UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

ELIANA DOS REIS NUNES

**ENSINO DE CONCEITOS FÍSICOS NO ENSINO MÉDIO E AS
CONTRIBUIÇÕES DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

São Paulo

2011

ELIANA DOS REIS NUNES

**ENSINO DE CONCEITOS FÍSICOS NO ENSINO MÉDIO E AS
CONTRIBUIÇÕES DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

(Versão Corrigida)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Educação para a obtenção do título de Doutor
em Educação.

Área de Concentração: Didática, Teorias de Ensino
e Práticas Escolares.

Orientadora: Profa. Dra. Stela Conceição Bertholo Piconez

São Paulo

2011

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

375.21 Nunes, Eliana dos Reis
N972e Ensino de conceitos físicos no ensino médio e as contribuições dos objetos
de aprendizagem / Eliana dos Reis Nunes ; orientação Stela Conceição
Bertholo Piconez São Paulo : s.n., 2011.
300 p. : il., grafs, tabs.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de
Concentração : Didática, Teorias de Ensino e Práticas Escolares) – Faculdade
de Educação da Universidade de São Paulo)

1. Física – Estudo e ensino 2. Ensino e aprendizagem 3. Ensino médio 4.
Tecnologia da comunicação 5. Tecnologia da informação 6. I. Piconez, Stela
Conceição Bertholo, orient.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: NUNES, Eliana dos Reis

Título: Ensino de conceitos físicos no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Este exemplar corresponde à redação final da Tese devidamente corrigida com as alterações sugeridas pela Comissão Julgadora, conforme Resolução CoPGr -5.890/2010. A versão original encontra-se disponível na Secretaria da Pós-Graduação da FEUSP.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Stela Conceição Bertholo Piconez (FEUSP - Presidente)

Profa. Dra Elsa Garrido (FEUSP – Membro)

Profa. Dra. Maria Lucia Vital dos Santos Abib (FEUSP – Membro)

Prof. Dr. Mikiya Muramatsu (IFUSP – Membro)

Prof. Dr. Ismar Frango Silveira (EE-UPM – Membro)

DEDICATÓRIA

À minha querida “mamita”, Profa. Cecília, minha fonte de inspiração. Ao seu lado aprendi minhas primeiras palavras e o amor ao ensino.

Aos meus adorados filhos, Daniel e Gabriela, duas grandes bênçãos de Deus na minha vida.

Aos manos Teresa, Maria, Wilson F.º, Cecília, Eunice e Jorge, maravilhosos e abençoados companheiros de jornada.

À nora Liana e à netinha Débora, por fazerem parte da minha vida e torná-la tão especial.

Ao Wanderley e à Silvia, que um dia chegaram e hoje fazem parte da minha família.

IN MEMORIAM

A dois grandes homens que sonharam meus sonhos, vibraram com as minhas vitórias e me amaram com muita ternura.

Prof. Wilson da Silva Nunes

Prof. MSc. Reynaldo Turquetti Filho

AGRADECIMENTOS

Não temas, porque eu sou contigo; Não te assombres, porque eu sou o teu Deus;
Eu te fortaleço, e te ajudo, E te sustento com minha destra fiel.
Isaías 41:10

Em primeiro lugar agradeço a Deus, meu Pai, que me cobre de bênçãos a cada manhã e me deu saúde, sabedoria, discernimento, ânimo, perseverança para realizar este trabalho.

À Profa. Dra. Stela C. Bertholo Piconez, que ultrapassou o papel de orientadora para se tornar uma amiga. Uma grande educadora que me acolheu num momento difícil de transição, e que, estando presente durante toda esta caminhada por meio de seus e-mails motivadores, de suas correções com propriedade, de suas orientações pelo “*skype*”, possibilitou-me a conclusão desta tese, contribuindo, assim, de forma decisiva, para o meu crescimento científico e intelectual como professora acadêmica e pesquisadora.

Ao Prof. Dr. Cássio Laranjeiras e à Profa. Dra. Vani Kenski, pelas valiosas discussões e sugestões, durante o Exame de Qualificação, possibilitando novas reflexões à pesquisa e tornando este trabalho mais bem organizado e finalizado.

À Profa. Dra. Márcia Borin da Cunha, que dedicou seu pouco tempo disponível para ler meu trabalho e dar preciosas sugestões.

À direção do CEMAB, representada aqui pela Profa. Lucilene Santana (vice-diretora), que apoiou o meu trabalho a fim de que eu pudesse alcançar os objetivos propostos.

Aos professores Cleovan Porto e Sandra Coimbra, que acreditaram no projeto e prontificaram-se em dar-me condições de pesquisar junto às suas turmas. Aos demais professores de Física que responderam ao questionário sobre o perfil do professor da instituição educacional.

À Profa. Dalva, laboratorista do Laboratório de Informática do CEMAB, que sempre esteve presente às minhas aulas, ajudando-me na organização dos estudantes e mantendo os computadores sempre funcionando.

Aos estudantes da 1ª série A e B e da 3ª série G, I, J, K, L, M, N, O e P, do ano de 2009, que se prontificaram a participar da pesquisa respondendo aos primeiros questionários, e aos da 2ª série do ano de 2010, que, além de responderem aos questionários, realizaram as atividades no laboratório de informática do CEMAB por mim programadas.

À minha filha Gabriela, pelas imagens digitalizadas e editadas e, principalmente, por ter entendido minha necessidade de ficar muitas vezes isolada para terminar a pesquisa. Ao meu filho Daniel, por me dar a tranquilidade de ter meu *notebook* sempre funcionando.

À maninha Cecília, pelas acomodações em São Paulo, por aguentar o meu estresse e por escutar, com muita paciência, minhas falas a respeito deste trabalho.

À maninha Teresa, pela companhia, sugestões e colaborações, proporcionadas com o carinho e a preocupação que só as irmãs mais velhas têm.

À jovem Dra. Camila, minha psicóloga, que muito ajudou me ouvindo e aconselhando nos momentos em que entrei em crise.

Aos Prof. Dr. Afrânio Márcio Vieira, Prof. Dr. Alan Ricardo da Silva e Profa. MSc. Tania Schmitt, da Universidade de Brasília, pelo apoio e contribuições ao trabalho.

Aos colegas do Instituto de Física, da Universidade de Brasília, que, por companheirismo e espírito de grupo, me substituíram nas minhas disciplinas acadêmicas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa Pró-Doutoral para a realização desta pesquisa.

Enfim, a todos os amigos, colegas e mestres que estiveram presentes neste percurso.

“Há escolas que são gaiolas e há escolas que são asas.

Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do vôo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o vôo.

Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são pássaros em vôo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o vôo, isso elas não podem fazer, porque o vôo já nasce dentro dos pássaros. O vôo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado”.

Rubem Alves

RESUMO

NUNES, Eliana dos R. **Ensino de conceitos físicos no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem**. 2011. 300 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2011.

Esta pesquisa investigou as contribuições dos objetos de aprendizagem e suas potencialidades na apropriação de conceitos físicos por estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal. A metodologia e os recursos utilizados durante a pesquisa tiveram fundamentação para a análise compreensiva na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e na coleta de dados por meio da estratégia de mapas conceituais de Novak tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios dos estudantes. A realização das atividades propostas aos estudantes (questionário informativo sobre o perfil do estudante; observação de suas habilidades no uso do computador e do uso da informática; sua interação com os objetos de aprendizagem; mapeamento conceitual) forneceram a matéria-prima para a interpretação crítica e entendimento dos objetivos da pesquisa. Esta investigação foi dividida em etapas distintas onde foram utilizados objetos de aprendizagem (simulação/animação/vídeo) no laboratório de informática para introduzir conceitos físicos de dilatação, ondas e formação de cores. Mudanças significativas na apropriação dos conceitos físicos foram constatadas por parte dos estudantes pesquisados. A motivação para aprender, gerada pelas atividades propostas, pelo uso dos objetos de aprendizagem e pelas aulas no laboratório de informática foram variáveis responsáveis para os resultados obtidos. A atividade de introduzir conceitos físicos usando objetos de aprendizagem foi apreciada como fonte motivadora no grupo de estudantes do Ensino Médio, sujeitos desta pesquisa. Com relação à aprendizagem significativa, pode-se dizer que a integração das características da teoria de Ausubel com o uso de objetos de aprendizagem como organizadores prévios para o ensino e aprendizagem de conteúdos de Física, contribuiu para o desenvolvimento e a ampliação das oportunidades de construção de conhecimentos físicos com sentido e significado para os estudantes. E o uso da estratégia de mapeamento conceitual revelou-se relevante no processo de avaliação docente.

Palavras-chave: Objetos de Aprendizagem. Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Mapas Conceituais. Tecnologias da Informação e Comunicação.

ABSTRACT

NUNES, E. dos R. **Teaching physical concepts in middle school and the contributions of learning objects.** 2011. 300 p. Thesis (Doctorate) - Faculty of Education, São Paulo University, 2011.

This research investigated the contributions of learning objects and their potential in the appropriation of physical concepts by students in the 2nd grade of High School, who study in a public school in the Distrito Federal. The qualitative methodology and recourses used during this research are based, for a complete analysis, on the Theory of Meaningful Learning by Ausubel and also on Novak's conceptual maps, taking the students' prior knowledge as a starting point. This investigation was divided into distinct stages, where learning objects were used (simulation/animation/video) in the computer laboratory to introduce the physical concepts of dilation, waves and the formation of colors. The students' fulfillment of the proposed activities (informative questionnaire on the student's profile; observation of their ability with a computer and of information technology; their interaction with the learning objects; conceptual mapping) supplied the raw material for the analytical interpretation and understanding of the aims of this research. Significant changes in the acquisition of physical concepts were noted in part of the students researched. The motivation to learn, provoked by the proposed activities, by the use of the learning objects and by the classes in the computer laboratory, were the variables responsible for the results attained. The action of introducing physical concepts using learning objects was considered in the High School student group, who are the subject matter of this study. In relation to meaningful learning, it can be said that the integration of the characteristics of Ausubel's theory, with the use of learning objects, as previous organizers for teaching and learning of physics content, contributed to the development and expansion of opportunities for the building of physical knowledge which makes sense to, and is meaningful to, the students. And the use of conceptual mapping strategy proved important in teaching evaluation process.

Keywords: Learning Objects. Teaching Physics. Meaningful Learning. Conceptual Map. Information Technologies and Communication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Primeira tela do objeto de aprendizagem “Dilatação”	45
Figura 2- Segunda, terceira e quarta tela do objeto de aprendizagem “Dilatação”	46
Figura 3 – Quinta e sexta tela do objeto de aprendizagem “Dilatação”	46
Figura 4 – Tela do vídeo sobre dilatação térmica.....	47
Figura 5 – Primeira e segunda tela do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”.....	48
Figura 6 – Terceira e quarta tela do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”	49
Figura 7 – Quinta e sexta tela do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”	49
Figura 8 – Imagem inicial do objeto de aprendizagem “Cor e Visão”	50
Figura 9 – Cor sendo formada pela emissão das demais cores	51
Figura 10 – Imagem da segunda atividade do objeto de aprendizagem “Cor e Visão”	52
Figura 11 – Cor sendo formada pela luz branca ao atravessar um filtro de cor amarela	52
Figura 12 – O <i>continuum</i> aprendizagem por recepção – aprendizagem por descoberta (estratégias de ensino) diferente do <i>continuum</i> aprendizagem mecânica – aprendizagem significativa (tipos de aprendizagem)	102
Figura 13 – Tipos básicos de aprendizagem significativa.....	107
Figura 14 - Mapa conceitual sobre a própria temática dos mapas conceituais.....	118
Figura 15 – Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o OA “Dilatação” ..	142
Figura 16 - Sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos físicos de dilatação térmica.....	144
Figura 17 – Mapa Conceitual elaborado pelos estudantes do 2MD e 2MI com a pesquisadora	145
Figura 18 - Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o OA “Ondas no Cotidiano”	146
Figura 19 - Sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos físicos de ondas.....	147
Figura 20 - Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o OA “Cor e Visão”	148

Figura 21 - Sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos físicos de formação de cores	150
Figura 22 – Dilatação térmica dos sólidos: (a) corpo a temperatura ambiente; (b) corpo aquecido	151
Figura 23 – Ondas eletromagnéticas	153
Figura 24 – Cores primárias	154
Figura 25 – Observador percebendo a cor verde	155
Figura 26 – Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria A	171
Figura 27 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria B	172
Figura 28 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria C	173
Figura 29 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria D	173
Figura 30 – Mapa conceitual sobre o conteúdo apresentado no OA “Ondas no Cotidiano” ..	175
Figura 31 - Exemplo de mapa conceitual do estudante 40I mantendo-se na categoria A	177
Figura 32 – Exemplo de mapas conceituais do estudante 1F passando da categoria A para a D	177
Figura 33 - Exemplo de mapas conceituais do estudante 35C passando da categoria B para a D	178
Figura 34 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes que voltaram da categoria C para a B	179
Figura 35 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes que se mantiveram na categoria C	180
Figura 36 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes que se mantiveram na categoria D	181
Figura 37 - Mapa conceitual sobre o conteúdo apresentado no OA “Cor e Visão”	190
Figura 38 – Exemplo de mapa conceitual do estudante 20C na categoria A1	191
Figura 39 – Exemplo de mapa conceitual do estudante 7F na categoria B1	192
Figura 40 – Exemplo de mapa conceitual do estudante 16C na categoria C1	192

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Porcentagem de professores de Física que acessam o Portal do CEMAB	125
Gráfico 2 - Porcentagem de professores de Física que utilizam o computador para projetos	126
Gráfico 3 – Importância do uso de computadores no Ensino de Física	131
Gráfico 4 – Uso do computador para o estudo de Física.....	132
Gráfico 5 – Material utilizado pelo estudante para estudar Física	133
Gráfico 6 – Conteúdos de Física facilitados pelo uso do computador	134
Gráfico 7 – Acesso ao computador para o estudo de Física.....	135
Gráfico 8 – Locais de acesso ao computador	135
Gráfico 9 – Acesso a internet para estudar Física	136
Gráfico 10 – Horas de acesso ao computador para estudar Física	137
Gráfico 11 – Tipo de acesso para conexão com a Internet.....	137
Gráfico 12 – Ferramentas da internet mais usadas pelos estudantes para estudar Física.....	138
Gráfico 13 - Frequência das respostas dos estudantes antes e depois da interação com o OA “Dilatação” no formato de vídeo	167
Gráfico 14 - Frequência dos mapas conceituais nas categorias de análise antes e depois da interação com o OA “Ondas no Cotidiano”	182
Gráfico 15 – Frequência das respostas dos estudantes às atividades 3.1 e 3.4.....	187

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Total de animações/simulações disponibilizadas no Portal do Professor para componente curricular “Física”, nível de ensino “Ensino Médio”	43
Quadro 2 - Escolas de Ensino Médio por DRE no Distrito Federal.....	122
Quadro 3 - Distribuição das turmas do CEMAB por série e por turno no ano de 2010.....	123
Quadro 4 – Grade horária da 2ª série matutino do CEMAB	140
Quadro 5 – Tópicos e habilidades referentes aos assuntos: dilatação, ondas e cores.....	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de teses e dissertações, por ano, relacionadas com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física (EF) e recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período	63
Tabela 2 - Número de artigos nas revistas Cadernos de Pesquisa, Educação e Pesquisa, Linhas Críticas e Revista Brasileira de Educação relacionados com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física (EF) e recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) - 1997 a 2009.....	64
Tabela 3 - Número de artigos das revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Física na Escola (FnE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período	66
Tabela 4 - Número de artigos das revistas RENOTE e Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período.....	67
Tabela 5 - Número de artigos encontrados nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) relacionados com o número de trabalhos sobre recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período	70
Tabela 6 - Número de títulos sobre recursos computacionais no Ensino de Física por categoria e ano de publicação	73
Tabela 7 - Número de títulos sobre recursos computacionais no Ensino de Física por categoria e tipo de pesquisa	74
Tabela 8 - Número de teses e dissertações, do Banco de Teses da CAPES, por ano, relacionadas com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física (EF) e Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período	75
Tabela 9 - Número de artigos das revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Física na Escola (FnE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período	77

Tabela 10 - Número de artigos das revistas RENOTE e Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período...	78
Tabela 11 - Número de artigos encontrados nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) relacionados com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período	79
Tabela 12 - Publicações bibliográficas encontradas sobre a produção de objetos de aprendizagem no período de 1997 a 2009	82
Tabela 13 - Publicações bibliográficas sobre objetos de aprendizagem e o Ensino de Física no período de 1997 a 2009.....	91
Tabela 14 - Número de trabalhos obtidos sobre Ensino de Física e objetos de aprendizagem em Teses e Dissertações, revistas especializadas na área de Ensino de Física (RBEF, Física na Escola), revista especializada em Informática na Educação (RENOTE) e anais dos eventos nacionais em Ensino de Física (EPEF/SNEF) no período de 1997 a 2009.....	97
Tabela 15 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtidas após a apresentação do objeto de aprendizagem “Dilatação” na forma de animação/simulação	161
Tabela 16 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtidas após a apresentação do objeto de aprendizagem “Dilatação” na forma de vídeo	164
Tabela 17 - Categorias de Análise – Porcentagem de estudantes antes e após a apresentação do OA “Dilatação”.....	167
Tabela 18 – Frequência de mapas conceituais conforme categorização antes da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”	170
Tabela 19- Frequência dos conceitos com maiores repetições antes da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”	170
Tabela 20 – Frequência de mapas conceituais conforme categorização após a apresentação do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”.....	175
Tabela 21 - Frequência dos conceitos com maiores repetições após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”	176

Tabela 22 - Categorias de Análise – Porcentagem de estudantes antes e após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”	181
Tabela 23 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtidas antes da apresentação do objeto de aprendizagem “Cor e Visão”	184
Tabela 24 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtida após a apresentação do OA “Cor e Visão”	186
Tabela 25 - Categorias de Análise – Porcentagem de estudantes antes e após a apresentação do OA “Cor e Visão”	186
Tabela 26 – Frequência das respostas a atividade 3.2 conforme categorização.....	188
Tabela 27 – Frequência dos mapas conceituais construídos pelos estudantes por categoria .	191

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABED	Associação Brasileira de Educação a Distância
ANPEd	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
ARIADNE	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CBL	Calculator Based Laboratory
CD-ROM	Compact Disc Read-Only Memory
CED	Centro de Ciências da Educação
CEdMA	Computer Education Management Association
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CEIE	Comissão Especial de Informática na Educação
CEM	Centro de Ensino Médio
CEMAB	Centro de Ensino Médio Ave Branca
CESTA	Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem
CINTED	Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação
CISCO Systems	San FranCISCO
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DF	Distrito Federal
DRE	Diretoria Regional de Ensino
EAD	Educação a Distância
EDUCOM	Educação e Comunicação
EF	Ensino de Física
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
FAI	Física Auto-Instrutiva
FEUSP	Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
GREF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IFUSP	Instituto de Física da Universidade de São Paulo
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LabVirt	Laboratório Didático Virtual - USP
LAPTOP	Lap (colo) e Top (em cima) – Computador portátil
LCMS	Learning Content Management Systems
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LIMC	Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Ensino de Matemática e Ciências
LMS	Learning Management System
LO	Learning Objects – Objetos de aprendizagem
LOM	Learning Objects Metadata
MEC	Ministério da Educação
MERLOT	Multimedia Educational Repository for Learning and On-line Teaching
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
NCE	Núcleo de Computação Eletrônica
NOA	Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem
NTE	Núcleo de Tecnologia Educacional
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
NUTED	Núcleo de Tecnologia Digital
OA	Objetos de Aprendizagem
OA (EF)	Objetos de aprendizagem relacionados ao Ensino de Física
OLA	Oracle Application Learning
PBEF	Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais – Orientações educacionais complementares
PEF	Projeto de Ensino de Física
PhET	Physics Education Technology

