarem o que são nebulosas, mostrando os <i>sites</i> e as imagens encontradas.
3. Comunicação pela Internet – e-mail.	Aprender a utilizar o correio eletrônico	Pedir para eles pesquisarem o endereço eletrônico de três professores de física aos quais pedirão auxílio para responder a pergunta “o que são forças de campo?”.	Uso da Internet	Observação do professor

REFERÊNCIAS: MORAN (2005) e CAMPOS (1998)

OBJETIVO GERAL: Apresentação geral do conteúdo de gravitação universal

CONTEÚDOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS	ESTRATÉGIAS E RECURSOS	AVALIAÇÃO
1. Desenvolvimento histórico da Gravitação	Ter uma visão geral do conteúdo que será estudado e como ele se relaciona com outras áreas da física. Familiarizar-se com os principais conceitos.	Exposição oral e no quadro-negro das principais idéias que serão estudadas.  Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre gravitação e temas afins.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.
2. Leis de Kepler	Ter uma visão geral do conteúdo que será estudado e como ele se relaciona com outras áreas da física. Familiarizar-se com os principais conceitos.	Exposição oral e no quadro-negro das principais idéias que serão estudadas.  Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre gravitação e temas afins.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.
3. Lei da gravitação universal	Ter uma visão geral do conteúdo que será estudado e como ele se relaciona com outras áreas da física. Familiarizar-se com os principais conceitos.	Exposição oral e no quadro-negro das principais idéias que serão estudadas.  Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre gravitação e temas afins.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.
4. Desenvolvimento histórico dos modelos astronômicos	Apresentar a visão de que a Física está em contínua modificação, bem como caracterizar momentos importantes da sua história.	Exposição oral e uso do quadro-negro.  Acesso a <i>sites</i> que apresentam alguns aspectos do desenvolvimento histórico da ciência.  Pesquisa rápida dos alunos sobre dados biográficos de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e Kepler.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.  Exposição e discussão dos resultados das pesquisas.

REFERÊNCIAS: CAMPOS (1998) e MOREIRA e MASINI (2002)

OBJETIVO GERAL: Compreender as leis de Kepler

CONTEÚDOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS	ESTRATÉGIAS E RECURSOS	AVALIAÇÃO
1. Leis de Kepler	Aprofundar-se na compreensão das leis de Kepler.  Representar a trajetória dos planetas.	Exposição oral e no quadro-negro a respeito das três leis de Kepler  Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre gravitação e temas afins.  Utilização de simulações.  Resolução de exercícios.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.  Respostas dos exercícios.
2. Elipse	Caracterizar uma elipse.	Exposição oral e no quadro-negro sobre as órbitas do Sistema Solar e sobre o que é uma elipse.  Pesquisar na Internet dados sobre os planetas do Sistema Solar.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.  Resultados da pesquisa.

REFERÊNCIAS: MÁXIMO e ALVARENGA (2000)

OBJETIVO GERAL: Compreender a lei da gravitação universal

CONTEÚDOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS	ESTRATÉGIAS E RECURSOS	AVALIAÇÃO
1. Lei da gravitação universal	<p>Aprofundar-se na compreensão da lei da gravitação universal</p> <p>Calcular e representar forças vetorialmente.</p> <p>Identificar grandezas relacionadas ao tema estudado.</p>	<p>Exposição oral e no quadro-negro sobre a lei da gravitação universal.</p> <p>Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre gravitação e temas afins.</p> <p>Utilização de simulações.</p> <p>Resolução de exercícios.</p>	<p>Internet / Hipermídia</p> <p>Quadro-negro</p> <p>Caderno</p>	<p>Observação do professor</p> <p>Comentários dos alunos.</p> <p>Respostas dos exercícios.</p>
2. Forças de campo	<p>Comparar a força gravitacional com outras forças conhecidas.</p> <p>Caracterizar a atuação de forças de campo.</p>	<p>Exposição oral e no quadro-negro.</p> <p>Discutir as respostas (caso existam) dos e-mails enviados pelos alunos no 1º encontro.</p>	<p>Internet / Hipermídia</p> <p>Quadro-negro</p> <p>Caderno</p>	<p>Observação do professor</p> <p>Comentários dos alunos.</p> <p>Discussão das respostas dos e-mails.</p>
3. Gravitação segundo a Relatividade	<p>Perceber que a Física pode se modificar.</p> <p>Tomar conhecimento de outros modelos a respeito da gravitação.</p>	<p>Exposição oral e no quadro-negro sobre as idéias que Einstein tinha sobre gravitação.</p> <p>Acesso a <i>sites</i> que ilustrem a Gravitação segundo Einstein.</p>	<p>Internet / Hipermídia</p> <p>Quadro-negro</p>	<p>Observação do professor</p> <p>Comentários dos alunos.</p>

REFERÊNCIAS: MÁXIMO e ALVARENGA (2000)

OBJETIVO GERAL: Compreender o campo gravitacional e o movimento dos corpos sujeitos a um campo gravitacional.

CONTEÚDOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS	ESTRATÉGIAS E RECURSOS	AVALIAÇÃO
1. Aceleração da gravidade	<p>Caracterizar o campo gravitacional</p> <p>Calcular e representar vetorialmente a gravidade.</p> <p>Identificar grandezas relacionadas ao tema estudado.</p> <p>Relacionar a força gravitacional com o peso</p>	<p>Exposição oral e no quadro-negro.</p> <p>Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre Gravitação e temas afins.</p> <p>Resolução de exercícios.</p>	<p>Internet / Hipermídia</p> <p>Quadro-negro</p> <p>Caderno</p>	<p>Observação do professor</p> <p>Comentários dos alunos.</p> <p>Respostas dos exercícios.</p>
2. Corpos em órbita	<p>Compreender o movimento dos corpos em órbita.</p> <p>Identificar grandezas responsáveis pelo movimento de satélites.</p> <p>Discutir a velocidade de escape.</p>	<p>Exposição oral e no quadro-negro.</p> <p>Acesso a <i>sites</i> que abordem sobre Gravitação e temas afins.</p> <p>Utilização de simulações.</p>	<p>Internet / Hipermídia</p> <p>Quadro-negro</p> <p>Caderno</p>	<p>Observação do professor</p> <p>Comentários dos alunos.</p>

REFERÊNCIAS: MÁXIMO e ALVARENGA (2000)

OBJETIVO GERAL: Relacionar os conceitos estudados com outras áreas da Física.

<b>CONTEÚDOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>PROCEDIMENTOS</b>	<b>ESTRATÉGIAS E RECURSOS</b>	<b>AVALIAÇÃO</b>
1. Movimento de Cometas	Relacionar o movimento dos cometas com os conteúdos estudados.  Estabelecer a conexão entre as idéias elaboradas pelos cientistas no estudo da gravitação universal.	Pesquisa sobre Edmund Halley e o movimento dos cometas	Internet / Hipermídia	Exposição e discussão dos resultados das pesquisas.
2. Revisão dos conceitos estudados.	Esclarecer dúvidas  Estabelecer a relação entre os diversos conceitos estudados	Exposição oral e no quadro-negro.  Acesso a <i>sites</i> para resolução de exercícios.	Internet / Hipermídia  Quadro-negro  Caderno	Observação do professor  Comentários dos alunos.  Respostas dos exercícios.

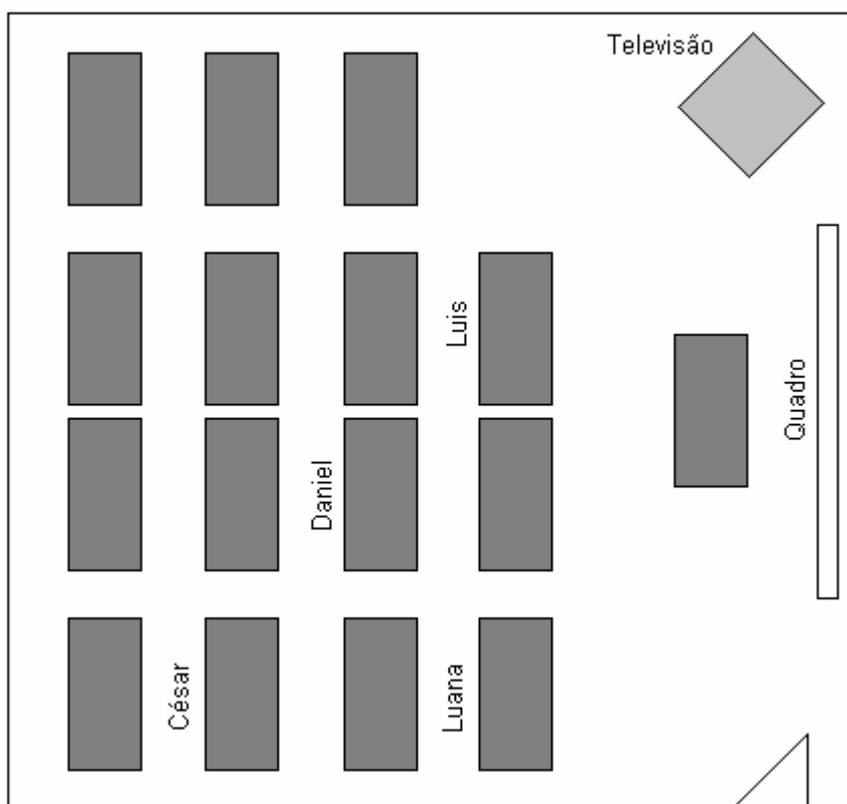
REFERÊNCIAS: MÁXIMO e ALVARENGA (2000) e CAMPOS (1998)

## ANEXO 6 – EXEMPLO DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Durante a defesa pública deste trabalho, algumas perguntas surgiram a respeito de como se deu o desenvolvimento dos atendimentos usando a hipermídia. Como essa é uma correção feita após a conclusão do trabalho, preferiu-se colocá-lo em anexo e não no corpo da dissertação. Outra ressalva necessária é que os apontamentos aqui feitos, são feitos através do plano de aula e das modificações que naturalmente são feitas neste durante a aula, das anotações das observações durante os encontros e da memória do pesquisador. Infelizmente os encontros não foram gravados, pois como o foco da investigação estava sobre a aprendizagem dos alunos usando a Internet, não se achou, num dado momento, necessário o registro da atuação do professor em sala de aula, mas sugere-se essa atenção em futuros trabalhos que foquem o papel do professor.

Como dito, o laboratório utilizado possui 15 computadores para os alunos e um para o professor, este com saída para uma televisão 29". Os computadores foram testados anteriormente e foram conferidos os *softwares* necessários para a investigação. As máquinas são identificadas por nomes e os alunos usavam sempre os mesmos computadores (O aluno César, por exemplo, utilizava sempre o computador “Smith”), salvo quando algum problema ocorria com o equipamento. A figura a seguir esquematiza o espaço do laboratório, mostrando os computadores utilizados pelos quatro alunos que participaram de todos os encontros.