PROATIVA	Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem
PROINFO	Programa Nacional de Informática
PRONINFE	Programa Nacional de Informática na Educação
PSSC	Physical Science Study Committe
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
RBIE	Revista Brasileira de Informática na Educação
RC (EF)	Recursos computacionais relacionados ao Ensino de Física
RENOTE	Revista Novas Tecnologias na Educação
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SEED	Secretaria de Educação a Distância
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UnB	Universidade de Brasília
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFRA	Centro Universitário Franciscano
UNIVALI	Universidade Vale do Rio Itajaí-Açu – Santa Catarina
UPF	Universidade de Passo Fundo
USP	Universidade de São Paulo
WTCS	Wisconsin Technical College System
WWW	World Wide Web

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A: Guia de atividades para o Objeto de Aprendizagem “Cor e Visão”
- Anexo B: Quadros com os títulos encontrados em pesquisas distribuídos por modalidade pedagógica
- Anexo C: Referências bibliográficas sobre recursos computacionais no Ensino de Física em: atas, periódicos, teses e dissertações consultadas (1997 a 2009)
- Anexo D: Uso pedagógico das tecnologias - Questionário Informativo
- Anexo E: Levantamento do que existe no Laboratório de Informática para uso dos estudantes e professores
- Anexo F: Uso da informática pelos estudantes na aprendizagem de Física – Questionário Informativo
- Anexo G: Conteúdos de Física para a 2ª série do Ensino Médio

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1 O CAMINHO PERCORRIDO	33
1.1 Pesquisa Bibliográfica	35
1.2 Procedimentos	38
1.2.1 Primeira Etapa: Resolução de uma questão-problema antes e após a apresentação de um objeto de aprendizagem.....	38
1.2.2 Segunda Etapa: Confecção de mapa conceitual individual e mapa conceitual em grupo	39
1.2.3 Terceira Etapa: Divisão das turmas em dois grupos.....	40
1.3 Seleção dos Objetos de Aprendizagem	41
1.3.1 Descrição dos Objetos de Aprendizagem Seleccionados	43
2 REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES	55
2.1 O Ensino de Física no Brasil: breve histórico	55
2.2 Pesquisa em Ensino de Física.....	58
2.3 O Ensino de Física e os Recursos Computacionais: revisão de estudos	61
2.3.1 Modalidades Pedagógicas do Uso do Computador	70
2.4 Bibliografia Encontrada sobre Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Física	75
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	99
3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa.....	99
3.2 Fundamentos Teóricos sobre os Objetos de Aprendizagem.....	109
3.3 Os Mapas Conceituais	116
4 TRABALHO DE CAMPO.....	121
4.1 Campo de Pesquisa.....	121
4.1.1 Descrição da Escola.....	123
4.1.2 Perfil dos Professores	124
4.1.3 Laboratório de Informática.....	126
4.1.4 Perfil dos Estudantes Pesquisados	128
4.2 O Trabalho na Escola	139
4.3 Coleta de Dados.....	141
4.3.1 Primeira Etapa: Objetos de Aprendizagem sobre “Dilatação”	141
4.3.2 Segunda Etapa: Objeto de Aprendizagem sobre “Ondas no Cotidiano”	144
4.3.3 Terceira Etapa: Objeto de Aprendizagem “Cor e Visão”	147

5 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	157
5.1 Análise Qualitativa	160
5.1.1 Primeira Etapa: Objetos de Aprendizagem sobre “Dilatação”	160
5.1.2 Segunda Etapa: Objeto de Aprendizagem “Ondas no Cotidiano”	169
5.1.3 Terceira Etapa: Objeto de aprendizagem “Cor e Visão”	184
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	195
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	203
GLOSSÁRIO	213
ANEXO A.....	219
ANEXO B.....	223
ANEXO C.....	253
ANEXO D.....	289
ANEXO E.....	293
ANEXO F	295
ANEXO G.....	299

INTRODUÇÃO

Esta investigação teve sua origem quando a autora, em 2006 participou de um projeto em tecnologia em parceria com a Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação na elaboração de objetos de aprendizagem¹ para o Projeto RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação). A equipe formada para o RIVED era constituída por dois professores de Física e seis estudantes de licenciatura, três em Física e três em Ciência da Computação. O projeto RIVED utilizava a seguinte metodologia: um curso de capacitação para a confecção de objetos de aprendizagem e, posteriormente, desenvolvimento de objetos de aprendizagem para o Ensino de Física no Ensino Médio.

Como participante do projeto RIVED e colaboradora da parte pedagógica dos objetos de aprendizagem, a pesquisadora considerou a possibilidade de investigar como estava ocorrendo à utilização dos objetos de aprendizagem em sala de aula, no componente curricular de Ciências da Natureza e suas tecnologias (Física) e a forma como os estudantes estavam aprendendo os conceitos científicos tratados.

Como todos sabem a presença da internet vem alterando o modo de vida e a produção do conhecimento e do saber. Com a presença das tecnologias de informação e comunicação (TIC) em todas as esferas e instituições sociais, a internet chega também à escola, alterando a concepção de ensino e de aprendizagem dos professores e dos estudantes. Segundo Kenski (2007), ao se fazer referência às novas tecnologias fala-se, principalmente, dos “[...] processos e produtos relacionados com os conhecimentos provenientes da eletrônica, da microeletrônica e das telecomunicações”.

Com as tecnologias surgem novas competências para ensinar, além de novas formas de aprender e de interagir que não foram estudadas, pelo professor de Física, em seu curso de formação inicial.

¹ Um objeto de aprendizagem, segundo David Wiley (pesquisador mais citado em artigos científicos da área) é “[...] qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem e distribuído pela rede, sob demanda, seja ele pequeno ou grande” (WILEY, 2000b, p. 2).

Como o professor de Física tem se beneficiado com o uso de estratégias de ensino e de aprendizagem apoiadas pelas tecnologias? Sabe-se que o uso dos computadores na escola não é garantia de se ter um ensino eficaz voltado para a aprendizagem, pois o fazer pedagógico com as tecnologias digitais não está somente no uso de atividades para o computador, mas, sim, em como elas são aplicadas e contextualizadas na realidade do estudante. Estudos destacam que, para o ensino de conceitos físicos, os objetivos devem ser definidos para criar oportunidades de ação do estudante na construção do seu conhecimento de forma investigativa e direcionada. O professor ao fazer uso das novas mídias eletrônicas em seu cotidiano de sala de aula, inclusive com o apoio de ambientes virtuais, precisa construir conhecimentos sobre os aplicativos para o computador como os objetos de aprendizagem e estratégias como os mapas conceituais com o objetivo de agregar valor tanto ao ensino quanto ao processo de aprendizagem dos estudantes em Física.

Desde o surgimento dos primeiros computadores, os educadores imaginaram de que forma poderiam usar aquelas máquinas como apoio ao processo pedagógico. Segundo Fiolhais e Trindade (2003), a utilização dos computadores no ensino pode ser dividida em três períodos, assim acompanhando a evolução das principais teorias de aprendizagem. O primeiro período foi moldado pela teoria behaviorista, com as máquinas de ensinar de Skinner, época em que a apresentação do conteúdo era feita em pequenas partes seguida por uma atividade cujo acerto ou erro era imediatamente verificado (instrução programada). O segundo período foi moldado pela teoria cognitiva, teoria em que o paradigma dominante era a construção do conhecimento por meio de sistemas tutoriais cuja principal diferença em relação aos seus antecessores era a possibilidade de o *software* orientar o estudante quanto à escolha do caminho a seguir como se fosse um tutor humano. Na década de 1990, os avanços tecnológicos permitiram o aparecimento de um terceiro período, agora baseado na teoria construtivista, segundo a qual cada estudante constrói sua visão de mundo por meio de suas experiências individuais. Neste último período é privilegiada a interação do estudante com a máquina por meio de hipertextos que possibilitam uma aprendizagem não linear, permitindo ao estudante escolher seu percurso e avançar ao longo dele (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 262-263).

Em meados da década de 1990, com os preços acessíveis dos microcomputadores, isso aliado ao desenvolvimento tecnológico cada vez mais acelerado, ocorreu uma maior disseminação do uso de computadores pela classe média. Como consequência dessa disseminação, as crianças e os adolescentes desde cedo lidam com o computador. Muitos deles foram

alfabetizados digitando no teclado. Essa nova geração, conhecida como a dos “nativos digitais”² apropria-se e recria novas práticas de estudo para o seu aprendizado. Frente a este estudante contemporâneo, o professor em geral, e em particular o professor de Física, tem se sentido despreparado para desempenhar seu papel. Com as tecnologias surgem novas competências, além de novas formas de aprender, de ensinar e de interagir que não foram estudadas em seu curso de formação inicial. Se antigamente o professor terminava seu curso superior “pronto” para exercer suas atividades acadêmicas até a aposentadoria, hoje, diante dos novos desafios postos pela complexidade da sociedade em seu estágio de economia globalizada e de informatização, ele precisa continuar atualizando-se ao longo da sua vida.

Assim, para os professores responderem adequadamente às novas demandas sociais, eles procuram realizar cursos de capacitação relacionados ao uso de recursos tecnológicos. Muitos dos cursos sobre o uso da tecnologia educacional enfatizam a capacitação para o uso de computadores, esquecendo-se, porém, de privilegiar o essencial – a construção de sentido do uso e as suas implicações nos processos de ensino e aprendizagem, levando o educador a pensar, algumas vezes, que deve adotar novos métodos, deixando para trás tudo o que ele vem aplicando em sala de aula. As tecnologias sozinhas não são capazes de solucionar problemas antes existentes na escola em relação ao processo de ensino e aprendizagem. O ponto fundamental é como elas são incorporadas na escola. Será preciso desenvolver uma metodologia e uma proposta pedagógica que tenha sentido e significado às mudanças dos papéis dos professores (PICONEZ, 2010, p. 8-9).

Diante de tantas mudanças que estão surgindo na educação com a presença das tecnologias, Lévy (1999) propõe a realização de duas grandes reformas. A primeira delas está relacionada com a adaptação dos novos dispositivos de ensino, incluindo a perspectiva da educação a distância (EAD) ao cotidiano, assim como ao dia a dia da educação; e a segunda se refere ao reconhecimento das experiências adquiridas fora da escola.

Ao desenvolver atividades no laboratório de informática com os estudantes o professor encontra dificuldades para decidir quais parâmetros adotar, que função ele deve desempenhar e como avaliar os estudantes a fim de favorecer o processo de ensino-aprendizagem. Diante dos recursos tecnológicos e da infraestrutura existente nas escolas públicas muitas vezes o

² Denominação usada por Marc Prensky (2001) para a geração de estudantes que cresceram cercados com brinquedos e ferramentas da era digital.

professor, não encontrando maneiras de aplicar o conhecimento que possui, decide buscar atividades prontas e modernas, como os objetos de aprendizagem ou *softwares* diversificados que podem atender as demandas do ensino quanto ao emprego das tecnologias, mas não quanto ao conteúdo de Física e ao aprendizado de conceitos físicos pelos estudantes do Ensino Médio.

A vivência nas escolas tem apontado para as peculiaridades da apropriação das novas tecnologias pelos professores de Física e os desafios envolvidos nela. Compreendê-las a partir desse espaço e identificar as variáveis responsáveis pela necessária transformação acrescenta mais desafios a esta pesquisa.

Questões de Pesquisa

Inicialmente algumas questões foram instigadoras e motivadoras para a pesquisa:

- i. Como os objetos de aprendizagem disponíveis em repositórios, elaborados por equipes competentes e multidisciplinares de professores universitários, têm sido trabalhados em sala de aula?
- ii. Como tem ocorrido a aprendizagem na escola dos conceitos científicos inseridos nos objetos de aprendizagem?
- iii. Que transformações ocorrem na aprendizagem dos estudantes se utilizarmos os objetos de aprendizagem na construção de conceitos físicos?
- iv. Há possibilidades de construção de aprendizagem significativa conforme a fundamentação teórica da Aprendizagem Significativa de Ausubel?

Tais questões deram sentido a presente investigação que apresenta como hipóteses:

- I. Os objetos de aprendizagem apresentam contribuições para o aprendizado de conceitos físicos;
- II. Os objetos de aprendizagem tornam-se facilitadores do processo de aprendizagem quando usados como organizadores prévios na construção de conhecimentos físicos;
- III. A compreensão de conceitos físicos por estudantes da 2ª série do Ensino Médio pode ser avaliada pelos professores com o uso pedagógico dos objetos de aprendizagem captados pela estratégia de mapas conceituais.

Para o desenvolvimento da investigação foi efetivado um mapeamento bibliográfico referente ao uso de objetos de aprendizagem relacionado com o ensino e aprendizagem de conceitos físicos. Durante essa consulta bibliográfica empreendeu-se um tratamento metodológico por meio de alguns critérios norteadores, tais como:

- a. Identificação do foco das pesquisas sobre o Ensino de Física, concentradas nos aspectos tecnológicos e sua relação com aspectos pedagógicos dos objetos de aprendizagem;
- b. Os bancos de dados (repositórios) de objetos de aprendizagem (OA) disponibilizados que tratem de conceitos físicos básicos para servirem como organizadores prévios para o aprendizado desses conceitos.

Efetivou-se um levantamento bibliográfico dos trabalhos e artigos apresentados em teses e dissertações, em atas de simpósios e encontros e em revistas relacionadas com a área de Ensino de Física. As leituras e organização das informações obtidas contribuíram para um amadurecimento das preocupações iniciais.

Notou-se que a tese ficaria incompleta se apenas se restringisse à etapa de identificação do uso de OA para o ensino e aprendizagem de conceitos físicos e a constatação das hipóteses de trabalho. Desta forma, como complementação do trabalho de tese são apresentadas sugestões de uso de quatro objetos de aprendizagem para a introdução de conceitos físicos em sala de aula por meio de questões desafio e mapeamento conceitual.

Objetivo Geral

Investigar a contribuição do uso de objetos de aprendizagem na apropriação de conceitos físicos pelos estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal.

Como **objetivos específicos**:

1. Análise dos fundamentos teóricos dos objetos de aprendizagem e suas relações com os conceitos físicos nos estudos e nas pesquisas realizadas sobre o tema;

2. Investigação da estratégia de mapeamento conceitual da representação da aprendizagem de conceitos físicos pelos estudantes do Ensino Médio a partir da interação com objetos de aprendizagem;
3. Análise e elaboração de pré-teste para averiguar o conhecimento prévio do estudante;
4. Análise e elaboração de pós-teste para perceber a ocorrência de aprendizagem significativa;
5. Seleção de objetos de aprendizagem para aplicação junto aos estudantes da 2ª série do Ensino Médio;
6. Aplicação dos objetos de aprendizagem em sala de aula de Ensino Médio.

Optou-se por utilizar os objetos de aprendizagem na forma de organizadores prévios³ objetivando facilitar a aprendizagem significativa dos conceitos físicos presentes em cada objeto de aprendizagem utilizado.

Para apresentar os resultados desta investigação sobre o uso de objetos de aprendizagem na apropriação de conceitos físicos pelos estudantes do Ensino Médio, este trabalho foi organizado em cinco capítulos.

O **Capítulo 1** apresenta a natureza e filosofia da pesquisa, suas fases exploratória e descritiva, as principais fontes consultadas, os instrumentos e procedimentos utilizados na coleta e análise dos dados e os objetos de aprendizagem escolhidos.

O **Capítulo 2** apresenta inicialmente um breve histórico sobre o Ensino de Física no Brasil com o objetivo de situar o início das pesquisas sobre o Ensino de Física e as tecnologias digitais, sua evolução e como vem ocorrendo a sua inserção em sala de aula. Na sequência apresenta-se o mapeamento bibliográfico dos títulos encontrados na literatura referentes aos recursos computacionais no Ensino de Física e, mais especificamente, o uso de objetos de aprendizagem no ensino de conceitos físicos.

O **Capítulo 3** apresenta a fundamentação teórica que dialoga com os dados encontrados na coleta junto a estudantes do Ensino Médio representada pela Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel e por meio da técnica desenvolvida por Joseph Novak sobre

³ Material instrucional introdutório tratado mais detalhadamente na teoria ausubeliana apresentada no Capítulo 3.

mapas conceituais como estratégia de aprendizagem e os fundamentos teóricos sobre os objetos de aprendizagem.

O **Capítulo 4** apresenta a descrição geral do campo de pesquisa, a caracterização geral das escolas, dos professores e o perfil dos estudantes pesquisados, a caracterização da proposta pedagógica de uso das tecnologias como procedimentos da coleta de dados e os objetivos de cada atividade proposta.

O **Capítulo 5** apresenta a análise dos dados e as variáveis responsáveis pela construção significativa de conhecimentos físicos com o uso de objetos de aprendizagem. Analisam-se os mapas conceituais feitos pelos estudantes e as relações existentes entre uso de objetos de aprendizagem e compreensão de significados.

Nas considerações finais apresenta-se o entendimento compreensivo da tese. Após esses capítulos são listadas as referências bibliográficas que serviram de suporte para a elaboração do trabalho. Ainda apresenta-se no trabalho um glossário, este constituído por termos técnicos utilizados no texto e anexos, todos no intuito de complementar e fundamentar as argumentações.

1 O CAMINHO PERCORRIDO

Com o objetivo de investigar as **contribuições dos objetos de aprendizagem como recurso pedagógico no ensino e apropriação de conceitos físicos pelos estudantes da 2ª série do Ensino Médio**, os dados coletados da interação dos estudantes com os objetos tiveram suporte metodológico na característica da abordagem qualitativa a fim de obter resultados mais aproximados da realidade do Ensino de Física nas escolas públicas.

A abordagem qualitativa traz como contribuição, a esse trabalho de pesquisa, procedimentos de cunho racional e intuitivo, buscando perceber o tema a ser investigado em uma integração empática entre pesquisadora e objeto de estudo. Das diferentes possibilidades oferecidas pela abordagem qualitativa focou-se o trabalho no estudo de caso.

Inicialmente buscando maior familiaridade com o problema com vistas à construção de hipóteses, efetuou-se uma pesquisa bibliográfica a partir de trabalhos publicados sobre o assunto de interesse. Na pesquisa bibliográfica títulos sobre recursos computacionais no Ensino de Física, especificamente sobre o uso de objetos de aprendizagem (OA) no Ensino de Física foram examinados com o objetivo de buscar conhecer e analisar as contribuições científicas existentes sobre o tema como parte integrante da fase descritiva do trabalho.

Esse estudo bibliográfico tornou-se um instrumento de compreensão do conhecimento sobre o tema da pesquisa, em período de tempo específico e, conseqüentemente, sistematizou a forma e as condições de produção, em publicações de teses e dissertações, comunicações e trabalhos em periódicos da área.

Para a investigação do tema proposto foi realizado um corte temporal-espacial, a partir de estudos realizados pós a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei Federal nº 9.394/1996) que incorporou as questões de tecnologia e de educação a distância em seu texto. As observações e descrições em causa ocuparam-se de dados coletados no contexto de sala de aula de uma escola pública do Distrito Federal com estudantes da 2ª série do Ensino Médio, no ano de 2010 por meio de relação direta com os estudantes ao apresentar os OA e

ministrar as explicações pertinentes ao final da interação dos estudantes com os objetos, para favorecer a construção de conhecimento dos conceitos físicos neles retratados.