FIGURA 8 – PLANTA ESQUEMÁTICA DO LABORATÓRIO UTILIZADO



A aula utilizada nesse exemplo é a quinta aula, realizada no dia 9/12, da qual participaram somente os quatro alunos. Foi usada essa aula como exemplo por se pensar que essa é uma das aulas que melhor representa a proposta que foi planejada, do ponto de vista que tanto o professor como os alunos já vivenciaram quatro aulas anteriores, esta era, também, a aula que mais possui anotações do pesquisador, facilitando o exercício de memória. Neste atendimento os conteúdos trabalhados foram a aceleração da gravidade e os corpos em órbita. Durante o encontro os alunos permaneciam a maior parte do tempo sentados em seus lugares e em silêncio enquanto o professor explicava a matéria, quando faziam exercícios, visitavam *sites* ou exploravam simulações era comum eles se comunicarem entre si e com o professor, mas sempre de forma relacionada com o conteúdo e não atrapalhando o andamento dos estudos.

A aula se inicia com o professor explicando no quadro o tópico da aceleração da gravidade, mostrando como calcular essa aceleração a partir da lei da gravitação

universal, relacionando-a com a força peso. Evidencia-se, dessa dedução, que a aceleração da gravidade não depende da massa do corpo atraído, dependendo somente da massa do planeta e da distância a partir de seu centro. Procura-se caracterizar essa aceleração como um vetor existente independente da presença de uma massa para se sentir atraída, caracterizando a idéia de campo gravitacional. Para ilustrar essa idéia o professor entrou no *site*, Gravitação e Temas Afins (<http://cref.if.ufrgs.br/~maikida/>), no tópico Campo Gravitacional, pedindo para que os alunos fizessem o mesmo e observassem as figuras que ilustravam os conceitos e a forma com que o página apresentava as idéias. A seguir foram resolvidos dois exercícios de exemplo pelo professor, o Daniel e o César fizeram perguntas sobre os exemplos, e foi pedido aos alunos que fizessem alguns exercícios teóricos do *site* Sala de Física (<http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/> - os exercícios 16, 18 e 19 do tópico gravitação) e um exercício que envolvia cálculos passado pelo professor. Enquanto os alunos visitavam os *sites* e resolviam os exercícios o professor circulava entre eles, olhando o que eles estava fazendo e confirmando se as respostas dos alunos eram corretas ou não. O computador do aluno Daniel “travou” e ele usou o computador que estava a sua esquerda no restante da aula.

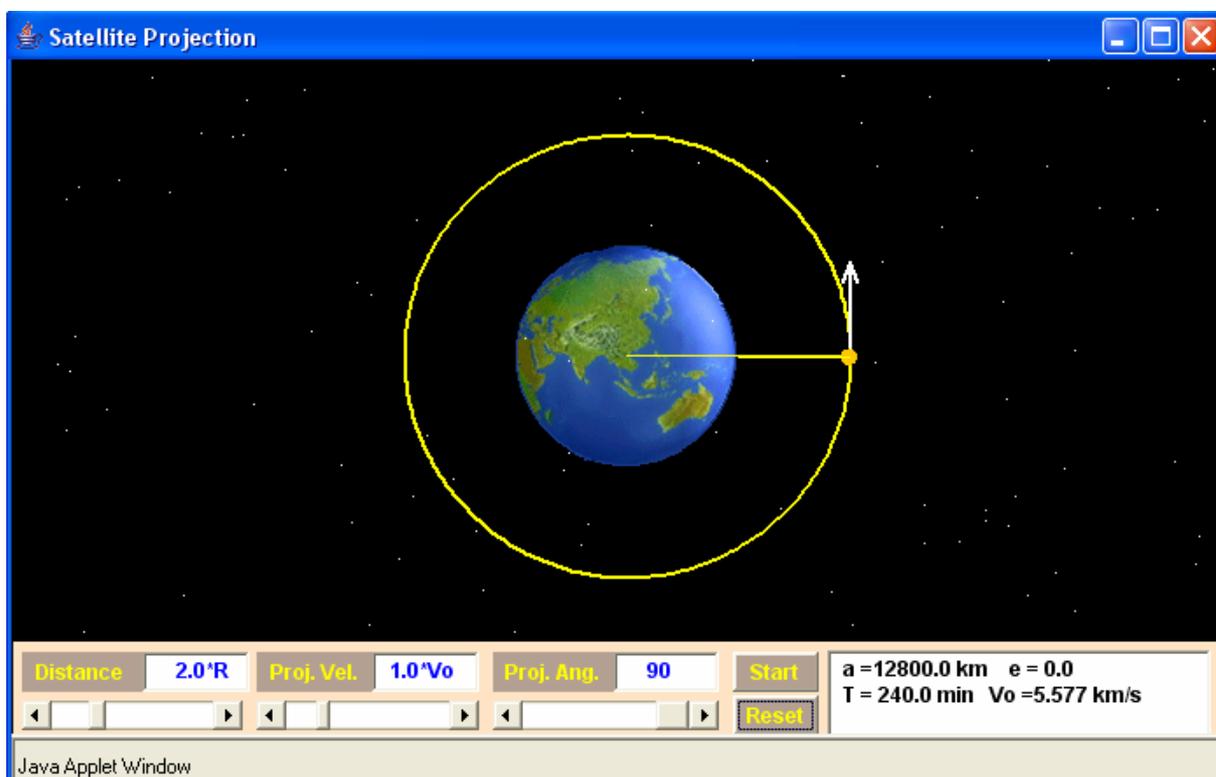
O exercício numérico foi corrigido no quadro e iniciou-se explicações no quadro sobre os corpos em órbita, partindo-se da idéia de Newton para como um lançamento horizontal evolui para uma órbita fechada. A seguir mostrou-se que a força gravitacional é a responsável pelo movimento da órbita, sendo entendida como a força resultante centrípeta do movimento, demonstrando-se matematicamente essa relação e evidenciando-se, assim, as variáveis envolvidas. Foi resolvido um exercício de exemplo e proposto um exercício para os alunos responderem, o professor circulou entre os alunos durante esse tempo, a aluna Luana solicitou ajuda ao professor para resolver o exercício, apresentando alguns problemas com os cálculos.