Fez-se um diagnóstico do fenômeno, observando-o, descrevendo-o e interpretando-o tentando descrever "com exatidão" os fatos da realidade encontrada seguindo as quatro características apontadas como relevantes para a pesquisa qualitativa: a) ter como fonte direta dos dados o ambiente natural e o pesquisador como instrumento-chave; b) os dados coletados serem, na sua maioria, descritivos; c) preocupar-se mais com o processo e não apenas com os resultados e o produto e d) analisar os dados de forma indutiva (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 66).

Como dito anteriormente, das várias formas que pode assumir a pesquisa qualitativa, para a pesquisa de campo adotou-se o estudo de caso. O estudo de caso pode ser definido como o tipo de pesquisa no qual um caso é estudado em profundidade para obter uma compreensão ampliada sobre outros casos similares (YIN, 2001). Assim, a pesquisa de campo tratou seu tema sob perspectiva de investigação qualitativa em que o estudo da contribuição dos OA como recurso educacional em turmas de estudantes em uma escola pública do Distrito Federal se revelou como um caso particular na averiguação se esses OA facilitam a apropriação de conceitos físicos pelos mesmos estudantes.

Utilizaram-se três estratégias diferentes para a coleta de dados. A opção por utilizar três formas avaliativas diferenciadas justifica-se pela necessidade de um maior aprofundamento no método de avaliação ao investigar a eficácia do uso dos OA na apropriação de conceitos físicos pelos estudantes. As três estratégias avaliativas estão relacionadas a: um pré-teste e pós-teste, elaboração de mapas conceituais antes e depois da apresentação do OA e a divisão dos estudantes em dois grupos para a realização de um trabalho individualizado estudante-computador no laboratório de informática. Na literatura pesquisada encontrou-se apenas a estratégia de pré-teste para conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes e pós-teste para a avaliação da aprendizagem dos estudantes após usarem os OA.

A coleta dos dados foi dividida em duas etapas. A primeira etapa compreendeu a coleta dos dados por meio de uma pesquisa bibliográfica referenciando os estudos anteriores sobre o tema e o foco da pesquisa fornecendo os conhecimentos que serviram de *background* ao campo de interesse e também auxiliando na identificação de hipóteses a serem investigadas (MARCONI; LAKATOS, 1999, p. 73).

A segunda etapa compreendeu a coleta e análise dos dados obtidos por meio da apresentação de quatro OA relacionados aos conceitos físicos de dilatação, ondas e cores. Essas duas coletas de dados não são mutuamente exclusivas. A primeira serviu de importante fonte para a identificação dos trabalhos relacionados com o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem e a segunda permitiu a observação do fenômeno da pesquisa, ou seja, como conceitos físicos podem ser compreendidos pelos estudantes ao interagirem com recursos didáticos digitais de aprendizagem expressos na forma de OA com o uso das tecnologias.

A opção pela segunda série do Ensino Médio ocorreu por dois motivos: o interesse e a disposição apresentados pela professora regente das turmas em trabalhar com a pesquisadora e, segundo, pelo fato de a pesquisadora ter atuado nessa série durante alguns anos quando professora do Ensino Médio.

Em uma pesquisa qualitativa, a seleção dos sujeitos que constituirão a população de investigação é algo primordial, pois interfere diretamente na qualidade das informações a partir das quais será possível construir a análise e chegar à compreensão mais ampla do problema delineado. Os sujeitos envolvidos nesse estudo foram estudantes regularmente matriculados na segunda série do Ensino Médio do turno matutino de um estabelecimento da rede oficial do Distrito Federal. A amostra foi selecionada de forma não probabilística por julgamento⁴ na forma de cotas, que é o método de amostragem onde a escolha dos sujeitos depende do interesse e da responsabilidade do pesquisador (SANTOS, 2010, p. 136).

Os procedimentos operacionais para a coleta e a obtenção dos dados caracterizados na primeira etapa são descritos, a seguir, com mais detalhes.

1.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa exploratória consistiu principalmente no levantamento da produção bibliográfica nacional relacionada ao uso de objetos de aprendizagem no Ensino de Física, produção

⁴ A amostragem por julgamento ou não probabilística é aconselhada quando o tipo randômico (qualquer elemento de uma população tem a mesma probabilidade de ser incluído na amostra e cada escolha é independente da outra) for de impossível aplicação.

apoiada por uma bibliografia complementar abrangendo os temas: Ensino de Física e recursos computacionais no Ensino de Física.

Uma pesquisa exploratória é desenvolvida quando o objetivo é obter uma visão geral de um determinado fato. Esse tipo de pesquisa é indicado especialmente em casos onde o tema escolhido é pouco explorado e, com isso, torna-se difícil a formulação de hipóteses precisas e operacionais. Constitui-se, muitas vezes, como a primeira etapa de uma investigação que será mais aprofundada (GIL, 1995, p. 43).

O estudo bibliográfico realizado com o objetivo de dar suporte teórico à pesquisa foi desenvolvido a partir da seleção de material, agrupado por fontes de pesquisa: (teses e dissertações; artigos publicados em periódicos da área de educação; artigos publicados em periódicos específicos na área de Ensino de Física; artigos publicados em periódicos de Informática na Educação; artigos encontrados em anais dos dois maiores eventos nacionais em Ensino de Física).

A busca nesses canais de difusão do conhecimento foi norteadada pelos seguintes conceitos-chave: Ensino de Física, recursos computacionais, objetos de aprendizagem, mapas conceituais.

O período do recorte selecionado para as leituras teve como referenciais: a data da instituição do Programa Nacional de Informática – PROINFO (1996-1997), a aprovação, em 1996, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei Federal nº 9.394/1996) e os novos objetivos para o Ensino Médio sinalizados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 1999, que implicou a flexibilização de conteúdos e de métodos para o seu ensino. Este período de recorte justifica-se, porque, apesar de, no Brasil, a informática na educação se reportar ao Projeto EDUCOM (1981-1989) e depois, quando da sua transformação em Programa Nacional de Informática na Educação – PRONINFE (1989 - 1994), foi somente a partir de 1996-1997 quando é instituído o novo PROINFO e são criados os núcleos de Tecnologia Educacional (NTE) em alguns Estados brasileiros, que as pesquisas se intensificaram sobre o tema. Posteriormente a produção de OA pelo Programa RIVED e, atualmente, como Portal do Professor, disponibilizando um banco nacional e internacional de OA contribuíram para o desenvolvimento na área das tecnologias com a disseminação do microcomputador e dos recursos computacionais dentro da escola.

Tal estudo bibliográfico permitiu uma reflexão teórica que dialogou com a observação dos recursos computacionais no Ensino de Física e, mais especificamente, com a dinâmica de construção dos conhecimentos a partir do uso dos objetos de aprendizagem no Ensino de Física.

A seleção dos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação foi realizada consultando três tipos de referência. Teses e dissertações relacionadas com o Ensino de Física disponibilizadas no Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na biblioteca virtual de teses e dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e no Catálogo Analítico de Teses e Dissertações do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP); nove periódicos nacionais (3 relacionados ao Ensino de Física; 4 relacionados à área de Educação; e 2 relacionados à Informática na Educação) pesquisados nas bibliotecas virtuais onde cada periódico está disponibilizado; artigos de Simpósios e Encontros existentes na área de Ensino de Física disponibilizados *on-line* e por meio das suas atas. Todos os trabalhos pesquisados estão compreendidos no período de 1997 a 2009.

O mapeamento da produção associou os conceitos-chave que foram refinados em: “Ensino de Física e novas tecnologias”, “Ensino de Física e objetos de aprendizagem” e “mapas conceituais”. As buscas foram realizadas tomando-se por base a presença de pelo menos uma das palavras no título ou no corpo dos trabalhos publicados. Quando localizada a palavra, o trabalho era selecionado para compor o *corpus* da investigação. Tendo em vista a diversidade na forma de se abordarem os temas dos trabalhos selecionados, uma primeira leitura tomou como referência os resumos apresentados em cada publicação. De acordo com essa classificação, criou-se as seguintes categorias:

- **Ensino de Física – recursos computacionais:** quando o trabalho apresentava uma pesquisa que aponta o computador no ensino e aprendizagem de Física;
- **Ensino de Física – recursos computacionais - objetos de aprendizagem:** quando o trabalho apresentava uma pesquisa onde os objetos de aprendizagem foram as ferramentas utilizadas para trabalhar o ensino e a aprendizagem de Física.

Após o enquadramento dos artigos segundo as categorias escolhidas, uma nova leitura foi realizada. Para os trabalhos encontrados na primeira categoria foram identificadas as formas de utilização do computador no Ensino de Física e a modalidade da pesquisa de ordem básica ou aplicada.

Para os trabalhos encontrados na segunda categoria relacionados ao uso de OA, por serem os de maior interesse para a pesquisa, foram identificados os aspectos teóricos e metodológicos mais relevantes de cada um deles. Quanto aos aspectos teóricos, buscou-se verificar: o problema ou a questão de investigação, os objetivos e o referencial teórico que fundamentaram a pesquisa. Quanto aos aspectos metodológicos atentou-se para a explicitação da metodologia usada, os procedimentos de coleta de dados e o tratamento utilizado na análise, conforme relatado no Capítulo 2.

1.2 Procedimentos

Para a finalidade da pesquisa, foram escolhidos para sujeitos da pesquisa, estudantes da 2ª série do Ensino Médio, turno matutino, de um estabelecimento da rede pública do Distrito Federal, com o consentimento da professora regente das turmas e o aceite da direção da escola. O estudo de caso proposto para a investigação foi configurado para ser realizado com três inserções em sala de aula e em três etapas distintas. Em cada uma delas, os estudantes deveriam realizar uma tarefa específica. As subseções a seguir descrevem as etapas do estudo de caso, detalhando as atividades realizadas em cada uma delas.

1.2.1 Primeira Etapa: Resolução de uma questão-problema antes e após a apresentação de um objeto de aprendizagem

Esta primeira etapa aconteceu no mês de abril de 2010. A pesquisadora e a professora regente, Profa. Sandra, selecionaram os objetos de aprendizagem (OA) referentes ao conteúdo dilatação térmica. Os OA foram disponibilizados no ambiente Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) na sala virtual da professora, dentro do portal da

escola. A Profa. Sandra escolheu a semana onde os OA poderiam ser trabalhados com os estudantes no laboratório de informática da escola. Na semana escolhida, a pesquisadora e a Profa. Sandra, levaram cada turma da 2ª série do Ensino Médio (treze turmas com o total de 468 estudantes), ao laboratório de informática para que os estudantes interagissem com os objetos de aprendizagem. Os estudantes participaram das atividades em duplas visto que o laboratório de informática possui 20 computadores para o uso dos estudantes e as turmas têm aproximadamente 40 estudantes cada. Os dados foram coletados por meio de duas questões-problema, uma após a apresentação do primeiro OA no formato de uma simulação/animação e a outra após a apresentação do segundo OA no formato de um vídeo. A aula foi dividida em dois momentos.

No primeiro momento, os estudantes interagiram com o primeiro objeto, depois enviaram, individualmente, suas respostas relacionadas à primeira questão-problema para a área de tarefas da plataforma Moodle. No segundo momento, novamente os estudantes trabalharam em duplas, interagindo com o segundo objeto e enviando individualmente as respostas relacionadas à segunda questão para a área de tarefas do Moodle. Após a realização das tarefas, as respostas de cada estudante foram analisadas e categorizadas, conforme é apresentado no Capítulo 5.

1.2.2 Segunda Etapa: Confecção de mapa conceitual individual e mapa conceitual em grupo

A segunda etapa também foi dividida em dois momentos. No primeiro momento, a pesquisadora entrou novamente em cada turma da Profa. Sandra e apresentou aos estudantes a estratégia dos mapas conceituais. Explicou sua definição, onde poderiam ser usados e como eram traçados. Nesse contato inicial dos estudantes com os mapas conceituais foi elaborado um mapa, na lousa, com a temática “Copa do Mundo” aja vista que o trabalho foi realizado em agosto de 2010, logo após esse evento do futebol mundial. Na lousa dividida em duas partes foram registradas as palavras sugeridas pelos estudantes associadas ao tema proposto (*brainstorming*). Devido ao tempo de aula ser de 100 minutos e o planejamento da pesquisadora envolver a elaboração de mapa conceitual e o uso de um objeto de aprendizagem no laboratório de informática, as palavras indicadas pelos estudantes formaram

um total de dez conceitos e, conjuntamente, foi elaborado um mapa conceitual em sala de aula.

No segundo momento foi entregue a cada estudante uma folha em branco e 6 (seis) *post-it*⁵ para que eles fizessem individualmente um novo mapa conceitual com a temática “Ondas”. Cada estudante teve o tempo de 20 minutos para confeccionar seu mapa. Esse momento foi importante para o levantamento diagnóstico do que os estudantes sabiam sobre o assunto (conhecimento prévio), como sugere Ausubel.

Após a confecção do mapa conceitual, os estudantes seguiram para o laboratório de informática; acessaram o portal da escola, com suas senhas, e se direcionaram para a sala virtual de Física da Profa. Sandra. A tarefa consistiu em buscar o objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano” que estava disponibilizado no ambiente. Após o manuseio do objeto, foi requisitado que eles fizessem, em duplas, outro mapa com os conceitos apresentados no OA. Para isso foi entregue outra folha em branco na qual eles organizaram as palavras relacionadas à temática, estabelecendo ligações entre elas. Após a realização das tarefas, os mapas conceituais foram analisados e categorizados conforme é apresentado no Capítulo 5.

1.2.3 Terceira Etapa: Divisão das turmas em dois grupos

Para a terceira e última etapa da pesquisa um guia de atividades⁶ foi elaborado para ser usado juntamente com o OA sobre o conceito físico de cores. Em sala de aula, na última semana de outubro de 2010, foi utilizada uma nova estratégia de ensino para a aplicação do objeto de aprendizagem. Para essa atividade as turmas foram divididas em duas, ficando a metade da turma sob a direção da Profa. Sandra e a outra metade com a pesquisadora.

A pesquisadora levou parte dos estudantes para o laboratório de informática, onde eles, ao acessarem a sala virtual de Física, dentro do ambiente Moodle, encontraram o OA “Cor e

⁵ O *post-it* é um pequeno papel, geralmente de cor amarelo-canário, com 7,5 cm² de área. Possui um adesivo em um dos lados, atrás de si, para ser pregado, retirado e recolocado sem deixar marcas ou resíduos. É muito usado para fazer anotações e deixar lembretes.

⁶ Anexo A – Guia de Atividades para o objeto de aprendizagem “Cor e Visão”.

Visão” disponibilizado. Cada estudante sentou-se em frente a um computador e trabalhou individualmente.

Os dados para a pesquisa foram coletados por meio de uma questão-problema feita para todos os estudantes quando eles se encontravam ainda em sala de aula, antes da apresentação do OA e pela resposta dada à mesma questão-problema após a apresentação do OA. Os mapas conceituais elaborados pelos estudantes e a questão-desafio forneceram dados sobre a aprendizagem dos estudantes a partir dos conceitos físicos exibidos no OA “Cor e Visão”. Após a realização de todas as tarefas, a resposta de cada estudante foi analisada e categorizada, conforme é apresentado no Capítulo 5.

1.3 Seleção dos Objetos de Aprendizagem

Inicialmente buscou-se no Portal do Professor os objetos de aprendizagem a serem usados no trabalho, por ser nele que ocorrem as maiores procuras por OA pelo professor. O Portal do Professor⁷ foi lançado em 2008 em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, tendo por objetivo apoiar os processos de formação de professores e enriquecer a sua prática pedagógica e apresenta-se da seguinte forma:

Na página inicial do Portal do Professor há um *link* “sobre o Portal” em que é descrito o que é o Portal e suas funcionalidades. O Portal possui sete áreas ou espaços que são:

Espaço de aula, onde os professores podem compartilhar ideias, propostas, sugestões metodológicas para o desenvolvimento dos temas curriculares e para o uso dos recursos multimídia e das ferramentas digitais.

⁷ Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>>.

Jornal do professor, onde o professor poderá acessar várias informações, atualizadas quinzenalmente, ligadas ao cotidiano escolar.

Recursos educacionais: espaço onde estão disponibilizadas diferentes mídias, tais como vídeos, animações, simulações, áudios, hipertextos, imagens e experimentos práticos relacionados com os componentes curriculares como estabelecidos nos PCN+. Tem por finalidade subsidiar a prática do professor de acordo com as suas necessidades.

Cursos e materiais: área na qual os professores têm acesso a *sites* com informações sobre programas de capacitação, materiais de estudo para a sua formação continuada.

Interação e colaboração: como o nome sugere, é uma área onde o professor poderá trocar informações e compartilhar seu trabalho de sala de aula com outros docentes.

Links: espaço com um conjunto de endereços, separados por temas, tendo o propósito de auxiliar as pesquisas dos professores.

Ajuda: tutorial que esclarece as dúvidas quanto à navegação e à utilização das ferramentas do Portal do Professor.

1.3.1 Descrição dos Objetos de Aprendizagem Selecionados

A pesquisa dos objetos de aprendizagem, no Portal do Professor, na área de recursos educacionais tem duas formas de busca: por palavra-chave e busca avançada. A busca por palavra-chave é interessante quando não se tem ideia do que está publicado no Portal sobre o tema e a busca avançada é útil quando a intenção é uma pesquisa mais refinada. Alguns recursos necessitam de *plugins*/programas para o seu funcionamento. Essa informação aparece publicada nos campos “Descrição” ou “Observação” da ficha técnica do recurso. Caso seja necessário, é só instalar os programas que estão localizados na página principal dos recursos. Os recursos também podem ser classificados e comentados quanto à sua forma de apresentação, potencial pedagógico, aspectos técnicos e outros pelo usuário.

Utilizou-se, no trabalho, a busca avançada selecionando o nível de ensino/modalidade “Ensino Médio”, componente curricular “Física” onde foram encontrados vários objetos de aprendizagem. O Quadro 1 apresenta o total de OA encontrados no Portal do Professor tipo animação/simulação.

Quadro 1 - Total de animações/simulações disponibilizadas no Portal do Professor para componente curricular “Física”, nível de ensino “Ensino Médio”

Componente curricular “Física”	Animação/Simulação	
	Geral	Português
Tema Estruturador ⁸		
Calor, ambiente e usos de energia	66	49
Equipamentos elétricos e telecomunicações	60	33
Matéria e radiação	40	21
Movimento, variações e conservações	349	142
Som, imagem e informação	67	33
Universo, terra e vida	41	09

⁸ Os PCN+ Ensino Médio sugerem uma organização curricular do Ensino Médio a partir de temas estruturadores.

Para selecionar os OA a serem trabalhados pelos estudantes alguns critérios excludentes foram utilizados. Os OA selecionados deveriam:

- a) Pertencer ao tema estruturador “calor, ambiente e usos de energia” e “som, imagem e informação”;
- b) Ter instruções em português;
- c) Pertencer ao conteúdo a ser trabalhado no laboratório de informática na 2ª série do Ensino Médio;
- d) Servir para a introdução de conceitos físicos;
- e) Possuir aspectos gerais relevantes de apresentação, como: som, imagem, animação, linguagem e interatividade.

A maioria encontrada não satisfaz um ou mais desses critérios. Os conceitos físicos referentes ao conteúdo a ser trabalhado na 2ª série tem reduzida representação nos OA pesquisados. Pelo critério (a) encontrou-se 133 OA. Destes, usando o critério (b), passou-se para 82 OA. De posse dos 82 OA e usando o critério (c), ficou-se com 7 (sete) OA. Usando o critério (d) encontrou-se 1 (um) OA para o tema estruturador “som, imagem e informação” e nenhum OA para o tema “calor, ambiente e usos de energia”. Na consulta realizada ao Banco Internacional de Objetos Educacionais no Portal do Professor e, utilizando as palavras de busca “Ensino Médio”, “Física”, “animações/simulações”, foram detectados 608 OA. Usando novamente os critérios excludentes, apenas 1 (um) OA sobre dilatação e 1 (um) sobre cores⁹ foram encontrados.

Procurou-se, então, por meio da ferramenta de pesquisa Google outros OA que pudessem ser aplicados. No *site* do Prof. Romero Tavares, coordenador do grupo pertencente ao Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA), que elaborou alguns OA para o projeto RIVED, obteve-se 1 (um) OA para a introdução do conceito de ondas. Uma busca no *YouTube* revelou a presença de um vídeo sobre dilatação térmica.

No total obteve-se 4 (quatro) OA que foram adequados e suficientes para os objetivos do estudo.

⁹ O OA “Cor e Visão” tinha sido selecionado quando pesquisado o tema estruturador “som, imagem e informação” nos recursos educacionais do Portal do Professor.

Embora existam vários OA sobre diversos assuntos relacionados à Física, existe ainda uma carência de conteúdos digitais para a introdução de conceitos físicos que sejam dinâmicos e interativos. É frequente a ausência de foco por parte dos desenvolvedores com aspectos pedagógicos dos OA, apresentando animações/simulações, por vezes, muito simplificadas ou muito complexas e com imagens e animações de baixa qualidade visual.

A seguir, os três objetos de aprendizagem encontrados na forma de simulação/animação e o outro objeto de aprendizagem encontrado no *YouTube* na forma de vídeo serão descritos.

Objeto de aprendizagem “Dilatação” (animação/simulação)

O objeto de aprendizagem “Dilatação” é uma animação simples, constituída por 6 (seis) telas. Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentadas as telas referentes ao objeto de aprendizagem¹⁰.

Na primeira tela aparece um menino tentando abrir a tampa de um pote.

Figura 1- Primeira tela do objeto de aprendizagem “Dilatação”

Na segunda, terceira e quarta tela chega sua mãe e mantém um diálogo com o menino.

¹⁰ Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/4788/dilatacao.swf?sequence=1>>.

Figura 2- Segunda, terceira e quarta tela do objeto de aprendizagem “Dilatação”

Nas duas últimas telas do OA, a mãe toma o pote das mãos do menino, vai até a pia e o coloca sob uma torneira com água quente, conseguindo abri-lo. Isto ocorre porque, com o aquecimento da tampa, esta se dilata mais do que o vidro, possibilitando a abertura do pote.

Figura 3 – Quinta e sexta tela do objeto de aprendizagem “Dilatação”

O objeto de aprendizagem “Dilatação” é mais interessante para introduzir o conceito de dilatação térmica nos sólidos do que o aprendizado do conceito físico em si. Seu objetivo é mostrar que os corpos sofrem dilatação quando são aquecidos. O OA apresenta uma situação simplificada da vida real (*reality on*) e os estudantes interagem com o objeto assistindo as janelas (telas) irem passando e ao clicar em uma seta para iniciá-lo e no final, na última tela, caso eles queiram retornar ao início da animação, clicando no comando “voltar ao início”.

Esse OA não possui som, sendo que o diálogo mantido entre a mãe e o filho é ilustrado por meio da apresentação de “balões de fala”, como nas histórias em quadrinhos. As janelas não são estáticas e tentam simular movimento dos personagens. Não apresenta *feedback*,

instruções ou qualquer informação para o seu uso. Pareceu-nos indicado, entretanto, para ser usado como um organizador prévio para a introdução do conteúdo físico dilatação.

Objeto de aprendizagem “Dilatação de sólidos, líquidos e gases” (vídeo)

O objeto de aprendizagem em forma de vídeo se encontra no *YouTube*¹¹, tem a duração de 6 minutos e 14 segundos e é um trabalho da disciplina de estágio supervisionado de licenciandos em Biologia de um dos *campi* da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) em Santa Catarina. O OA é uma montagem de alguns vídeos para explicar o fenômeno da dilatação nos sólidos, líquidos e gases. O vídeo começa com a pergunta: O que é dilatação?

Para explicar o fenômeno físico, os desenvolvedores inseriram um trecho de um dos filmes da série “*Star Wars*” e o legendaram de forma que o personagem Luke Skywalker, ao conversar com o Mestre Yoda, mostre toda a sua angústia por não saber o que é dilatação. Na Figura 4 mostra-se uma tela capturada do vídeo.

Figura 4 – Tela do vídeo sobre dilatação térmica

O Mestre Yoda explica para o Luke o que é dilatação e ainda afirma que apresentará exemplos para esclarecer o assunto. Essa parte do vídeo tem caráter lúdico servindo de motivação para a introdução dos tópicos posteriores. Os exemplos mostrados são montagens

¹¹ Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=6K_rrBFhSs0&feature=player_embedded#!>.

de alguns vídeos apresentando a dilatação que ocorre nos sólidos, líquidos e gases. O primeiro exemplo é sobre uma experiência envolvendo dilatação dos sólidos e, enquanto a experiência está sendo realizada, aparecem explicações sobre o assunto. A seguir é apresentada a explicação sobre a dilatação dos gases na forma de slides do PowerPoint e um vídeo mostrando uma locomotiva para exemplificar uma aplicação da dilatação dos gases. Finalmente, é apresentada por uma gota de água a explicação da dilatação dos líquidos.

O vídeo foi escolhido por apresentar, com coerência, os conceitos físicos e usar recursos lúdicos para motivar os estudantes no aprendizado da dilatação.

Objeto de aprendizagem “Ondas no cotidiano” (animação/simulação)

O objeto de aprendizagem “Ondas no cotidiano”¹² é uma simulação constituída por várias telas onde são trabalhados conceitos de ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas. Nas Figuras 5, 6 e 7 são apresentadas as telas do objeto de aprendizagem. Na primeira tela um menino joga uma pedra em um lago, mostrando as ondas que se propagam em superfícies de líquidos tendo um texto que descreve o fenômeno físico.

Figura 5 – Primeira e segunda tela do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”

Em outra tela aparece um menino assistindo televisão, uma menina ouvindo rádio e um texto informando que as imagens e sons são transmitidos por ondas eletromagnéticas e captados por antenas. A próxima tela apresenta uma menina tocando flauta e um texto indicando que

¹² Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/13Ondas/anima/massa/fis1_ativ1.html>.

quando uma pessoa toca algum instrumento, conversa ou canta, os sons são transmitidos por ondas e captados pelos ouvidos.

Figura 6 – Terceira e quarta tela do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”

Depois é mostrado, por meio de uma analogia, que uma “ola” em um estádio de futebol é uma onda humana. Ao ir para outra tela, é solicitado ao estudante que interaja com o OA, encontrando 4 (quatro) ondas presentes na tela. Estas telas são apresentadas na Figura 6.

Figura 7 – Quinta e sexta tela do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”

Para cada onda encontrada há um *feedback* para o estudante. O estudante, após encontrar a onda, a vê destacada e um número à direita da tela correspondendo ao número de ondas encontradas. Quando o estudante encontra a quarta onda, ele vai para a última tela, onde recebe outro *feedback*: “Parabéns, você conseguiu!!!” e um comando (por meio de uma seta), indicando que ele poderá voltar ao início da animação.

O ponto forte desse aplicativo é a apresentação de exemplos de várias formas de ondas ligadas ao cotidiano dos estudantes. Mesmo com poucos recursos de interatividade, o aplicativo justifica-se pela força da visualização do tópico “ondas”, além de ser um OA que, pela sua simplicidade, permite o seu uso pelos estudantes mesmo sem guias instrucionais.

A intenção desse objeto de aprendizagem é introduzir o estudante na estruturação conceitual do fenômeno físico “ondas”. Esse objeto foi elaborado pelo grupo NOA da Universidade Federal da Paraíba e disponibilizado na página do RIVED. É um OA simples, mas possuindo dois dos elementos necessários para um bom OA - conteúdo e *feedback*. É ideal para a introdução dos conceitos físicos sobre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas quando aborda os fenômenos ondulatórios presentes no cotidiano do estudante.

Objeto de aprendizagem “Cor e Visão” (animação/simulação)

O objeto de aprendizagem “Cor e Visão”¹³ é uma simulação constituída por várias telas e que apresenta a mistura de luzes (azul, verde e vermelho) e o resultado dessa mistura como interpretada pelo cérebro. O OA também mostra o que ocorre quando a luz branca ou uma luz monocromática qualquer atravessa um filtro de cores. Inicialmente os estudantes visualizam a tela apresentada na Figura 8.

Figura 8 – Imagem inicial do objeto de aprendizagem “Cor e Visão”

¹³ Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/11760/color-vision.jar>>.

Nessa primeira animação, os estudantes poderão escolher uma das três luzes disponíveis (vermelha, verde e azul). Dependendo da quantidade de emissão das cores que os estudantes escolherem, o personagem na animação visualizará uma cor como mostrado na Figura 9. Esse fenômeno acontece pela mistura dos fótons (partícula elementar da luz), pois as cores primárias (vermelha, verde e azul) são as bases para a formação das demais cores.

Figura 9 – Cor sendo formada pela emissão das demais cores

Depois os estudantes podem explorar essa parte da animação, movendo os cursores e escolhendo cores cujas misturas formem outras cores (por exemplo: amarelo, roxo, laranja, rosa, ciano, etc.).

Dando prosseguimento à interação com o OA, o estudante poderá explorar a segunda parte do recurso, parte na qual é utilizado um filtro de cores. O estudante clica na parte superior do OA mudando de lâmpada RGB para lâmpada única (monocromática). O estudante verá a tela apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Imagem da segunda atividade do objeto de aprendizagem “Cor e Visão”

Nesta parte do OA, os estudantes podem escolher o tipo de luz que sairá da lanterna: branca (mistura das cores) ou monocromática (uma única cor). Os estudantes também podem escolher a forma como será representada a emissão da luz: por fótons ou sólido (emissão direta). Para fazer essas escolhas, os estudantes devem utilizar o menu que se encontra no lado direito do OA. Ligando a chave (ON/OFF) para o filtro, movendo o controle e escolhendo a cor do filtro (por exemplo: amarelo) e a luz branca, os estudantes percebem que da lanterna saem todas as cores misturadas, mas, quando elas chegam ao filtro, somente os fótons da cor do filtro escolhido (amarelo) o atravessam e, assim, o personagem visualiza a cor amarela, como mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Cor sendo formada pela luz branca ao atravessar um filtro de cor amarela

Isso acontece pelo fato de o filtro estar programado para permitir somente a passagem de fótons amarelos. Os outros fótons serão absorvidos pelo filtro. Se o estudante agora escolher a cor de filtro verde e a lanterna para sair a luz monocromática de cor azul, ele percebe que o personagem visualiza o preto (ausência de cor). Agora o filtro está programado para permitir somente a passagem de fótons verdes, mas, como somente fótons da cor azul chegam ao filtro, nenhum fóton o atravessa, sendo todos absorvidos pelo filtro. Outra forma de interação permitida pelo OA é a escolha pelo estudante de emissão do feixe de luz na forma sólida.

Nesse exemplo pode ser visto que da lanterna sai a cor branca (mistura das cores vermelha, verde e azul), mas quando, ela chega ao filtro (azul), este somente deixa passar a cor azul, assim sendo, o personagem visualiza a cor azul. Isso acontece pelo fato de o filtro estar programado para permitir somente a passagem de fótons azuis e como, na luz branca há a presença de todas as cores, o personagem visualiza a cor azul. A simulação apresenta situações para gerar conflitos com algumas concepções alternativas sobre cores e visão apresentadas na literatura.

- a. Percebe-se claramente, na simulação, que a luz parte da lâmpada e chega aos olhos do observador, isso na tentativa de confrontar o estudante com a concepção de que a luz parte do olho do observador para o objeto;
- b. Quando não há luz, o observador não vê nada, mostrando que existe a necessidade da luz para se enxergar.

Esse OA foi idealizado pelo grupo Physics Education Technology¹⁴ (PhET), da Universidade do Colorado (EUA), e encontra-se traduzido e disponibilizado no Portal do Professor. É um OA que possui alguns aspectos relevantes de apresentação, como imagem, animação e interatividade, precisando de um guia de atividades para que o estudante consiga realizar todas as etapas necessárias para o entendimento dos conceitos físicos sobre formação de cores.

¹⁴ Disponível em: <<http://phet.colorado.edu>>.

2 REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES

Ao propor uma discussão sobre as contribuições dos objetos de aprendizagem (OA) como recurso pedagógico no processo ensino-aprendizagem de conceitos físicos no Ensino Médio é interessante conhecer os caminhos que levaram à inserção do Ensino de Física nos currículos escolares. Também se torna relevante mostrar algumas tendências no Ensino de Física por meio das pesquisas que são realizadas na área. Dentre as mais variadas tendências surgem pesquisas na área de tecnologias digitais e é de grande valia que se observe a sua evolução e a sua inserção na sala de aula, pois foi a partir das tecnologias digitais que surgiram os OA.

A seguir apresenta-se uma breve retrospectiva histórica do Ensino de Física no Brasil, apontando como aconteceu a inserção da disciplina Física nos currículos escolares, o início das pesquisas na área de Ensino de Física e como vem ocorrendo seu desenvolvimento atualmente. Posteriormente mostra-se a pesquisa bibliográfica feita sobre trabalhos envolvendo os recursos computacionais no Ensino de Física especificamente no que se refere aos OA relacionados ao Ensino de Física com maior profundidade por ser esse o campo de interesse da pesquisa.

2.1 O Ensino de Física no Brasil: breve histórico

O início da história da educação brasileira está intimamente ligado aos jesuítas. Com a chegada dos jesuítas, em março de 1549, comandados pelo Padre Manoel de Nóbrega, é edificada a primeira escola elementar brasileira em Salvador. Apesar de essa escola ter sido estabelecida em plena época na qual ocorria a revolução científica na Europa (séculos XVI e XVII), foi somente no começo do século XIX, com a vinda da família real (1808) para o Brasil, que começou o processo de desenvolvimento científico brasileiro, isso ocorrendo com a fundação das primeiras faculdades de medicina, uma em Salvador e outra no Rio de Janeiro. Não obstante os currículos dessas duas instituições conterem noções de Física e de outras ciências naturais, é só a partir da fundação, no Rio de Janeiro, do Colégio de Pedro II, em 2 de dezembro de 1837, que tem início o Ensino de Física nas escolas brasileiras (ALMEIDA JÚNIOR, 1979).

No início do período republicano (1890), o ministro da instrução Benjamim Constant realizou a primeira reforma no ensino público. Essa reforma abrangeu toda a instrução – primária, secundária e superior. No currículo do nível secundário foi designado um maior número de horas semanais ao estudo das ciências naturais, marcando uma ruptura com o tradicional ensino humanístico, predominante até o momento nos currículos brasileiros.

No período de 1901 a 1942, outras reformas educacionais ocorreram no ensino secundário e superior brasileiro. Salienta-se aqui a Reforma Capanema, ocorrida em 1942, que introduziu dois ciclos no ensino: o ginasial, com duração de quatro anos, e o colegial, com duração de três anos. O ciclo colegial era subdividido em outros dois: o clássico e o científico. No curso clássico era dada maior ênfase à formação humanística, enquanto que no curso científico a ênfase maior era para o estudo das ciências. Com a Reforma Capanema, o ensino de ciências começa a ter um lugar mais definido na educação geral e, dessa forma, passa a ser mais valorizado (ALMEIDA JÚNIOR, 1980).

No final da década de 1950 e início da década de 1960, com as ideias de modernização e desenvolvimento baseadas na industrialização do país, a Física passou efetivamente a fazer parte dos currículos do ensino ginasial (hoje Ensino Fundamental) e do colegial (hoje Ensino Médio). Além disso, aumentou o incentivo dado ao ensino de ciências nas escolas, predominando o domínio de conteúdos e o desenvolvimento de atividades experimentais, como forma de atrair estudantes para a formação superior nessa área do conhecimento. Em 1961 é instituída a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e, dentro de uma visão técnica sobre o papel da ciência, surgem os chamados "projetos de ensino" com o objetivo de renovar o ensino de ciências. Os “projetos de ensino” eram baseados nos projetos internacionais para o Ensino de Ciências, elaborados por pesquisadores dos Estados Unidos. Esses pesquisadores viam a necessidade de uma reformulação urgente na formação educacional dos estudantes americanos, pois, nessa época, estavam preocupados com o avanço tecnológico assumido pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), hoje Federação da Rússia.

Dentre os projetos internacionais para o Ensino de Ciências destaca-se o **Physical Science Study Committe (PSSC)**. O PSSC foi um projeto curricular inovador, contendo materiais instrucionais diferenciados, tais como textos apresentando uma sequência didática diferente de conteúdos, questões abertas que estimulavam discussões entre estudantes e professores,

filmes didáticos, manual e equipamentos de laboratório e guias para o professor. Distinguiu-se da maioria dos livros de Física da época por uma filosofia de Ensino de Física na qual os procedimentos físicos e a estrutura dos conhecimentos em Física tinham mais destaque do que as fórmulas matemáticas. O PSSC transformou-se em um marco referencial para o Ensino de Física, servindo de inspiração para outros projetos e, além disso, para a pesquisa em Ensino de Física. Semelhantemente ao projeto PSSC, na década de 1970 surgem outros projetos e que também foram inseridos no contexto escolar brasileiro, como o Projeto Harvard e o Projeto para o Ensino de Ciências da Fundação Nuffield. Esses projetos foram de difícil adaptação ao contexto brasileiro, pois a participação do professor ficava restrita a dar algumas informações enquanto o estudante “aprendia”, praticamente sozinho, o conteúdo de Física durante a realização de experimentos em atividades de laboratório. Em vista disso, alguns professores e pesquisadores do país optaram pelo desenvolvimento de projetos nacionais. Dentre os projetos nacionais, destaca-se: **Física Auto-Instrutiva** (FAI-GETEF, 1973), **Projeto de Ensino de Física** (PEF-IFUSP, 1974) e o **Projeto Brasileiro de Ensino de Física** (PBEF-FUNBEC, 1975). A partir dessas iniciativas surgem, nas universidades federais e, especialmente, na Universidade de São Paulo (USP), grupos de pesquisa na área de Ensino de Física tendo como objetivo principal o diálogo com professores do Ensino Médio para a troca de experiências e a busca da melhoria do Ensino de Física nas escolas.

Na década de 1980, professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo e os professores do Ensino Médio da cidade de São Paulo formaram um grupo, o GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física), que tinha como objetivo preparar um material diferenciado para o Ensino de Física. A versão preliminar desse material, nos moldes como foi idealizada, tornou-se inviável de ser aplicada em sala de aula, ficando restrita a ser uma obra para leitura e reflexão dos professores de Ensino Médio, servindo, em alguns casos, de material para processos de atualização profissional na área de Ensino de Física.