A compreensão das causas desse movimento é, de certa forma, difícil para alunos do Ensino Médio, e foram utilizadas duas simulações para se mostrar a idéia dos corpos em órbita e as variáveis envolvidas. As simulações usadas estão no *site* *General*

*Physics Java Applets* ( <http://surendranath.tripod.com/Applets.html> - tópicos *Dynamics/Central Forces/Satellite Projection*) e Gravitação e Temas Afins (tópico Resultados/Lançamento de projétil), novamente com o professor abrindo-as primeiro em seu computador (projetado na televisão), modificando alguns parâmetros das simulações e comentando sobre as conseqüências, os alunos são convidados a fazer o mesmo.

A exploração das simulações é uma parte da aula que os alunos normalmente gostam, por isso deixou-se os alunos algum tempo se dedicando a essa tarefa, eles faziam comentários com o professor e entre eles sobre os resultados que encontram. Neste momento, o aluno César perguntou qual deveria ser a velocidade para que um corpo escapasse da órbita da Terra, o professor, então, pediu que eles pesquisassem sobre esse assunto, velocidade de escape, na Internet.

FIGURA 9 – SIMULAÇÃO DO *SITE GENERAL P HYSICS J AVA A PPLETS* (<http://surendranath.tripod.com/Applets.html>).



O tópico a seguir trata justamente do assunto perguntado pelo César: velocidade de escape. E usou-se a pergunta do aluno como introdução para o assunto. Os alunos César e Daniel foram num site de busca tentando, através de palavras-chaves, saber qual era a velocidade necessária para um corpo escapar da órbita da Terra. Eles encontram dois valores aparentemente discordantes, 40.320 e 11.200. O professor olhou as páginas em que eles encontraram os valores, escreveu-os no quadro, e perguntou aos alunos qual era o problema. Os dois responderam, em tom bem-humorado, que o valor do outro é que estava errado. Mesmo com a insistência do professor os alunos não perceberam que o problema estava nas unidades das medidas, km/h ou m/s.

Durante essa discussão a aluna Luana estava testando na simulação da imagem anterior os valores do exercício numérico que tinha feito há pouco. Já o aluno Luis estava tentando um raciocínio muito interessante, colocando valores na simulação de Lançamento de projéteis, buscando saber em qual velocidade o corpo escaparia da Terra. Conforme os valores falhavam, ele aumentava a velocidade de lançamento e comentava o resultado com o professor e com o aluno César, mas uma conclusão, como dito anteriormente, não foi possível.

Para finalizar esta aula, o professor passou três exercícios para os alunos envolvendo os tópicos da aula. Enquanto fazia os exercícios, o aluno Luis freqüentemente olhava a simulação que deixou rodando para saber se conseguiria determinar a velocidade de escape. Todos os alunos receberam auxílio do professor na resolução dos exercícios, sendo a aluna Luana a que apresentou maior dificuldade, mas, esforçada, demonstrou entender os exercícios com a ajuda do professor. Esta aula consumiu mais do que os 55 minutos programados, talvez cerca de 70 minutos, no restante do tempo do encontro, cerca de 40 minutos, foi explorado o conteúdo programado para sexta aula.

**ANEXO 7 – FICHA DE ANÁLISE DOS DADOS**

- 1) Grau de prazer em estudar Física
- 2) O aluno possui os subsunçores necessários (conceito científico de força)?  
 Suficiente       Parcialmente       Insuficiente
- 3) O aluno possui conhecimentos de Internet?  
 Suficiente       Parcialmente       Insuficiente
- 4) Compreende e relaciona os sistemas planetários com personagens históricos?  
 Sim       Parcialmente       Não
- 5) Compreende as leis de Kepler?  
 Sim       Parcialmente       Não
- 6) Compreende e aplica a lei da gravitação universal para explicar fenômenos físicos?  
 Sim       Parcialmente       Não
- 7) Compreende o significado e identifica a presença de forças de campo?  
 Sim       Parcialmente       Não
- 8) Porcentagem de acertos na questão 10 do Questionário 2.
- 9) Importância do uso da Internet
- 10) Importância das simulações
- 11) Postura/Conhecimentos do professor

## ANEXO 8 – REFERÊNCIAS POR ORDEM TEMÁTICA

### 1. SOCIEDADE E NOVAS TECNOLOGIAS

ASSMANN, Hugo. **Reencantar a educação**: rumo à sociedade aprendente. Petrópolis: Vozes, 1998.

BASTOS, João Augusto. **Tecnologia e Interação**. Curitiba, CEFET-PR, 1998.