Com a nova Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (Lei Federal nº 9.394), assinada em 1996, o sistema educacional brasileiro toma um novo rumo. O Ensino Médio passa a fazer parte da Educação Básica (art. 21), havendo uma reorganização curricular nas áreas de conhecimento (BRASIL, 1996). No contexto dessas mudanças e com o intuito de contribuir com a organização do trabalho pedagógico, o Ministério da Educação lançou, em 1999, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para os diferentes níveis da Educação Básica. Os PCN sinalizam alguns aspectos que podem promover uma mudança no ensino de

Física, pois dão ênfase a temas significativos para o educando e à sua formação¹⁵. Também, nos PCN são apresentadas competências e habilidades a serem desenvolvidas no estudo de Física com a finalidade de levar o educando a reconhecer a Física como uma construção humana e histórica (BRASIL, 1999, p. 237).

Em 2002, o MEC lança os PCN+, com orientações educacionais complementares aos PCN. Os PCN+ tinham como objetivo apoiar o professor no desenvolvimento de um currículo por competências (BRASIL, 2002).

Segundo Moreira (2000b), a questão da aprendizagem em Física leva a outro paradigma, qual seja: a pesquisa em Ensino de Física, atividade que surge com mais clareza em 1970 e vem se consolidando nos últimos 40 anos por meio de artigos, de dissertações, de teses, de atas e de resumos de eventos científicos que tratam do Ensino dessa ciência, como apresentado a seguir.

2.2 Pesquisa em Ensino de Física

É ao final da década de 1960 e início da de 1970 que surge a pesquisa em Ensino de Física no Brasil. Os docentes dos Institutos de Física das Universidades de São Paulo e da Federal do Rio Grande do Sul, sentindo a necessidade de contribuir para a melhoria do sistema educacional, começaram a envolver-se com a pesquisa na área e a estabelecer os primeiros programas de mestrado em Ensino de Física (BARROS, 2002).

O principal evento que demarcou o início das pesquisas na área de Ensino de Física foi o I Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), realizado em São Paulo, em 1970. Esse evento reuniu físicos e professores de Física das escolas da rede pública e particular preocupados com as questões referentes ao ensino dessa ciência. Em 1986, com a consolidação dos vários grupos de pesquisa em Ensino de Física espalhados pelo país, surgiu

¹⁵ Os PCN para a área de ensino de Ciências foram instrumentos importantes para promover discussões e debates sobre temas como: contextualização, interdisciplinaridade, formação por competências, mediação e abordagem temática, em congressos e seminários sobre o Ensino de Física, na perspectiva de modificar as práticas tradicionais na aprendizagem de Física.

a necessidade de Encontros mais acadêmicos, dedicados à discussão sobre linhas de investigação, sobre política científica e outros. Surgem assim os Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Desde então, os EPEFs e os SNEFs têm possibilitado um espaço para a discussão e divulgação de pesquisas, relatos e propostas de experiências no Ensino de Física.

Alguns pesquisadores na área de Ensino de Física tiveram seu interesse despertado para o delineamento das tendências ocorridas no Ensino de Física ao longo desses 40 anos de pesquisas (1970-2010). A seguir alguns desses trabalhos.

Barros (2002) relata que, na década de 1970, a questão de aprendizagem em Física estava centrada no desenvolvimento curricular do ensino superior¹⁶, produção de materiais didáticos e análise dos projetos de ensino (FAI, PEF, PBEF e PSSC) voltados para o Ensino Médio. Na década de 1980, as pesquisas estavam mais relacionadas com a pesquisa em sala de aula em nível de Ensino Médio, incluindo formação de conceitos (concepções alternativas ou espontâneas), tecnologias na sala de aula (vídeo, computador); ensino experimental e produção de material didático. Salem e Kawamura (2007) também relatam, em seu trabalho, que, na década de 1980, a linha de pesquisa que teve predomínio foi a formação de conceitos e de concepções espontâneas, o que é corroborado por Rodrigues e Mendes Sobrinho (2004).

Na década de 1990 ocorreu uma grande diversificação de temas, como apontado pelos autores Barros (2002); Salem e Kawamura (2007); Moreira (2000b); Carvalho e Vannucchi (1996); Rodrigues e Mendes Sobrinho (2004), destacando-se as ênfases curriculares na temática Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Física do cotidiano, ensino de Física Moderna e Contemporânea, contribuição do ensino informal (museus, centros de ciências, materiais de divulgação científica) e equipamento de baixo custo para práticas educacionais. Também, nessa década, surgem as questões relacionadas aos novos currículos para a licenciatura em Física, História e Filosofia da Ciência; ensino cognitivista e o uso das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) no Ensino de Física.

¹⁶ Reestruturação do ciclo básico universitário; ensino experimental; avaliação qualitativa; dificuldades de aprendizagem; teorias de aprendizagem cognitivistas; ensino presencial e tutorial (Método Keller, autotutoriais pelo computador); análise dos vestibulares; formação de professores (estrutura curricular e modelos de licenciaturas).

Na década de 2000, ainda segundo à pesquisa de Barros (2002), as pesquisas continuaram centradas na alfabetização científica, na contribuição do ensino informal, na temática CTS, surgindo novas linhas de investigação, como a avaliação de desempenho dos estudantes em provas nacionais – Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), aplicações das tecnologias educacionais em sala de aula, implementação dos PCN, ensino por projetos e concepções dos professores.

Finalmente, Salem e Kawamura (2009) baseando-se na consulta ao Catálogo de Dissertações e Teses defendidas no período de 1972 a 2005, concluem que: na década de 1970, as pesquisas em Ensino de Física estavam voltadas para a análise dos projetos de ensino nacionais e métodos de ensino por meio de relatos e resultados de atividades e vivências em sala de aula. Na década de 1980 há um aumento de pesquisas em diversas áreas, como História e Filosofia da Ciência, concepções espontâneas, abordagens piagetianas, estrutura conceitual, ensino experimental, formação do professor e currículo. Na década de 1990, o interesse continua voltado para História e Filosofia da Ciência, ensino experimental, formação do professor e prática docente com o surgimento de pesquisas na área de Física Moderna e Contemporânea e CTS. Na década de 2000 têm-se as mesmas áreas relatadas anteriormente e um aumento de pesquisas nas áreas de divulgação científica e de educação não formal (museus, centros de ciências, livros de divulgação científica, filmes, entre outros), tecnologia da informação e comunicação, processos cognitivos de ensino-aprendizagem.

Sintetizando, a partir dos trabalhos consultados, nesses 40 anos, a pesquisa em Ensino de Física começou voltada para a análise dos projetos de ensino nacionais e livros didáticos, bem como, para a melhoria do currículo do Ensino Superior tanto em nível de licenciatura quanto de bacharelado. Nos anos 1980, a preocupação foi com a sala de aula em nível de Ensino Médio e as pesquisas voltando-se mais para as concepções trazidas pelos estudantes para o ambiente escolar e a formação inicial e continuada de professores de Física. Nos anos 1990, o enfoque passa a ser voltado, predominantemente, para as pesquisas centradas na alfabetização científica, contribuição do ensino informal para a aprendizagem de Física, bem como na temática CTS. Finalmente, na década de 2000, o que preocupa os pesquisadores na área de Ensino de Física são também os temas que preocupam a educação como um todo, tais como a implementação dos PCN, as concepções epistemológicas trazidas pelos professores e a aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) em sala de aula.

2.3 O Ensino de Física e os Recursos Computacionais: revisão de estudos

O desafio de mapear as produções referentes à inserção do computador no Ensino de Física revelou as principais modalidades pedagógicas do seu uso. Fazendo essa identificação, o que se busca é tentar responder que aspectos vêm sendo destacados e privilegiados nos trabalhos de pesquisa. O objetivo aqui foi conhecer os estudos e trabalhos na área de Ensino de Física com enfoque na inserção do computador para o aprendizado de conceitos físicos. A satisfação de conhecer o que ainda pode ser feito motivou o desenvolvimento desta pesquisa na tentativa de encontrar estratégias alternativas que possam contribuir para o desenvolvimento da área de Ensino de Física envolvendo os recursos computacionais.

A consulta em alguns catálogos *on-line* de periódicos, banco de teses e dissertações da CAPES e anais de congressos, seminários e encontros relacionados ao Ensino de Física no Brasil seguiu um mesmo procedimento, ou seja, cada documento foi selecionado inicialmente por algumas palavras-chave presentes no *corpus* do trabalho. Essas palavras-chave foram combinações da palavra "Física" com ensino, novas tecnologias, computador e objetos de aprendizagem. Após a seleção de cada documento buscou-se por meio da leitura do seu resumo indícios do uso do computador no Ensino de Física. Por meio dos resumos foi possível obter o objetivo principal da pesquisa; o percurso metodológico realizado e os resultados alcançados. Apesar de esse trabalho compreender uma boa amostra da literatura, não esgota totalmente a produção acadêmica da área.

O objetivo desta revisão não teve como foco analisar criticamente cada título aqui apresentado ou esgotar o assunto pesquisado, mas mapear o que pode ser encontrado na área de Ensino de Física sobre recursos computacionais e objetos de aprendizagem no país.

Nas próximas seções apresenta-se a abordagem quantitativa e qualitativa dos trabalhos encontrados sobre o uso de recursos computacionais e dos objetos de aprendizagem no Ensino de Física.

Abordagem Quantitativa

Os trabalhos de pesquisa contabilizados e apontados a seguir foram organizados a partir da seleção de material, agrupado por fontes de pesquisa, no período compreendido entre 1997 até 2009, por entender que o enfoque maior sobre as novas tecnologias no ensino, principalmente os recursos computacionais, se deu a partir da LDB de 1996. As fontes de pesquisa foram classificadas em:

- teses e dissertações;
- artigos publicados em periódicos da área de Educação;
- artigos publicados em periódicos específicos na área de Ensino de Física;
- artigos publicados em periódicos de Informática na Educação;
- artigos encontrados em anais dos dois maiores eventos nacionais em Ensino de Física.

A busca nesses canais de difusão do conhecimento foi norteadada por três categorias de análise: Ensino de Física (EF); recursos computacionais relacionados ao Ensino de Física - RC (EF); e objetos de aprendizagem relacionados ao Ensino de Física - OA (EF).

A seguir apresenta-se a contagem dos trabalhos relativos à pesquisa bibliográfica envolvendo as três categorias de análise. Posteriormente, procedeu-se a uma descrição desses dados a fim de observar como vem ocorrendo a evolução das modalidades pedagógicas do uso do computador no Ensino de Física e, de uma forma mais específica, onde começam a aparecer os objetos de aprendizagem relacionados ao Ensino de Física. Os títulos foram classificados organizando-se os dados em tabelas de frequência para posterior identificação de características e de tendências do conjunto selecionado.

I. Teses e Dissertações

Os primeiros programas regulares de pós-graduação em Ensino de Ciências foram criados na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no início dos anos 1970. A partir dessa década desenvolveram-se várias pesquisas na área e dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos científicos foram publicados em revistas nacionais e internacionais. Para esse mapeamento buscou-se material no *site* da

Biblioteca Virtual de Teses e Dissertações da CAPES, pois compreende-se ter nela o maior acervo disponível referente a essas pesquisas. O acesso ao Portal do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e o Catálogo Analítico de Dissertações e Teses¹⁷ elaborado pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo complementaram este levantamento.

Como assunto de pesquisa usou-se os conceitos chave “ensino de física” e “objetos de aprendizagem” englobando todas as palavras. Na Tabela 1 é mostrado o número de teses e de dissertações encontradas relacionadas com os trabalhos sobre o Ensino de Física e recursos computacionais no Ensino de Física referentes ao período de 1997 a 2009.

Tabela 1 - Número de teses e dissertações, por ano, relacionadas com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física (EF) e recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período

DIS/TESES	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Ensino de Física (EF)	24	17	27	34	27	31	48	67	90	83	68	84	101	701
RC (EF)	-	01	02	05	03	06	05	08	15	17	09	12	11	94

Do total de 701 pesquisas mapeadas encontrou-se 94 trabalhos (13,4%) referentes aos recursos computacionais no Ensino de Física. Estes 94 trabalhos estão divididos em 8 teses e 86 dissertações sobre o tema, defendidas no período entre 1997 e 2009.

Nota-se que as pesquisas envolvendo os recursos computacionais no Ensino de Física começam a tomar vulto a partir de 2004, tendo picos em 2005 e 2006 e mantendo-se na proporção de 13% a partir de 2007 e diminuindo para 11% em 2009, em relação às pesquisas em Ensino de Física.

¹⁷ Os **Catálogos Analíticos** são compostos por 3 (três) volumes contendo referências de dissertações de mestrado, teses de doutorado e de livre docência na área de Ensino de Física, apresentadas e defendidas em instituições nacionais, no período de 1972-2005.

II. Artigos em periódicos da área de Educação

Os artigos científicos foram consultados a partir dos bancos de dados digitais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED); Biblioteca SciELO (Scientific Electronic Library On-Line) e bibliotecas virtuais da Universidade de São Paulo e da Universidade de Brasília. Os periódicos são importantes fontes de pesquisa, pois se colocam a serviço da divulgação e disseminação da produção acadêmica, cumprindo um papel decisivo para o fortalecimento da atividade científica.

Primeiramente investigou-se os artigos encontrados nos seguintes periódicos: **Educação e Pesquisa** e **Linhas Críticas**. Tal seleção deveu-se ao critério estabelecido inicialmente de serem pesquisados periódicos publicados pelas Faculdades de Educação das Universidades de São Paulo e Brasília. A primeira por ser a universidade onde a pesquisadora faz o seu doutorado e a segunda por ser a instituição onde a pesquisadora trabalha como professora. Também fizeram parte da consulta os artigos encontrados em mais dois periódicos: **Cadernos de Pesquisa** e **Revista Brasileira de Educação**, por serem publicações que apresentam regularidade, têm circulação em âmbito nacional e internacional, conceito A da Qualis da CAPES e possuem reconhecida qualidade pelos pesquisadores na área de Educação.

Na Tabela 2 é mostrado o total de artigos das revistas Cadernos de Pesquisa, Educação e Pesquisa, Linhas Críticas e Revista Brasileira de Educação e o número total de publicações referentes ao Ensino de Física e aos recursos computacionais no Ensino de Física encontradas nas quatro revistas, no período de 1997 a 2009.

Tabela 2 - Número de artigos nas revistas Cadernos de Pesquisa, Educação e Pesquisa, Linhas Críticas e Revista Brasileira de Educação relacionados com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física (EF) e recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) - 1997 a 2009

Revistas	Total de Artigos	(EF)	RC (EF)
Cadernos de Pesquisa	384	-	-
Educação e Pesquisa	292	-	01
Linhas Críticas	243	-	-
Revista Brasileira de Educação	386	-	-
Total	1305	-	01

Apesar de encontrados 1305 trabalhos nos números dos periódicos selecionados e tendo a revista Linhas Críticas duas edições especiais, sendo uma sobre Novas Tecnologias na Educação (jul./dez. 2003) e outra sobre Educação e Novas Tecnologias (jan./jun. 2007), obteve-se apenas um artigo condizente com a categorização adotada.

Esse resultado surpreendeu, pois, mesmo sabendo que essas revistas estão mais centradas na difusão da produção científica no campo educacional de forma geral, não tendo por compromisso uma linha teórica específica como acontece com as revistas voltadas para o Ensino de Ciências, esperava-se encontrar publicações relacionadas a essa área, pois muitos pesquisadores das áreas de Ensino de Ciências pertencem às Faculdades de Educação de suas universidades.

III. Artigos em periódicos específicos de Ensino de Física

a. Caderno Brasileiro de Ensino de Física – CBEF

O Caderno Brasileiro de Ensino de Física é um periódico quadrimestral, de circulação nacional e com penetração em países de língua espanhola. Foi criado com o objetivo de ser um instrumento de diálogo entre os professores de Física do Ensino Médio do Estado de Santa Catarina.

b. Revista Brasileira de Ensino de Física – RBEF

A Revista Brasileira de Ensino de Física é uma publicação trimestral mantida pela Sociedade Brasileira de Física – SBF. O periódico visa atingir um público formado por pesquisadores, estudantes de pós-graduação e professores de Física em todos os níveis.

c. Física na Escola

A **Física na Escola** é um suplemento semestral da Revista Brasileira de Ensino de Física elaborado para apoiar as atividades dos professores de Física do Ensino Médio e Fundamental.

A Tabela 3 apresenta o total de artigos das revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física e Física na Escola. Na linha 5 dessa tabela é mostrado o número total de publicações encontradas nas três revistas pesquisadas referentes aos trabalhos sobre os recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF), por ano.

Tabela 3 - Número de artigos das revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Física na Escola (FnE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
CBEF	21	22	27	24	25	32	18	66	20	20	20	27	31	353
RBEF	50	56	70	72	57	61	48	61	79	69	83	65	63	834
FnE	-	-	-	07	09	14	15	12	27	21	21	22	-	164
RC (EF)	01	03	01	08	08	18	02	06	08	08	04	05	03	75

Do total de 1351 artigos mapeados nas três principais revistas de Ensino de Física foram identificados 75 trabalhos referentes aos recursos computacionais no Ensino de Física, o que corresponde a menos de 1% da produção na área. O maior número de trabalhos (62) é encontrado na Revista Brasileira de Ensino de Física que em 2002 editou um número especial sobre Informática no Ensino de Física. Foram encontrados 8 trabalhos no Caderno Brasileiro de Ensino de Física e 5 trabalhos na revista Física na Escola. Nota-se que ainda há pouca publicação disponibilizada nessa área, apesar da implantação de a informática educativa no Brasil remontar ao ano de 1982, quando as políticas governamentais sobre o uso da informática educativa começaram a ser delineadas (VALENTE, 1999).

IV. Artigos em periódicos específicos em Informática no Ensino

Para esse mapeamento selecionou-se material na própria internet, buscando as revistas mais interessantes sobre a Informática no Ensino e cujos *sites* disponibilizavam todo seu acervo.

a. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE

A RENOTE é uma revista eletrônica semestral elaborada pelos professores e estudantes da Pós-Graduação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

b. Revista Brasileira de Informática na Educação

A Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) é uma publicação mantida pela Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). É o principal veículo de divulgação da área de informática na educação no Brasil.

A Tabela 4 mostra o total de artigos das revistas RENOTE e Revista Brasileira de Informática na Educação. Na linha 4 dessa tabela aparece o número total de publicações encontradas nas duas revistas pesquisadas referentes aos trabalhos sobre os recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no período de 1997 a 2009.

Tabela 4 - Número de artigos das revistas RENOTE e Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período

	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	TOTAL
RENOTE	-	-	-	-	-	-	39	54	110	105	91	107	60	566
RBIE	07	12	14	12	14	10	10	09	15	13	15	16	16	163
RC (EF)	-	-	-	-	-	-	01	-	-	03	01	04	01	10

No período de 1997 a 2009 foram publicados 10 artigos sobre recursos computacionais no Ensino de Física. Na revista RENOTE aparecem 7 artigos e 3 na Revista Brasileira de Informática na Educação. A revista RENOTE apresenta mais artigos sobre os recursos computacionais no Ensino de Física por ser uma revista vinculada à Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a qual recebe estudantes de várias áreas, interessados nas novas tecnologias, inclusive com graduação em Física.