BAUDRILLARD, Jean. Televisão/revolução: O caso Romênia. In: PARENTE, André. (org.) **Imagem máquina**: A era das tecnologias do virtual. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede** – A era da informação: economia, sociedade e cultura. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DELEUZE, Giles. Post-scriptum sobre as sociedades de controle. In: \_\_\_\_\_. **Conversações**. Rio de Janeiro: 34, 1992. p. 219-226.

DRUCKER, Peter F. **Sociedade pós-capitalista**. 7.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

FEENBERG, Andrew. Subversive Rationalization: Technology, Power and Democracy. In: FEENBERG, Andrew. e HANNAY, Alastair. **Technology and the politics of knowledge**. Bloomington (IN): Indiana University pres, 1995. Cap1. Disponível em português em: <<http://members.fortunecity.com/cibercultura/vol4/racsub.html>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

GAMA, Ruy. **A tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo, EDUSP, 1987.

GREEN, Bill e BIGUM, Chris. Alienígenas na sala de aula. In: SILVA, Tomaz Tadeu da (Org.). **Alienígenas na sala de aula**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. p. 208-243.

IBOPE. **Crescimento do número de usuários domiciliares da Web é de 17,5% até novembro, segundo Comitê Gestor da Internet no Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br>>. Acesso em 28 fev. 2006.

JORGE, Maria T. Soler. Será o ensino escolar supérfluo no mundo das novas tecnologias? **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 19, n. 65, p. 163-178, dez. 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73301998000400006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73301998000400006)>. Acesso em: 28 fev. 2006.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

\_\_\_\_\_. A emergência do ciberespaço e as mutações culturais. In: Festival Usina de Arte e Cultura, 1994, Porto Alegre. **Atas...** Disponível em: <<http://www.sescsp.org.br/sesc/conferencias/subindex.cfm?Referencia=168&ParamEnd=5>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **O que é o virtual**. São Paulo: Ed. 34, 1996.

\_\_\_\_\_. **Cibercultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2000.

LIMA, Karina Medeiros de. Determinismo Tecnológico. In: XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação, 2001, Campo Grande. **Atas...** Disponível em: <[http://www.infoamerica.org/documentos\\_pdf/determinismo.pdf](http://www.infoamerica.org/documentos_pdf/determinismo.pdf)> Acesso em: 28 fev. 2006.

MEDEIROS, José Adelino e MEDEIROS, Lucília Atas. **O que é tecnologia**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

MIRANDA, Angela Luzia. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna**. Curitiba, 2002. 161 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Pós Graduação em Tecnologia, CEFET-PR.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 2ª. ed. São Paulo: Cortez; 2000.

QUELUZ, Gilson Leandro. **Concepções de ensino técnico na República Velha - 1909-1930**. Curitiba, CEFET-PR, 2000.

REIS, Maria de Fátima. **Educação tecnológica: A montanha pariu um rato?** Porto-Portugal: Porto, 1995.

SANTOS, Milton. A aceleração contemporânea: tempo mundo e espaço mundo. In: SANTOS, Milton. *et al* (orgs). **Fim do Século e Globalização**. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1993. p.15-22.

\_\_\_\_\_. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: HUCITEC, 1996. Disponível parcialmente em: <<http://geocities.yahoo.com.br/madsonpardo/ms/artigos/msa02.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico científico informacional**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

SIBILIA, Paula. **O Homem Pós-Orgânico: Corpo, subjetividade e tecnologias digitais**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

TENÓRIO, Robinson Moreira. **Computadores de papel: máquinas abstratas para um ensino concreto**. São Paulo, Cortez, 1991

VARGAS, Milton. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Rio de Janeiro, Globo, 1985.

VIRILIO, Paul. **A Bomba Informática**. São Paulo: Estação Liberdade, 1999.

## 2. CULTURA, PODER E SUBJETIVIDADE

BAUMAN, Zygmunt. **Globalização: as conseqüências humanas**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1999.

BOURDIEU, Pierre. A Escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, Maria Alice; CATANI. Afrânio (orgs). **Escritos de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998, p.39-64

DELEUZE, Giles. Post-scriptum sobre as sociedades de controle. In: \_\_\_\_\_. **Conversações**. Rio de Janeiro: 34, 1992. p. 219-226.

FISCHER, Rosa Maria Bueno. Mídia e educação: em cena, modos de existência jovens. **Educar em Revista**, Curitiba, vol. 26, p. 17-38, dez. 2005.

FORQUIN, Jean-Claude. **Escola e Cultura**. Porto Alegre: Artmed, 1993.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1984

\_\_\_\_\_. **Vigiar e punir**. 25 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

\_\_\_\_\_. **História da sexualidade I: a vontade de saber**. 15. ed. Rio de Janeiro: Graal, 2003.

\_\_\_\_\_. **Ditos e escritos: Ética, sexualidade e política (Vol. 5)**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004

GREEN, Bill e BIGUM, Chris. Alienígenas na sala de aula. In: SILVA, Tomaz Tadeu da (Org.). **Alienígenas na sala de aula**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. p. 208-243.

GUATARRI, Félix. **Caosmose: um novo paradigma estético**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1992.

HALL, Stuart. A centralidade da cultura: notas sobre as revoluções culturais do nosso tempo. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 22, n.2, p. 15-46. jul./dez., 1997.

HARAWAY, Donna. Manifesto ciborgue: ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX. In: SILVA, Tomaz Tadeu da (Org.). **Antropologia do ciborgue**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. p. 37-130.