Pesquisou-se, ainda, artigos disponibilizados *on-line* do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) - principal evento de discussão das temáticas relacionadas à Informática na Educação no país - que em 2009 estando na sua vigésima edição tinha disponibilizado em seu site 5 (cinco) anais; artigos disponibilizados no Workshop sobre Informática na Escola (WIE) que em sua décima quinta edição, em 2009, tinha 1 (uma) única ata disponibilizada. O WIE é um dos eventos do Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Computação, tendo como principal objetivo o debate de temas relacionados com o uso do computador em ambientes de ensino. Mesmo tendo dificuldades em encontrar títulos disponibilizados *on-line*, nos referidos eventos, efetuou-se pesquisas nos 6 (seis) anais disponibilizados na internet mas, não foi encontrado artigo condizente com o Ensino de Física e os recursos computacionais.

É preciso citar também, a organização em 2006 da primeira Conferência Latinoamericana de Objetos de Aprendizagem (LACLO) em Guayaquil – Equador. A partir da sua terceira edição, em 2008, o congresso tem como tema não somente objetos de aprendizagem, mas todas as tecnologias de informação e comunicação (TIC) que de uma ou outra maneira ajudam na melhoria do ensino e da aprendizagem. Por este motivo houve a necessidade de adotar-se um novo nome para o evento, passando a denominar-se de Conferência Latinoamericana de Objetos de Aprendizagem e Tecnologias para a Educação. Não se consultou as atas desses congressos por não estarem disponibilizadas *on-line*.

V. Anais de eventos nacionais em Ensino de Física

Os encontros e simpósios de Ensino de Ciências, particularmente aqueles que visam ao Ensino de Física, vêm acontecendo desde meados da década de 1970 e contando com grande participação de pesquisadores e educadores da área. Os textos apresentados nesses eventos têm sido registrados em suas atas e anais e constituem uma rica fonte de dados para um panorama das tendências tanto daquilo que tem sido alvo das pesquisas acadêmicas como das estratégias e recursos didáticos utilizados por professores. Por esse motivo foram selecionados os dois maiores eventos em Ensino de Física (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF e Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF) como fontes para revisão.

a. Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF

O Encontro de Pesquisa em Ensino de Física é um evento bianual promovido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e constitui um momento importante para discutir questões investigativas e disseminar resultados relacionados à pesquisa em Ensino de Física. O evento é realizado em anos alternados com o Simpósio Nacional de Ensino de Física. Os principais objetivos do EPEF são: a discussão de trabalhos de pesquisa; a valorização da cultura acadêmica; o encontro entre pesquisadores e estudantes de pós-graduação em Ensino de Física; e debates de temas de interesse comum à comunidade científica envolvida nessa área.

b. Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF

O Simpósio Nacional de Ensino de Física é um evento bianual da Sociedade Brasileira de Física – SBF. O SNEF constitui-se no principal encontro dos pesquisadores em ensino, estudantes de graduação e pós-graduação em Física e de professores dos diversos níveis de Ensino de Ciências e de Física. O principal objetivo do SNEF é debater as questões relacionadas ao ensino e a aprendizagem de Física. Tem também por meta propiciar a troca de ideias e de vivências de seus participantes, a partir da apresentação e discussão de relatos de suas atividades de pesquisa, de suas experiências de docência ou decorrentes de projetos por eles desenvolvidos.

A Tabela 5 apresenta o total de artigos encontrados nas atas/anais dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e dos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF). Na linha 4 dessa tabela é mostrado o número total de publicações referentes aos trabalhos sobre os recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF), nos dois eventos, no período de 1997 a 2009.

Tabela 5 - Número de artigos encontrados nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) relacionados com o número de trabalhos sobre recursos computacionais no Ensino de Física - RC (EF) no mesmo período

Títulos	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
EPEF		29		44		37		58		44		61		275
SNEF	33		42		(*)		91		103		71		99	439
RC (EF)	05	07	17	05	(*)	07	27	16	34	05	26	08	25	182

(*) As atas referentes ao SNEF de 2001 não foram publicadas.

Após a pesquisa de 714 títulos nas atas do SNEF e EPEF, foram encontrados 182 trabalhos relacionados aos recursos computacionais no Ensino de Física, ou seja, 25% dos artigos apresentados. Observa-se ainda que os recursos computacionais no Ensino de Física têm uma frequência maior no SNEF, que é um evento mais abrangente envolvendo uma diversidade maior de profissionais da área do que no EPEF que é um encontro mais específico e restrito destinado à apresentação de pesquisas realizadas por pesquisadores do Ensino Superior, mestrandos e doutorandos.

2.3.1 Modalidades Pedagógicas do Uso do Computador

Buscando refletir sobre o uso dos recursos computacionais no Ensino de Física classificou-se os 361 títulos encontrados, em toda a bibliografia pesquisada, em 10 categorias. Essas categorias envolvem os diferentes modos de aplicação do computador no Ensino de Física. Para isso utilizou-se algumas categorias traçadas por Araújo (2005), em sua tese de doutorado acrescentando-se outras categorias complementando seu trabalho, pois a área se desenvolve muito rapidamente e novas possibilidades do uso do computador vêm surgindo a cada ano. Mesmo sabendo que alguns títulos poderiam estar em mais de uma categoria, cada título foi inserido em uma única categoria, conforme o teor e/ou o enfoque principal de cada estudo.

Categoria 1: Revisão de Estudos – Nesta categoria estão 11 títulos que abordam resenhas históricas, pesquisas bibliográficas e reflexões sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação e Educação a Distância no Ensino de Física¹⁸.

Categoria 2: Modelagem/simulações computacionais e programas tutoriais - Nesta categoria estão 94 títulos que abordam atividades de construção de modelos desenvolvidas por estudantes e/ou atividades apresentadas aos estudantes de modelos previamente construídos por um especialista em ambientes de modelagem computacional. Foram incluídos nesta categoria os sistemas computacionais simulando laboratórios virtuais, programas tutoriais e Realidade Virtual, acrescidos ainda sobre o tema uso de *softwares* como Modellus, ModeLab, STELLA, etc.

Categoria 3: Aquisição automática e análise de dados em tempo real – Nesta categoria estão 59 títulos que abordam o uso de interfaces (placa de som, microfone, câmeras, porta de jogos, etc.) de microcomputadores para coleta e análise de dados em atividades de laboratório. Inseriu-se nessa categoria a análise de *softwares* para a realização de cálculos, simulações e gráficos nessa forma de realização de experimentos.

Categoria 4: Recursos multimídia – Nesta categoria estão 65 títulos que abordam o desenvolvimento e avaliação de hipermídias na forma de cursos, módulos e tópicos de Física. Foram incluídos também trabalhos que abordam a digitalização de vídeos e produção de *home-pages*.

Categoria 5: Comunicação à Distância – Nesta categoria estão 14 títulos que abordam a elaboração de cursos de Física, avaliações e tarefas escolares no formato de Ensino a Distância, aulas laboratoriais a distância (experimentação remota) e a avaliação desse tipo de cursos.

Categoria 6: Resolução algébrica/numérica e estudo de soluções matemáticas – Nesta categoria 16 títulos abordam a modelagem matemática para a resolução de problemas de Física com a manipulação de símbolos matemáticos de acordo com as regras da matemática

¹⁸ Ver, para cada categoria, o respectivo quadro de títulos no Anexo B (p. 224-244) e as referências bibliográficas no Anexo C.

simbólica, usando programas como *Mathematica*, *Maple*, etc. Inclui, também, o método dos elementos finitos para cálculos numéricos¹⁹.

Categoria 7: Animações gráficas – Nesta categoria estão 45 títulos que abordam a elaboração de roteiros, desenvolvimento, aplicação e análise de *softwares*, *applets*, *sites* educacionais, simulações computacionais. Inclui ainda análises referentes ao uso de *softwares* comerciais (e.g. *Interactive Physics*, *CMap Tools*).

Categoria 8: Ambientes Virtuais de Aprendizagem – Nesta categoria estão 36 títulos que abordam a concepção, modelização, desenvolvimento e análise de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), bem como, o uso de ferramentas virtuais síncronas e assíncronas da *web 2.0* (*e-mails*, fóruns, *chats*, *blogs*, etc.) como meios colaborativos de aprendizagem. Foram incluídos também AVA por meio de Realidade Virtual e relacionados a mundos virtuais (e.g. *Second Life*).

Categoria 9: Visão discente – Nesta categoria estão 7 títulos que abordam à visão que os estudantes têm em relação à inserção do computador e do laboratório virtual no Ensino de Física.

Categoria 10: Recursos da Internet – Nesta categoria estão 14 títulos que tratam da abordagem baseada em atividades de pesquisa, simulações, vídeos e outros recursos encontrados na internet para o apoio do Ensino de Física.

A Tabela 6 apresenta a distribuição dos títulos pesquisados por modalidade e ano de publicação.

¹⁹ Ver, para cada categoria, o respectivo quadro de títulos no Anexo B (p. 245-252) e as referências bibliográficas no Anexo C.

Tabela 6 - Número de títulos sobre recursos computacionais no Ensino de Física por categoria e ano de publicação

Categorias	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
1	-	-	-	-	-	01	03	-	-	01	03	01	02	11
2	-	01	02	03	02	14	14	04	18	08	06	09	13	94
3	02	03	04	04	03	03	07	05	10	03	09	02	04	59
4	-	02	03	03	04	05	02	07	11	03	13	04	08	65
5	-	01	-	01	-	01	01	01	-	02	02	01	04	14
6	-	-	-	01	01	03	-	02	04	01	01	01	02	16
7	03	03	03	03	-	03	05	06	06	03	07	01	02	45
8	-	-	-	-	-	-	01	02	06	09	04	08	06	36
9	-	01	-	01	-	-	01	02	01	-	-	01	-	07
10	-	-	08	01	-	02	01	01	01	-	-	-	-	14
Total														361

Dentre as modalidades identificadas, a que mais aparece na literatura é a **modelagem e simulação computacional** (94 títulos). Em segundo lugar vem a **coleta e análise de dados em tempo real** (59 títulos) e **recursos multimídia** (65 títulos). Em terceiro e quarto lugares, aparecem **animações gráficas** (45 títulos) e **ambientes virtuais de aprendizagem** (36 títulos), respectivamente.

Os 361 títulos também foram classificados em pesquisa aplicada, básica e neutra. A pesquisa aplicada tem os títulos que apontam algum resultado favorável ao uso educacional dos computadores, isto é, aqueles que apresentam resultados referentes à melhoria da aprendizagem dos estudantes por meio do uso do computador. Como pesquisa básica considera-se os títulos que apresentam propostas, relatos ou revisão de estudos sobre o uso do computador no Ensino de Física e servem de suporte para as pesquisas aplicadas. Como neutros aparecem os títulos que não deixam claro o resultado da pesquisa realizada. Após a leitura de cada artigo²⁰, apresenta-se a distribuição de títulos conforme pode ser apreciada na Tabela 7.

²⁰ Para a visualização dos artigos classificados como pesquisa aplicada, básica ou neutra, ver os quadros apresentados no Anexo B (p. 224-252).

Tabela 7 - Número de títulos sobre recursos computacionais no Ensino de Física por categoria e tipo de pesquisa

Categorias	Pesquisa Aplicada	Pesquisa Básica	Pesquisa Neutra	Total
1	-	11	-	11
2	56	32	06	94
3	10	47	02	59
4	35	26	04	65
5	07	07	-	14
6	03	13	-	16
7	13	31	01	45
8	20	10	06	36
9	04	01	02	07
10	06	07	01	14
Total	154	185	22	361

Observando a Tabela 7 percebe-se que menos da metade dos títulos consultados apresenta resultados referentes à aplicação do computador para a aprendizagem de Física. Dos 154 títulos relativos ao potencial dos computadores no Ensino de Física, 71 (46%) são dissertações/teses que, pressupõe-se, buscarem nas salas de aula dados para comprovarem suas hipóteses e atingirem seus objetivos. Os 83 títulos restantes (54%) são artigos que apresentam algum resultado favorável para o uso educacional dos computadores no Ensino de Física, mas a preocupação se restringe em analisar se houve uma mudança significativa na aprendizagem dos estudantes, geralmente por meio de um pré-teste e um pós-teste. A preocupação dos autores em realizar uma análise mais aprofundada sobre a integração dos computadores aos processos de ensino e aprendizagem não aparecem de forma mais efetiva, justificando assim a sua utilização em sala de aula em detrimento de outras estratégias de ensino, como denunciado por Rosa (1995).

Pelas diversas modalidades apresentadas, percebe-se que as possibilidades do uso dos computadores em processos de aprendizagem no Ensino de Física são múltiplas e outras novas formas de utilização ainda serão exploradas, com o passar dos anos.

Para finalizar, diante do grande número de títulos sobre os recursos computacionais no Ensino de Física, elegeu-se um recurso para analisar com maior profundidade. Assim, passou-se a

analisar os objetos de aprendizagem que começam a despontar no contexto educacional como ferramenta que pretende propiciar aos estudantes uma aprendizagem significativa.

2.4 Bibliografia Encontrada sobre Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Física

Como feito anteriormente para os recursos computacionais no Ensino de Física, apresenta-se a quantidade de artigos encontrados sobre os objetos de aprendizagem (OA) para as seguintes fontes de pesquisa: teses e dissertações, periódicos da área de Ensino de Física e Informática no Ensino e atas de encontros/simpósios de Ensino de Física. Os títulos foram classificados organizando-se os dados em tabelas de frequência para posterior identificação de características e tendências do conjunto selecionado.

I. Teses e Dissertações

Na Tabela 8 apresenta-se o número de teses e dissertações relacionadas aos trabalhos sobre o Ensino de Física e os OA.

Tabela 8 - Número de teses e dissertações, do Banco de Teses da CAPES, por ano, relacionadas com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física (EF) e Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período

DIS/TESES	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Ensino de Física (EF)	18	10	17	23	23	25	39	54	66	70	65	76	84	570
OA (EF)	-	-	-	-	-	-	-	-	02	-	02	02	-	06

Do total de 570 títulos mapeados foram identificados seis títulos referentes aos OA no Ensino de Física²¹. Em 2005 aparece duas dissertações. A primeira é a dissertação de mestrado defendida por Vogler (2005), no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA/SP), intitulada **“Objetos de aprendizagem para aplicações no ensino de física”**, e a segunda é a

²¹ Ver a categorização dos títulos na seção 2.4.1.

dissertação de mestrado **“Curso hipermídia interativo de física: adaptação de um curso presencial através do uso e reuso de objetos de aprendizagem”**, defendida por Bastos (2005), na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

No ano de 2006 não foram encontradas dissertações/teses defendidas versando sobre os OA e o Ensino de Física.

Em 2007, existem duas teses sobre a temática. Uma tese de doutorado defendida por Ferretti (2007), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), intitulada **“Acompanhamento dos processos cognitivos na construção do conceito de equilíbrio físico utilizando objetos digitais de aprendizagem”**. A outra tese foi defendida por Machion (2007), na Universidade de São Paulo (USP), com o título **“Uso de ontologias e mapas conceituais na descoberta e análise de objetos de aprendizagem: um estudo de caso em eletrostática”**.

No ano de 2008 encontrou-se duas dissertações de mestrado, uma defendida por Vasconcelos (2008), na Universidade Federal do Ceará (UFC), com o título **“Objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem computacional exploratória aplicada ao ensino de física”**, e a outra defendida por Meurer (2008), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, intitulada **“Ensino de ciências na 5ª série através de software educacional: o despertar para a física”**.

Não foram encontrados títulos referentes à temática OA e o Ensino de Física em 2009.

II. Artigos em periódicos da área de Educação

Como já apresentado²², depois de pesquisados todos os números dos periódicos selecionados (Cadernos de Pesquisa, Educação e Pesquisa, Linhas Críticas e Revista Brasileira de Educação), não foi encontrado artigo condizente com o Ensino de Física relacionado aos OA.

²² Ver seção 2.3, item II, sobre os títulos encontrados em periódicos da área de Educação.

III. Artigos em periódicos específicos de Ensino de Física

Na Tabela 9 está representado o total de artigos encontrados nas revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física e Física na Escola. Na linha 5 da tabela apresenta-se o número total de publicações encontradas nas três revistas pesquisadas referentes aos trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem - OA (EF), por ano.

Tabela 9 - Número de artigos das revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Física na Escola (FnE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
CBEF	21	22	27	24	25	32	18	66	20	20	20	27	31	353
RBEF	50	56	70	72	57	61	48	61	79	69	83	65	63	834
FnE	-	-	-	07	09	14	15	12	27	21	21	22	16	164
OA (EF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	01	02

Do total de 1351 trabalhos pesquisados nas três revistas citadas anteriormente foram encontrados dois artigos na Revista Brasileira de Ensino de Física sobre OA e o Ensino de Física²³. O primeiro artigo é de Sales et al. (2008), sob o título **“Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico”**, e o segundo artigo foi escrito por Betz; Lima; Mussatto (2009), com o título **“Dualidade onda-partícula: um objeto de aprendizagem baseado no interferômetro de Mach-Zehnder”**.

IV. Artigos em periódicos específicos em Informática no Ensino

Na Tabela 10 é apresentado o total de artigos encontrados nas revistas RENOTE e Revista Brasileira de Informática na Educação. Na linha 4 da tabela mostra-se o número total de

²³ Ver a categorização dos títulos na seção 2.4.1.

publicações encontradas nas duas revistas pesquisadas referentes aos trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem - OA (EF) no período de 1997 a 2009.

Tabela 10 - Número de artigos das revistas RENOTE e Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), por ano, e comparação com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período

	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	TOTAL
RENOTE	-	-	-	-	-	-	39	54	110	105	91	107	60	566
RBIE	07	12	14	12	14	10	10	09	15	13	15	16	16	163
OA (EF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	02	-	03

Dos 729 artigos pesquisados aparecem três trabalhos sobre OA e o Ensino de Física²⁴. Os três artigos foram encontrados na revista RENOTE. O primeiro artigo é de Silva et al. (2006), com o título **“Aprendendo as Leis de Newton com os carrinhos de rolimã”**. O segundo trabalho foi escrito por Dourado et al. (2008), com o título **“Elaboração e catalogação de atividades com objetos de aprendizagem de física no repositório de conteúdos digitais InterRed”**, e o terceiro artigo é de Fagan; Porto; Jauris (2008), com o título **“Desenvolvimento e aplicação de um objeto de aprendizagem sobre o custo do banho para ensino de física”**.

V. Anais de eventos nacionais em Ensino de Física

A Tabela 11 mostra o total de artigos encontrados nas atas/anais dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e dos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF). Na linha 4 desta tabela é apresentado o número total de publicações referentes aos trabalhos sobre os OA e o Ensino de Física - OA (EF), nos dois eventos, no período de 1997 a 2009.

²⁴ Ver a categorização dos títulos na seção 2.4.1.

Tabela 11 - Número de artigos encontrados nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) relacionados com o número de trabalhos sobre o Ensino de Física e os objetos de aprendizagem – OA (EF) no mesmo período

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
EPEF		29		46		37		58		44		61		275
SNEF	34		42		(*)		91		103		71		99	440
OA (EF)	-	-	-	-		-	01	-	-	01	04	01	05	12

(*) As atas referentes ao SNEF de 2001 não foram editadas.

Nas atas do EPEF e do SNEF identificou-se doze trabalhos pertencentes à categoria de OA e o Ensino de Física²⁵. Em 2003 foi encontrado o trabalho de Nunes; Campos; Portela (2003), com o título de **“Produção de módulos de física no projeto ‘Red Internacional Virtual de Educacion’”**. Em 2004 e 2005 não foi encontrada publicação referente à temática.