MENDES, Cláudio Lúcio. Controla-me que te governo: os jogos eletrônicos como forma de subjetivação. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 125-139, jan./jul. 2001.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2000.

OLIVEIRA, Paula Ramos de . O sentido da filosofia na escola:(não) é o que não pode ser. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DO ENSINO, 12, 2004, Curitiba. **Atas...** Curitiba: PUC-PR, 2004. p. 3591-3602. Disponível em: <[http://www.unb.br/fe/tef/filoesco/resafe/index.php?Url=textos/artigos\\_paularamos.html](http://www.unb.br/fe/tef/filoesco/resafe/index.php?Url=textos/artigos_paularamos.html)> Acesso em 24 fev 2006.

SIBILIA, Paula. **O Homem Pós-Orgânico: Corpo, subjetividade e tecnologias digitais**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

WILLIAMS, Raymond. **Cultura e Sociedade**. São Paulo: Comp. Ed. Nacional, 1969.

### 3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

ARAGÃO, Rosália M. R. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel**. Campinas, 1976. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação, UNICAMP.

AUSUBEL, David Paul. **The Psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

\_\_\_\_\_. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

CORDEIRO, Luís Fernando. **É significativa a aprendizagem escolar do conceito físico de aceleração no primeiro ano do ensino médio?** Curitiba, 2003. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino e Aprendizagem: enfoques teóricos.** São Paulo: Moraes, 1985.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Atas...** Burgos, Espanha, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, vol. 7, n.1, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. Linguagem e Aprendizagem Significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, 2. **Atas...** Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <[www.if.ufrgs.br/~moreira/](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/)>. Acesso em: 28 fev. 2006.

MOREIRA, Marco Antônio e MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa.** 2. ed. Rio de Janeiro: Centauro, 2002.

NOVAK, Joseph D. **A theory of education.** Ithaca: Cornell University Press, 1977.

PELIZZARI, Adriana. *et al.* Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista do PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em <[http://www.bomjesus.br/publicacoes/revista\\_pec\\_2002.asp](http://www.bomjesus.br/publicacoes/revista_pec_2002.asp)> Acesso em: 28 fev. 2006.

SANTOS, José Nazareno dos e SILVA, Romero Tavares da. Animação interativa como organizador prévio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 2333-2342. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

SILVA, Romero Tavares da. Aprendizagem significativa. **Conceitos**, João Pessoa, v.10, n.1, p.55-60, jul. 2003-jun. 2004. Disponível em: <<http://www.adufpbjp.com.br/publica/conceitos/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

WALL, Paula de e TELLES, Marcos. **Aprendizagem Significativa (Ausubel).** DynamicLab Gazette, 2004. Disponível em: <<http://www.dynamiclab.com/mod/forum/discuss.php?d=592>> Acesso em 28 fev. 2006.

#### 4. ENSINO DE FÍSICA

ARAÚJO, Ives dos Santos. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos da cinemática.** Porto Alegre, 2002, 111f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARAÚJO, Renato Santos e VIANNA, Deise Miranda. Novas Tecnologias: os futuros professores saberão utilizá-las?. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1762-1772. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

ARRUDA, José Ricardo Campelo. Um Modelo Didático para Enseñanza Aprendizaje de la Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n.1, p.86-104, mar. 2003. Disponível em: <<http://pcsbfl.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2005.

BARROS, Susana de Souza. Reflexões sobre 30 anos da pesquisa em Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8. **Atas...** Águas de Lindóia, 2002. Disponível em: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/SA\\_1.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/SA_1.pdf)>. Acesso em 28 fev. 2006

BASTOS, Fernando. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, Roberto (Org.) **Questões atuais no ensino de ciência**. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 43-52.

CARVALHO, Anna Maria P. de. Critérios estruturantes para o Ensino das Ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 369-379. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

CARVALHO, Anna Maria P. de e GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CARVALHO, Anna Maria P. de e VANNUCCHI, Andrea. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 3-19, abr. 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

CASIMIRO, Jorge. Ciências, Artes e Letras: Andamentos e Infracções. **Gazeta de Física**, Lisboa, vol. 27, n. 4, p.24-27, out. 2004. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/>> Acesso em 28 fev 2006.

CASTRO Amélia D. e CARVALHO Anna Maria P (Orgs.). **Ensinar a ensinar**: didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

CLEMENT, Luiz e TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Resolução de Problemas: Experiências com este Recurso Didático em Aulas de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1162-1172. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

COSTA, Saynora S. Cabral da e MOREIRA, Marco Antônio. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 176-192, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 5-26, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n.1, p.61-74, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

FÁVERO, Maria Helena e SOUZE, Célia Maria S. G. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 143-196, jan./abr. 2001. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

FIOLHAIS, Carlos. Física e Poesia. **Gazeta de Física**, Lisboa, vol. 26, n. 1, p.44-46, jan. 2003. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

FIOLHAIS, Carlos e TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências Físicas. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol.25, n.3, p.259-272, sep. 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

JOAZEIRO, Rodrigo Delfino. Desinteresse e falta de motivação no ensino de Física: o que fazer?. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1491-1495. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

JOHNSON-LAIRD, Philip .N. **Mental models**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

\_\_\_\_\_. **El ordenador y la mente** - Introducción a la Ciencia Cognitiva. Barcelona: Ediciones Paidós, 1990.

KRASILCHIK, Myriam. A evolução no ensino das Ciências no período 1950-1985. In: \_\_\_\_\_. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EUP/EDUSP, 1987. p. 5-20.

LOCATELLI, Rogério José e CARVALHO, Anna Maria P. de. Inovações e Tendências do Ensino de Física na virada do milênio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 872-882. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

MAGALHÃES, Murilo de F.; SANTOS, Wilma M. S. e DIAS, Penha M. C. Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da história da Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n.4, p.489-496, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

MEDEIROS, Alexandre e MEDEIROS, Cleide Farias. Possibilidades e limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.2, p.77-86, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

MENEZES, Luís Carlos de. Uma Física para o Novo Ensino Médio. **Física na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 6-8, mai. 2000. Disponível em: <<http://pcsbfl.sbfisica.org.br/fne/Welcome.shtml>>. Acesso em 28 fev. 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.22, n.1, p. 94-99, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

NARDI, Roberto e CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo: subsídios para a construção do ensino deste conceito. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.7, p.45-69, 1990.

NEVES, Marcos Cesar D. Histórias e Historicismos da Ciência: Mitos e Positivismos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 299-305. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

PEDUZZI, Luis Orlando de Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 151-170.

PEDUZZI, Sonia Silveira e PEDUZZI, Luis Orlando de Q. leis de Newton: uma forma de ensiná-las. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.5, n. 3, p.142-161, dez. 1988.

PENA, Fábio Luís A. Carta ao Editor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.26, n. 4, p. 293-295, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol26/Num4/carta.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2006.

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

PRATS, Joaquín. **Colóquio de Pesquisa**. Curitiba, UFPR, jun 2004.

SILVA, Romero Tavares da. **Educação mediada por computador**, 2003. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/emc.htm>> Acesso em: 28 fev. 2006.

SOUZA, Carlos Eduardo Mainardes de. **Aprendizagem com simulação – uma perspectiva para o ensino de física**. Florianópolis, 2002, 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, 2002.

TEODORO, Vítor Duarte. **Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling**, 2002. 229 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Faculdade de Ciências e Novas Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

\_\_\_\_\_. Perspectivas para a informática no ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 143-144. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

TEODORO, Sandra Regina e NARDI Roberto. A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In: NARDI, Roberto (Org.) **Educação em ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 57-68.

TOFOLI, Marcos Rogério e HOSOUKE, Yassuko. Utilização e compreensão do computador: um novo olhar no dia-a-dia do professor. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1762-1772. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

VEIT, Eliane Angela e TEODORO, Vítor Duarte. Modelagem no Ensino: Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.24, n.2, p.87-96, jun. 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol24/Num2/v24\\_87.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol24/Num2/v24_87.pdf)> Acesso em 28 fev. 2006.

VIANNA, Deise Miranda e ARAÚJO, Renato Santos. O uso didático do computador por professores de Física: conhecendo uma realidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 2459-2469. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xv/atas/>>. Acesso em 28 fev. 2006.

VILANNI, Alberto. *et al.* Analisando o ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 4, p. 279-294, dez. 1982.

VILANNI, Alberto; PACCA, Jesuina Lopes de A. e FREITAS Denise de. Formação do Professor de Ciências no Brasil: Tarefa Impossível? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8. **Atas...** Águas de Lindóia, 2002. Disponível em: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/CO21\\_3.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/CO21_3.pdf)>. Acesso em 28 fev. 2006.

## 5. INTERNET E ESCOLA

ASSMANN, Hugo. **Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente**. Petrópolis: Vozes, 1998.

BRITO, Glaucia da Silva e PURIFICAÇÃO, Ivonélia da. **Educação, professor e novas tecnologias**: em busca de uma conexão real. Curitiba: Protexoto, 2003.

CAMPOS, Fernanda Cláudia Alves, **Hipermídia na educação: paradigmas e avaliação da qualidade**. Rio de Janeiro, 1994. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), UFRJ.

CAMPOS, Gilda Helena B. de. A Qualidade em Software Educacional. In: Educação em Bytes 9 5 . **Atas...** Rio de Janeiro: 1 9 9 5 . Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/QualidadeSE.htm>> Acesso em: 28 de fev. 2006

CARVALHO, Paulo Sergio de. **Interação entre humanos e computadores**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2000.

DEMO, Pedro. **Educação e conhecimento**: relação necessária, insuficiente e controversa. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

\_\_\_\_\_. **Conhecimento e aprendizagem na nova mídia**. Brasília: Plano, 2001.

FERRAZ, Carlos André Guimarães. **Co-Autoria Distribuída de Cursos na Internet**. Recife: Editora Universitária da UFPE – São Paulo: Editora da Universidade Anhembi, 2000.

FERREIRA, Vitor F. As tecnologias interativas no ensino. **Química Nova**. São Paulo, v.21, n . 6 , p . 7 8 0 -786, nov./dez. 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40421998000600019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000600019)> Acesso em: 28 fev. 2006.

FIOLHAIS, Carlos e TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências Físicas. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, vol.25, n.3, p.259-272, sep. 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef>> Acesso em: 28 fev. 2006.

GARCIA, Paulo Sérgio. **Redes eletrônicas no ensino de ciências: avaliação pedagógica do projeto ecologia em São Caetano do Sul**. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado em Educação), Educação, Arte e História da Cultura, Universidade Presbiteriana Mackenzie.

KENSKI, Vani Moreira. O Papel do Professor na Sociedade Digital. In: CASTRO, Amélia Domingues e CARVALHO, Anna Maria P. (Orgs.). **Ensinar a ensinar**: didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 95-106.

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual**. São Paulo: Ed. 34, 1996.