Em 2006, Barroso; Felipe; Silva (2006) escreveram o artigo **“Aplicativos computacionais e ensino de física”**.

Em 2007 aparecem quatro artigos, sendo o primeiro de Alves et al. (2007), com o título **“Desenvolvimento de conteúdos digitais multimídia no ensino de física”**; o segundo artigo de Fagan et al. (2007), intitulado **“Desenvolvimento de conteúdo pedagógico digital pela metodologia RIVED: O electricista virtual”**; e dois artigos de Vasconcelos et al. (2007a, 2007b), com os títulos: **“Uma análise do uso de objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física quântica”** e **“Uma proposta de reestruturação do processo de criação de objetos de aprendizagem para o ensino de física com a utilização da modelagem exploratória”**, respectivamente.

Em 2008 aparece o artigo de Borcelli; Costa, (2008), sob o título **“Animação interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física”**.

No ano de 2009 foram encontrados cinco trabalhos. O primeiro é de Barroso; Bevilaqua; Felipe (2009), intitulado **“Visualização e interatividade no ensino de física e a produção de aplicativos computacionais”**. O segundo artigo é de Fagan; Porto; Jauris (2009), com o título

²⁵ Ver a categorização dos títulos na seção 2.4.1.

“Objetos de aprendizagem para o ensino de física: custo do banho e código de cores”. O terceiro artigo é de Romero; Andrade; Pietrocola (2009), intitulado **“Parâmetros para análise de roteiros de objetos de aprendizagem”**. O quarto artigo é de Meurer; Steffani (2009), com o título **“Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais”**. Por fim, aparece o trabalho de Sales et al. (2009), sob o título **“Uma metodologia de desenvolvimento de atividades para alimentar o repositório de conteúdos digitais InterRed da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica”**, encerrando, assim, os títulos pesquisados, na literatura delimitada, no recorte dos anos entre 1997 e 2009.

Após os levantamentos estatísticos referentes ao número de pesquisas encontrado nos títulos que serviram como fonte para este estudo e a leitura/elaboração das resenhas individuais de cada trabalho selecionado, fez-se necessária uma abordagem do conjunto dessas pesquisas de uma maneira que pudessem ser analisadas articuladamente, dentro de uma abordagem qualitativa desses estudos. Ressalta-se que não se trata da elaboração de generalizações a respeito do conjunto analisado, mas, antes, uma indicação das principais características e tendências dessa produção, atentando para as principais questões propostas com vistas a procurar pontos que sirvam de comparações ou de contraposições à pesquisa.

2.4.1 Categorização dos títulos selecionados

Em relação ao processo de trabalho fez-se uma leitura interpretativa e minuciosa dos títulos encontrados e uma síntese de cada um deles privilegiando os seguintes itens: objetivo, referencial teórico, metodologia, coleta/análise de dados e resultados.

Elaborou-se uma resenha de cada título para possibilitar, de forma mais aprofundada, a seleção para o estudo favorecendo a categorização de todos os trabalhos. Estes trabalhos foram agrupados conforme o teor e/ou o enfoque principal de cada estudo, para que, então, fossem estudados conjuntamente e articuladamente nesta revisão.

As categorias definidas nas quais todos os trabalhos referentes aos OA e o Ensino de Física puderam ser classificados de acordo com o desenvolvimento de cada estudo são apresentadas a seguir.

Categoria 11 - Produção de objetos de aprendizagem – Nesta categoria obteve-se 14 títulos que abordam relatos de experiência sobre a elaboração, desenvolvimento, produção e catalogação de OA.

Para uma apresentação mais organizada e um melhor entendimento dessa categoria uma nova subdivisão foi efetuada em outras três subcategorias:

Categoria 11A - Relato de experiência (8 títulos);

Categoria 11B – Catalogação (3 títulos);

Categoria 11C - Melhoria de parâmetros para a catalogação (3 títulos).

Categoria 12 - Aplicação de objetos de aprendizagem – Nesta categoria obteve-se 9 títulos que abordam o uso de OA para a melhoria da aprendizagem em Física.

A Tabela 12 contém as publicações pertencentes à **categoria 11** e **subcategorias 11A, 11B e 11C**, listadas em ordem alfabética por autores e com as principais características de cada trabalho. Posteriormente, a Tabela 13 apresenta as publicações pertencentes à **categoria 12**. Após cada tabela realizou-se a apresentação de cada pesquisa procurando descrever os principais temas, focos de análise e resultados encontrados com uma apreciação geral sobre o conjunto analisado.

Tabela 12 - Publicações bibliográficas encontradas sobre a produção de objetos de aprendizagem no período de 1997 a 2009

N.º	AUTORES	TÍTULO	QUESTÃO-PROBLEMA / OBJETIVO	REFERENCIAL TEÓRICO	METODOLOGIA	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	RESULTADOS
01	(ALVES, et al., 2007)	Desenvolvimento de conteúdos digitais multimídia no ensino de física	Relatar a experiência adquirida no processo de desenvolvimento de um objeto de aprendizagem	Não especificado	Metodologia desenvolvida pelo RIVED para elaboração de OA	Não houve	Não tem
02	(BARROSO; BEVILAQUA; FELIPE, 2009)	Visualização e interatividade no ensino de física e a produção de aplicativos computacionais	Apresentar o processo de desenvolvimento e construção de objetos de aprendizagem para o ensino de física	Teoria cognitiva	Não especificado	Não houve	Não tem
03	(BARROSO; FELIPE; SILVA, 2006)	Aplicativos computacionais e ensino de física	Apresentar o processo de desenvolvimento e construção de objetos de aprendizagem para o ensino de física	Teoria cognitiva	Não especificado	Não houve	Não tem
04	(BETZ; LIMA; MUSSATTO, 2009)	Dualidade onda-partícula: um objeto de aprendizagem baseado no interferômetro de Mach-Zehnder	Apresentar uma nova animação/simulação para o interferômetro de Mach-Zehnder	Não especificado	Pesquisa-ação	Por meio das perguntas dos estudantes de Licenciatura em Física da UFRGS cursando a disciplina “Introdução a Física Quântica” durante a apresentação do OA e por um questionário aplicado	Pontos positivos referentes a construção do OA
05	(DOURADO et al., 2008)	Elaboração e catalogação de atividades com objetos de aprendizagem de física no repositório de conteúdos digitais InterRed	Elaboração de atividades para a catalogação de conteúdos digitais a fim de alimentar o repositório da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica denominado InterRed	Não especificado	Pesquisa na <i>web</i> , elaboração de atividades e catalogação	Estatística de acesso ao InterRed	Não tem

continua

N.º	AUTORES	TÍTULO	QUESTÃO-PROBLEMA / OBJETIVO	REFERENCIAL TEÓRICO	METODOLOGIA	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	RESULTADOS
06	(FAGAN et al., 2007)	Desenvolvimento de conteúdo pedagógico digital pela metodologia RIVED: O eletricista virtual	Relatar a experiência adquirida no processo de desenvolvimento de um objeto de aprendizagem	Ausubel	Metodologia desenvolvida pelo RIVED para elaboração de OA	Não houve	Não tem
07	(FAGAN; PORTO; JAURIS, 2008)	Desenvolvimento e aplicação de um objeto de aprendizagem sobre o custo do banho para ensino de física	Relatar a experiência adquirida no processo de desenvolvimento de um objeto de aprendizagem	Ausubel	Metodologia desenvolvida pelo RIVED para elaboração de OA	Pré-teste, manipulação do OA, pós-teste e questionário de opinião quanto à navegação e ao assunto com calouros do curso de Bacharelado em Física da UNIFRA divididos em 8 grupos	Melhor entendimento dos conceitos básicos de Física pelos estudantes
08	(FAGAN; PORTO; JAURIS, 2009)	Objetos de aprendizagem para o ensino de física: custo do banho e código de cores	Relatar a experiência adquirida no processo de desenvolvimento de um objeto de aprendizagem	Ausubel	Metodologia desenvolvida pelo RIVED para elaboração de OA	Pré-teste contendo 10 questões, manipulação do OA e pós-teste composto por 9 questões aplicados a 16 estudantes calouros do curso de Bacharelado em Física da UNIFRA	Melhor entendimento dos conceitos básicos de Física pelos estudantes
09	(MACHION, 2007)	Uso de ontologias e mapas conceituais na descoberta e análise de objetos de aprendizagem: Um estudo de caso em eletrostática	Elaborar uma ferramenta para a descoberta, análise e composição de material didático – SEQUOA (Sequenciamento de OA), para dar suporte ao professor na tarefa de seleção e composição de objetos de aprendizagem	Teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, mapas conceituais e ontologias para a <i>web</i>	Estudo de caso no domínio da Eletrostática	231 OA que depois de serem catalogados e descritos em termos de seus objetivos didáticos resultaram em 59 fragmentos didáticos diferentes	Não tem

continuação

N.º	AUTORES	TÍTULO	QUESTÃO-PROBLEMA / OBJETIVO	REFERENCIAL TEÓRICO	METODOLOGIA	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	RESULTADOS
10	(NUNES; CAMPOS; PORTELA, 2003)	Produção de módulos de física no projeto “Red Internacional Virtual de educacion”	Relatar a produção de objetos de aprendizagem no âmbito do projeto RIVED	Não especificado	Metodologia desenvolvida pelo RIVED para elaboração de OA	Não houve	Não tem
11	(ROMERO; ANDRADE; PIETROCOLA, 2009)	Parâmetros para análise de roteiros de objetos de aprendizagem	Desenvolver parâmetros de avaliação pedagógica para os roteiros dos OA antes de sua fase de produção	Teoria cognitiva	Pesquisa documental sobre produção de roteiros	Elaboração de um “Check List” contemplando características necessárias para um OA de qualidade	Não tem
12	(SALES et al., 2009)	Uma metodologia de desenvolvimento de atividades para alimentar o repositório de conteúdos digitais InterRed da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica	Elaboração e catalogação de atividades com objetos de aprendizagem de física no repositório de conteúdos digitais InterRed	Elaboração de atividades para a catalogação de conteúdos digitais a fim de alimentar o repositório da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica denominado InterRed	Pesquisa na <i>web</i> , elaboração de atividades e catalogação	Estatística de acesso ao InterRed	Não tem
13	(SILVA et al., 2006)	Aprendendo as Leis de Newton com os carrinhos de rolimã	Relatar a experiência na produção de um objeto de aprendizagem	Piaget	Não especificado	Não houve	Não tem
14	(VASCONCELOS et al., 2007b)	Uma proposta de reestruturação do processo de criação de objetos de aprendizagem para o ensino de física com a utilização da modelagem exploratória	Proposta de reestruturação do processo de criação de objetos de aprendizagem pelo RIVED	Paradigmas educacionais que embasam o uso de ambientes computacionais; teoria cognitivista de Ausubel	Estudo de caso	Trabalho de modelagem com o uso do OA e a avaliação de sua usabilidade com 32 estudantes da 3ª série do Ensino Médio do CEFET-CE trabalhando em duplas	Melhor entendimento do efeito fotoelétrico pelos estudantes e aprovação pelos mesmos do uso do OA

conclusão

Categoria 11 – Produção de objetos de aprendizagem

Na **Categoria 11 (Produção de objetos de aprendizagem)** foram encontrados quatorze trabalhos. Três (3) trabalhos são originários do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) em Santa Maria – RS, três (3) da Universidade Federal do Ceará em parceria com o Centro Federal de Tecnologia do Ceará (CEFET-CE), quatro (4) da Universidade de São Paulo, um (1) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, um (1) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade de Passo Fundo (UPF-RS), dois (2) da Universidade Federal do Rio de Janeiro e, um (1) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás - CEFET-GO/UNED-Jataí.

Utilizando as subcategorias propostas anteriormente oito (8) trabalhos se apresentam como **relato de experiência (Categoria 11A)** no processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem: 1. *Objetos de aprendizagem para o ensino de física: custo do banho e código de cores*; 2. *Desenvolvimento e aplicação de um objeto de aprendizagem sobre o custo do banho para ensino de física*; 3. *Desenvolvimento de conteúdo pedagógico digital pela metodologia RIVED: O eletricista virtual*; 4. *Aprendendo as Leis de Newton com os carrinhos de rolimã*; 5. *Dualidade onda-partícula: um objeto de aprendizagem baseado no interferômetro de Mach-Zehnder*; 6. *Desenvolvimento de conteúdos digitais multimídia no ensino de física*; 7. *Aplicativos computacionais e ensino de física*; 8. *Visualização e interatividade no ensino de física e a produção de aplicativos computacionais*.

Os dois primeiros trabalhos foram elaborados pela equipe do Mestrado Profissional do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) em Santa Maria – RS. Nesses dois trabalhos é relatada toda a metodologia utilizada pela equipe de produção para o desenvolvimento de dois OA: o Custo do Banho e o Código de Cores. O primeiro objeto de aprendizagem “Custo do Banho” enfatiza alguns conceitos físicos básicos tais como: potência elétrica, vazão, energia elétrica e potência elétrica fazendo relação desses conteúdos com o cotidiano do estudante. O segundo objeto de aprendizagem “Código de Cores” busca, por meio de fotos e interações com o objeto, o entendimento do código de cores de resistores e sua aplicação. O objeto “Custo do Banho” foi testado com 16 estudantes ingressantes no Curso de Bacharelado em Física da UNIFRA.

Os resultados apresentados pelos pesquisadores são de um melhor entendimento dos conceitos básicos de Física relacionados ao objeto “Custo do Banho” e um grande interesse dos estudantes avaliados em manipularem o OA.

Quanto ao OA “O eletricista virtual” também elaborado pela equipe do Mestrado Profissional do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) apresenta assuntos relacionados a corrente elétrica, resistência, geradores e potencial elétrico em um circuito resistivo. Este é um trabalho sem resultados práticos, pois o OA ainda não foi implementado junto aos estudantes buscando verificar a sua eficiência e aplicabilidade.

No trabalho *Aprendendo as Leis de Newton com os carrinhos de rolimã* da Universidade de Passo Fundo em parceria com o Programa de Pós-Graduação em Informática da Educação da UFRGS é apresentado outro objeto. Neste OA são abordadas as Leis de Newton e o estudante é incentivado a “configurar” da melhor maneira possível seu carrinho de rolimã informando 5 (cinco) parâmetros: massa do chassi; tipo de roda (borracha ou metal); massa do desafiante; tipo de pista (asfalto ou terra); e, força do empurrão para chegar na frente do carrinho de rolimã gerado randomicamente pelo computador, ao final de uma pista. Ganha quem tiver conseguido a melhor configuração para o carrinho de rolimã. Segundo seus autores o OA busca “de forma lúdica, construtivista e de uma brincadeira infanto-juvenil relacionar os conceitos das Leis de Newton com o dia-a-dia do aprendiz”. Este é um trabalho que ainda não foi aplicado com estudantes.

O trabalho, *Dualidade onda-partícula: um objeto de aprendizagem baseado no interferômetro de Mach-Zehnder* é um artigo publicado na RBEF, de autoria de Betz, Lima e Mussatto, pesquisadores do Instituto de Física da UFRGS. Os autores têm como objetivo apresentar uma animação/simulação do interferômetro de Mach-Zehnder para o estudo da dualidade onda-partícula. O OA mesmo precisando de ajustes para a sua finalização foi utilizado numa aula de física quântica na UFRGS. Pelas respostas aos questionários distribuídos, os autores constataram pontos positivos do objeto e acreditam que as visualizações teórico-conceituais complementam de maneira vantajosa a simulação real do dispositivo experimental usado em laboratórios de Física Moderna. Os autores se detiveram mais aos aspectos técnicos do OA do que nos aspectos pedagógicos do objeto.

O trabalho de Alves et al (2007) relata a experiência de professores e estudantes do curso de Licenciatura em Física e do curso de Tecnologia em Sistema de Informação do CEFET-GO - Jataí no desenvolvimento de um OA para a Fábrica Virtual criada pelo projeto RIVED. Eles decidiram apresentar um OA “Eletrize seu conhecimento” envolvendo os conceitos de eletrização e carga elétrica. O OA identifica algumas situações do cotidiano onde são necessários conceitos de eletrização e cargas elétricas para sua explicação. Também, neste trabalho não há resultados práticos referentes a avaliação deste objeto de aprendizagem em sala de aula para investigar a contribuição do mesmo no processo de ensino-aprendizagem.

Os dois últimos trabalhos foram elaborados pela equipe do LIMC (Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Ensino de Matemática e Ciências) da Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria com a FIOCRUZ e são semelhantes. Nestes dois trabalhos é apresentado um material constituído por 35 OA abordando temas de física do ensino médio e superior, e são divididos em cinco grandes grupos (ótica geométrica, circuitos, oscilações e ondas, movimentos e sua descrição, movimentos e suas causas). Em um dos trabalhos são apresentados dois aplicativos computacionais “Aceleração, velocidade e trajetória” e “Diapasão e som” e no outro os autores apresentam 4 (quatro) OA sem proceder a uma discussão mais aprofundada de cada objeto. As telas apresentadas são “*O sistema massa-mola*” e “*Oscilações harmônicas e movimento circular uniforme*” que tratam de conceitos associados a oscilações, período, amplitude, e fase. Os outros dois objetos destacados são o de um simulador para o problema do encontro de barcos, explorando de forma interativa os conceitos ligados à mudança de sistema de referência “*O encontro de barcos*” e “*Trem de Einstein*” explorando a discussão da relatividade da simultaneidade. Os autores não se preocupam em apresentar um trabalho de avaliação do uso desses aplicativos em ambientes de aprendizagem, mas afirmam que o material produzido foi e está sendo utilizado em cursos de física básica, em cursos de formação inicial e continuada de professores (presenciais e a distância).

Na introdução, praticamente todos os trabalhos partem de uma mesma estrutura para chegar ao relato de suas experiências com a produção de um OA. Os trabalhos iniciam mostrando o interesse surgido com a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino e o aumento de projetos e pesquisas associando recursos digitais com conteúdos educacionais de forma a proporcionar maior interesse e interatividade dos estudantes. É nesse campo que têm destaque o OA como material instrucional associando tecnologias com o uso

de multimídias interativas. Apesar dos trabalhos se referirem aos OA, com exceção dos trabalhos de Silva (2006); Barroso; Felipe; Silva (2006) e Barroso; Bevilaqua; Felipe (2009), uma ausência percebida é a conceitualização do que seja um OA e suas características.

O referencial teórico, quando especificado, refere-se à aprendizagem significativa de Ausubel ou a teoria epistemológica de Piaget fator relevante, pois os dois teóricos são cognitivistas e, embora, haja diferenças entre as suas concepções há alguns aspectos em que o pensamento desses autores se assemelha como quando: enfatizam a importância da compreensão dos processos psicológicos em desenvolvimento ou mencionam que a estruturação do conhecimento deve levar em conta os conhecimentos prévios do aprendiz. Por outro lado, a metodologia nem sempre é explicitada, e o que se encontra são ações técnicas e pedagógicas das equipes para desenvolver os OA.