\_\_\_\_\_. **Cibercultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2000. Disponível parcialmente em: <[http://www.multirio.rj.gov.br/seculo21/texto\\_link.asp?cod\\_link=164&cod\\_chave=3&letra=c](http://www.multirio.rj.gov.br/seculo21/texto_link.asp?cod_link=164&cod_chave=3&letra=c)>. Acesso em: 02 mar. 2005.

LEITE, Sílvia Meirelles; MORESCO, Sílvia Ferreto S. e BEHAR, Patricia Alejandra. A Interação de crianças e adolescentes em Ambientes Virtuais: identificando fatores de acessibilidade e navegabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA

EDUCAÇÃO, 13. 2002, São Leopoldo. **Atas...** Porto Alegre: Unisinos, 2002. p.210-219. Disponível em <<http://inf.unisinos.br/~sbie2002/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papirus, 1996.

MORAN, José Manuel. Como utilizar a Internet na educação. **Revista Ciência da Informação**. Brasília, v. 26, n. 2, p. 146-153, mai./ago. 1997. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/internet.htm>> Acesso em 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Internet e Educação**. Palestra proferida na II Semana de Inclusão Digital. Curitiba, CDI-PR/UFPR, mar. 2005.

NEVADO, Rosane Aragón. *et al.* Educação a distância e formação continuada de professores em sistemas de comunicação de aprendizagem. In: VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Atas...** São José dos Campos: 1997.

PELUSO, Angelo. **Informática e afetividade**. Bauru: EDUSC, 1998.

PRETTO, Nelson de Luca. Informática e Cidadania (II) In: Educação em Bytes 96. **Atas...** Rio de Janeiro: 1996. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes96/InformCidadania3.htm>> Acesso em: 28 fev. 2006.

\_\_\_\_\_. **Construindo uma escola sem rumo** - documentos da gestão. Salvador: encarte, 2000.

\_\_\_\_\_. Desafios da educação na sociedade do conhecimento. **Revista de Educação Ceap**. Salvador: v.10, n.38, p.19-26, 2002. Disponível em: <<http://www.ufba.br/~pretto/textos/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

REZENDE, Flávia. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: v. 18, n. 2, p. 197-213, ago. 2001.

SANTOS, Gilberto Lacerda. Internet na escola fundamental: sondagem de modos de uso por professores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, vol.29, n.2, p.303-312, jul/dez. 2003. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022003000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022003000200008)> Acesso em: 28 fev. 2006.

SIBOLDI, Giorgio e SALVO, Mariella di. A evolução da informática e as relações afetivas do indivíduo. In: PELUSO, Angelo. (Org.) **Informática e afetividade**. Bauru: EDUSC, 1998.

SOBRAL, Adail. **A Internet na escola**: o que é, como se faz. São Paulo: Loyola, 1999.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, J. A. (Org.) **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. Campinas: NIED, 1998. p. 1-27. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep1.pdf>> Acesso em 28 fev. 2006.

## 6. QUESTÕES METODOLÓGICAS

ARAÚJO, Ives dos Santos. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos da cinemática**. Porto

Alegre, 2002, 111f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CORDEIRO, Luís Fernando. **É significativa a aprendizagem escolar do conceito físico de aceleração no primeiro ano do ensino médio?** Curitiba, 2003. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR.

GONÇALVES, leila de Jesus. **Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio.** Porto Alegre, 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS.

MACHADO, Daniel Iria. **Avaliação da Hipermídia no processo de Ensino e Aprendizagem da Física: o caso da Gravitação.** Marília, 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, UNESP.

MAGALHÃES, Murilo de F.; SANTOS, Wilma M. S. e DIAS, Penha M. C. Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da história da Física. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n.4, p.489-496, dez. 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol24/Num4/v24\\_489.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol24/Num4/v24_489.pdf)> Acesso em: 27 jun. 2005.

MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física.** 5. ed. São Paulo: Scipione, 2000. v. 1.

MORAN, José Manuel. **Internet e Educação.** Palestra proferida na II Semana de Inclusão Digital. Curitiba, CDI-PR/UFPR, mar. 2005.

NICOLAU, Gilberto Ferraro e TOLEDO Soares, Paulo Antônio de. **Aulas de Física: Mecânica.** 8. ed. São Paulo: Atual, 2003. v. 1.

NOGUEIRA, J. S. *et al.* Utilização do computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, vol.22, n.4, p.517-522, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>> Acesso em: 28 fev. 2006.

PIRES, Marcelo Antônio. **Tecnologias de Informação e Comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física.** Porto Alegre, 2005. 97 f. Dissertação. (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS.

PURIFICAÇÃO, Ivonélia Crescêncio da. **Cabri-Géomètre e Teoria Van Hiele:** Possibilidades e avanços na construção do conceito de quadrilátero. Curitiba, 1999. 228 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR.

RAMALHO Júnior, Francisco; NICOLAU, Gilberto Ferraro e TOLEDO Soares, Paulo Antônio de. **Os Fundamentos da Física.** 7. ed. São Paulo: Moderna, 1999. v. 1.

SANTOS, Gilberto Lacerda. Internet na escola fundamental: sondagem de modos de uso por professores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, vol.29, n.2, p.303-312, jul/dez. 2003. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022003000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022003000200008)> Acesso em: 14 mar. 2005.

SOUZA, Carlos Eduardo Mainardes de. **Aprendizagem com simulação – uma perspectiva para o ensino de física.** Florianópolis, 2002, 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, 2002.