Categoria 11B – Catalogação

Outra preocupação que surge nos trabalhos é quanto à **catalogação (Categoria 11B)** dos objetos de aprendizagem para um melhor acesso pelo usuário. Estão nessa linha três (3) trabalhos: *1. Elaboração e catalogação de atividades com objetos de aprendizagem de física no repositório de conteúdos digitais InterRed; 2. Uma metodologia de desenvolvimento de atividades para alimentar o repositório de conteúdos digitais InterRed da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica; e 3. Produção de módulos de física no projeto 'Red Internacional Virtual de Educacion'.*

Os dois primeiros trabalhos têm em comum a elaboração de atividades para a catalogação de conteúdos digitais a fim de alimentar os repositórios na rede *web*. O repositório escolhido foi o da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) do Ceará, denominado InterRed. Para a elaboração das atividades os autores, fizeram uma pesquisa na rede *web* em busca de *applets*, simulações, softwares de Física e OA disponibilizados na Rede Interativa Virtual de Aprendizagem (RIVED), no Laboratório Didático Virtual da USP (LabVirt), no projeto CESTA da UFRGS e no próprio InterRed. Os autores esperam que as atividades elaboradas e depositadas no repositório de objetos de aprendizagem InterRed possam ser um instrumento que leve o professor a apropriar-se das inovações tecnológicas e desta forma contribuam para uma aprendizagem significativa da Física.

No outro trabalho *Produção de módulos de física no projeto “Red Internacional Virtual de Educacion”* de Nunes; Campos; Portela (2003) são apresentados alguns OA produzidos no âmbito do projeto RIVED quando este foi criado em 1999. O trabalho deve ser lido criticamente, pois atualmente, o projeto, sofreu algumas modificações em relação ao planejamento inicial.

Os três trabalhos apresentados são relatos de funcionamento de repositórios de objetos de aprendizagem. Assim, nos trabalhos não são explicitados o referencial teórico, metodologia, coleta e análise de dados bem como resultados. O ponto positivo encontrado nesses trabalhos é a preocupação em apresentar os bancos de OA para proporcionar ao leitor/aprendiz a oportunidade de conhecer e de apropriar-se desses recursos tecnológicos.

Categoria 11C – Melhoria de parâmetros para a catalogação

Outro bloco de pesquisa é a da **melhoria de parâmetros para a catalogação (Categoria 11C)** dos OA. Nessa subcategoria há três (3) trabalhos: *1. Parâmetros para análise de roteiros de objetos de aprendizagem; 2. Uma proposta de reestruturação do processo de criação de objetos de aprendizagem para o ensino de física com a utilização da modelagem exploratória; e 3. Uso de ontologias e mapas conceituais na descoberta e análise de objetos de aprendizagem: um estudo de caso em eletrostática.*

O primeiro trabalho apresenta um estudo preliminar objetivando desenvolver alguns parâmetros de avaliação para serem utilizados antes da fase de produção dos OA a fim de evitar a elaboração de objetos sem qualidade pedagógica e o desperdício de tempo e financiamento com os mesmos. Os autores chegaram à conclusão de que um roteiro para analisar se um OA é de boa qualidade deve possuir questões que avaliem como o conteúdo pedagógico é abordado e contextualizado; a facilidade de navegação e interatividade do estudante com o objeto; os recursos de informação (sonoros, visuais, escritos, etc.); a qualidade do design e *storyboard* apresentando elementos lúdicos apropriados; e, a sensibilidade de despertar identificação e motivação no estudante. O segundo trabalho também se espelha no processo de criação de um OA pelo projeto RIVED onde os autores acrescentam duas etapas uma de refinamento e outra etapa relacionada à validação dos resultados junto aos estudantes, como forma de aperfeiçoar a qualidade da produção dos

objetos. Para a descrição desse novo modelo, o grupo, utiliza o OA “Pato Quântico” que é uma analogia do efeito fotoelétrico para o cálculo da constante de Planck.

O último trabalho é a tese de Machion (2007) desenvolvida no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. O termo ontologia usado pela autora é emprestado da filosofia para a área da inteligência artificial (IA) e descreve formalmente um domínio específico de conhecimento. A autora percebeu que os OA como são armazenados nos bancos de dados dos repositórios permite apenas o gerenciamento das informações com relação aos seus aspectos técnicos e não para fornecer informações pedagógicas a quem os utiliza. Assim, ela propõe uma ferramenta para a descoberta, análise e composição de material didático chamada SEQUOA (**Sequenciamento de Objetos de Aprendizagem**) que dê suporte ao professor na tarefa de seleção e composição de objetos de aprendizagem. Para comprovar a validade da ferramenta SEQUOA foi feito um estudo de caso no conteúdo de Eletrostática onde obteve como resultado a descoberta de 231 OA diferentes.

Em todos os títulos analisados, o referencial teórico quando explicitado se fundamenta na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e nos estudos de Piaget e a metodologia utilizada é na maioria dos trabalhos relacionada com a metodologia do RIVED para a construção de objetos de aprendizagem. Não são encontrados, na maioria dos trabalhos, resultados mostrando que os objetos desenvolvidos e produzidos por diversas instituições federais, estão contribuindo para o ensino e a aprendizagem de conceitos físicos pelos estudantes quando os mesmos interagem com os OA.

A Tabela 13 apresenta as publicações pertencentes à **Categoria 12**. Os títulos encontrados nesta categoria estão ligados diretamente com esta pesquisa, pois abordam o uso de OA em sala de aula.

Como na tabela anterior, os títulos apresentados na Tabela 13, aparecem discriminados com os autores listados em ordem alfabética e com as principais características de cada trabalho. Após a tabela é feito um relato de cada pesquisa.

Tabela 13 - Publicações bibliográficas sobre objetos de aprendizagem e o Ensino de Física no período de 1997 a 2009

N.º	AUTORES	TÍTULO	QUESTÃO-PROBLEMA / OBJETIVO	REFERENCIAL TEÓRICO	METODOLOGIA	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	RESULTADOS
15	(BASTOS, 2005)	Curso hipermídia interativo de física: adaptação de um curso presencial através do uso e reuso de objetos de aprendizagem	Avaliar o impacto da utilização sistemática de um curso digital, em uma plataforma de ensino a distância, como apoio para um curso presencial	Não especificado	Pesquisa-ação onde os participantes, estudantes e professor, interagem e contribuem na elaboração do curso na web	Testes, listas de exercícios, provas, práticas de laboratório, questionário de atitude e de opinião e observações do professor trabalhando com 65 estudantes da última série do curso noturno de Física de uma escola técnica estadual no Rio de Janeiro	Motivação dos estudantes; aumento de acessos à plataforma; autonomia na navegação das atividades
16	(BORCELLI; COSTA, 2008)	Animação interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física	Avaliar o uso de uma animação interativa como um material potencialmente significativo para oportunizar a aprendizagem de conceitos em Física	Ausubel	Não especificada	A proposta pedagógica foi desenvolvida em três encontros. Em cada encontro os estudantes (74) responderam um questionário, cujas respostas foram analisadas	Integração significativa de novas informações a estrutura cognitiva dos estudantes

continua

N.º	AUTORES	TÍTULO	QUESTÃO-PROBLEMA / OBJETIVO	REFERENCIAL TEÓRICO	METODOLOGIA	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	RESULTADOS
17	(FERRETTI, 2007)	Acompanhamento dos processos cognitivos na construção do conceito de equilíbrio físico utilizando objetos digitais de aprendizagem	Como os princípios da Psicologia Cognitiva e os métodos da Epistemologia Genética, aplicados a objetos digitais interativos, podem servir para verificar e analisar os processos cognitivos em desenvolvimento na construção de conceitos físicos pelo sujeito?	Epistemologia Genética de Piaget	Entrevista clínica	111 entrevistas com 52 estudantes na faixa de 11 a 14 anos da educação básica. Por meio de dois exemplos, o autor acompanha o desenvolvimento do conceito de equilíbrio mecânico ocorrido durante a interação dos estudantes com o OA “balança digital tipo gangorra”	Uso do OA como ferramenta capaz de auxiliar o professor na pesquisa do desenvolvimento dos processos cognitivos
18	(MEURER, 2008)	Ensino de ciências na 5a. série através de software educacional: o despertar para a física	Despertar o interesse do estudante da 5a. série pelo aprendizado da Física por meio de atividades lúdicas	Piaget e Ausubel	Implementação de material instrucional no período de 15 semanas no total de 45h/a	22-32 estudantes da 5a. série do Ensino Fundamental. Por meio de observações, atividades, material produzido pelos estudantes, pré-teste e pós-teste	Uso de OA como organizadores prévios e instrumentos de associação de conhecimentos
19	(MEURER; STEFFANI, 2009)	Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais	Divulgar o OA, discutir sua eficiência e aplicabilidade e, principalmente, estimular professores a usarem o recurso em suas práticas docentes	Ausubel	Não específica	O OA foi aplicado em escolas estaduais de Rio Pardo (RS) e em eventos no Planetário da UFRGS	O OA proporcionou aos estudantes interesse pela Ciência e auxiliou-os na auto-aprendizagem e na construção do conhecimento

continuação

N.º	AUTORES	TÍTULO	QUESTÃO-PROBLEMA / OBJETIVO	REFERENCIAL TEÓRICO	METODOLOGIA	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	RESULTADOS
20	(SALES et al., 2008)	Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico	Discussão referente à aplicação do OA “Pato quântico” por meio da realização de atividades de modelagem exploratória no cálculo da constante de Planck	Paradigmas educacionais que embasam o uso de ambientes computacionais; teoria cognitivista de Ausubel	Estudo de caso	32 estudantes de Ensino Médio do CEFET-CE trabalhando em duplas com o OA. Trabalho de modelagem com o uso do pato quântico e a avaliação de usabilidade desse OA para o Ensino de Física	Melhor entendimento do efeito fotoelétrico pelos estudantes e aprovação pelos mesmos do uso do OA
21	(VASCONCELOS, 2008)	Objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem computacional exploratória aplicada ao ensino de física	Investigar a contribuição de atividades de modelagem exploratória a partir do uso de um objeto de aprendizagem voltado para a aprendizagem em Física no Ensino Médio	Fundamentos teóricos referentes à modelagem computacional no ensino	Estudo de caso	Idem ao anterior	Idem ao anterior
22	(VASCONCELOS et al., 2007)	Uma análise do uso de objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física quântica	Discussão referente à aplicação do OA “Pato quântico” por meio da realização de atividades de modelagem exploratória no cálculo da constante de Planck	Paradigmas educacionais que embasam o uso de ambientes computacionais; teoria cognitivista de Ausubel	Estudo de caso	Idem ao anterior	Melhor entendimento do efeito fotoelétrico pelos estudantes e aprovação pelos mesmos do uso do OA
23	(VOGLER, 2005)	Objetos de aprendizagem para aplicações no ensino de física	Discutir a importância da utilização de recursos computacionais como ferramentas auxiliares dentro do processo ensino-aprendizagem	Piaget e Bruner	Não especificada	Aplicação de um questionário de opinião	Validação da proposta e indícios favoráveis à inserção dos OA em sala de aula

conclusão

Categoria 12 - Aplicação de objetos de aprendizagem

Na seleção dos nove trabalhos localizados na **Categoria 12 (aplicação de objetos de aprendizagem)** foi encontrado um (1) trabalho originário da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza; dois (2) da Universidade Federal do Ceará em parceria com o Centro Federal de Tecnologia do Ceará (CEFET-CE); um (1) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – SP; dois (3) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; um (1) da Universidade Federal do Rio de Janeiro e um (1) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

O primeiro trabalho a ser analisado é uma dissertação de mestrado defendida por Bastos (2005) no Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro intitulada ***“Curso hipermídia interativo de física: adaptação de um curso presencial através do uso e reuso de objetos de aprendizagem”***. A dissertação é uma proposta de adaptação de um curso presencial, ofertado pelo autor, para um curso virtual utilizando a plataforma Pii (Plataforma Interativa para a Internet) do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Para elaborar a atividade com o OA foi disponibilizada uma apresentação da atividade contendo (título, tópicos principais, resumo e uma figura ilustrando o tema) mais um guia de estudo contendo as orientações necessárias para o estudante utilizar cada recurso disponível e requisitos opcionais como: uma biblioteca contendo textos, artigos, leituras ou recomendações de sítios necessários para o desenvolvimento da atividade e um local contendo exercícios necessários para a fixação dos conceitos abordados na atividade. Os dados coletados estão relacionados ao grau de desempenho, atitude, participação e número de acessos dos estudantes à plataforma Pii.

O segundo trabalho é o artigo escrito por Borcelli e Costa (2008) intitulado ***“Animação interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física”***. Neste trabalho Borcelli usa o OA *“Um Banho de Efeito Joule”*, tendo como foco a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, para a introdução de conceitos de eletricidade e calorimetria em turmas de oitava série do Ensino Fundamental. O OA oferece controle sobre algumas variáveis, como: a tensão da rede elétrica, a potência dissipada na resistência do chuveiro, a vazão e a temperatura ambiente da água. Borcelli relata que esse OA foi aplicado em 2007, durante três encontros em duas turmas de oitava série constituída por 74 estudantes em uma escola particular de Porto Alegre. Ao apresentar seus resultados e análise ela expõe que a maioria dos estudantes desconhece como ocorre o aquecimento da

água pelo chuveiro indicando apenas que o chuveiro necessita da eletricidade para funcionar. Pelo questionário aplicado durante a atividade com o OA ela acredita que os estudantes integraram significativamente as novas informações a sua estrutura cognitiva. Na última etapa de seu trabalho, Borcelli identificou por meio das respostas obtidas com um novo instrumento de avaliação constituído por duas questões, alguns conceitos que teriam sido aprendidos pelos estudantes e conclui que esse OA apresenta-se como um recurso potencialmente significativo para facilitar a aquisição de conceitos de Física.

O terceiro trabalho é a tese de doutorado defendida por Ferretti (2007) intitulada ***“Acompanhamento dos processos cognitivos na construção do conceito de equilíbrio físico utilizando objetos digitais de aprendizagem”***. A tese foi desenvolvida no Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ferretti elaborou o objeto material (real) e posteriormente o objeto digital (virtual) - balança em forma de gangorra, para serem utilizados na coleta de dados. O autor usa um nome diferente para o OA, pois ele quer enfatizar que irá trabalhar com dois tipos de OA - um virtual e outro real. É na Epistemologia Genética de Piaget, que o autor encontra tanto a explicação teórica (Equilibração das Estruturas Cognitivas) como o método (Método Clínico Piagetiano) capaz de ajudar a conhecer os processos cognitivos em desenvolvimento em estudantes da Educação Básica. Para a coleta de dados realizou 111 entrevistas com 52 estudantes na faixa etária de 11 a 14 anos de 3 (três) escolas públicas de educação básica. Para o autor, essas entrevistas permitiram acompanhar os processos cognitivos que se desenvolveram na construção do conceito de equilíbrio na balança. Apresenta no final de sua pesquisa três exemplos para comprovar sua tese.

O quarto trabalho é a dissertação de mestrado defendida por Meurer (2008) intitulada ***“Ensino de ciências na 5ª série através de software educacional: o despertar para a física”***. A dissertação foi defendida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e descreve a produção e uso de quatro OA para o aprendizado de conceitos físicos no Ensino Fundamental. Fundamentando-se nas teorias cognitivas de Ausubel e Piaget para a construção dos OA e sua aplicação em sala de aula, a autora procura despertar o interesse de 32 estudantes da 5ª série para o aprendizado de Física.

O quinto trabalho é o artigo intitulado ***“Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais”*** (MEURER; STEFFANI, 2009)

baseado na dissertação de Meurer (2008) e apresenta o OA “Astronomia”, suas telas, seu funcionamento e os conceitos físicos discutidos. O OA foi aplicado em escolas do município do Rio Pardo (RS) e em eventos no Planetário da UFRGS tendo boa aceitação dos participantes.

O sexto, sétimo e oitavo artigos estão relacionados. O sexto artigo de Sales et al. (2008) *“Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem Pato Quântico”* e o oitavo artigo de Vasconcelos et al. (2007) *“Uma análise do uso de objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física quântica”* fazem parte da dissertação de mestrado defendida por Vasconcelos (2008). Os trabalhos foram desenvolvidos no Centro de Ciências do Departamento de Computação da Universidade Federal do Ceará. A seguir, é relatado o trabalho de dissertação de Vasconcelos (2008) intitulada *“Objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem computacional exploratória aplicada ao ensino da física”*. Na sua dissertação de mestrado, Vasconcelos (2008) investiga a contribuição de atividades de modelagem exploratória a partir do uso do objeto de aprendizagem “Pato Quântico” voltado para a compreensão do efeito fotoelétrico e cálculo da constante de Planck. Para o autor uma atividade de modelagem exploratória é aquela onde acontece a interação social estudante/professor, estudante/estudante e a mediação propiciada pelo computador. O OA foi aplicado em uma turma de 32 estudantes de Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado do Ceará (CEFET-CE) e a análise dos dados foi realizada levando em conta o trabalho de modelagem e a avaliação de usabilidade deste OA para o Ensino de Física. Nos três trabalhos, os autores, concluem que por meio da modelagem exploratória, os OA podem apresentar-se como uma ferramenta de auxílio ao professor na desmistificação da aprendizagem em Física, e na possibilidade de uma melhor compreensão dos fenômenos quânticos.

O último trabalho encontrado é a dissertação de mestrado defendida por Vogler (2005) intitulada *“Objetos de aprendizagem para aplicações no ensino de física”*. A dissertação foi desenvolvida no Instituto de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Seu objetivo foi discutir a importância da utilização de recursos computacionais como ferramentas auxiliares dentro do processo ensino-aprendizagem, principalmente a utilização de OA dentro do ambiente de sala de aula. O autor discute a utilização de recursos computacionais para a elaboração de simulações, apresenta linguagens de programação para a construção de OA e o

desenvolvimento de três OA: sistema massa-mola amortecido, pára-quedista em queda livre e com resistência do ar, desenvolvidos por ele. Ao final é apresentada uma forma de validação da proposta por meio de um projeto piloto aplicado em uma turma do 1º ano do Ensino Fundamental (Ciclo Básico).

Na Tabela 14 mostra-se um resumo da frequência de trabalhos encontrados sobre objetos de aprendizagem e o Ensino de Física para facilitar a compreensão sobre os comentários que serão expostos.

Tabela 14 - Número de trabalhos obtidos sobre Ensino de Física e objetos de aprendizagem em Teses e Dissertações, revistas especializadas na área de Ensino de Física (RBEF, Física na Escola), revista especializada em Informática na Educação (RENOTE) e anais dos eventos nacionais em Ensino de Física (EPEF/SNEF) no período de 1997 a 2009

	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Total
TESES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02	-	-	02
DISSERT.	-	-	-	-	-	-	-	-	02	-	-	02	-	04
RBEF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	01	02
RENOTE	*	*	*	*	*	*	-	-	-	01	-	02	-	03
EPEF		-		-		-		-		01		01		02
SNEF	-		-		**		01		-		04		05	10
TOTAL	-	-	-	-	-	-	01	-	02	02	06	06	06	23

* Não houve publicação no ano; ** As atas não foram publicadas.

No tocante à distribuição temporal, as pesquisas estão concentradas ao longo dos últimos sete anos. Constata-se, conforme mostrado na Tabela 14 que houve um aumento de trabalhos a partir de 2007. O pequeno número de trabalhos sobre os OA no Ensino de Física pode estar relacionado à novidade da temática, pois é só a partir de 2004, com a criação da Fábrica Virtual pelo projeto RIVED, que os OA começaram a ser elaborados pelas Instituições de Ensino Superior e, conseqüentemente, ocasionado um aumento do interesse para esse campo de estudo. Dos 23 trabalhos consultados 14 títulos (61%) apresentam relatos de experiência no desenvolvimento, elaboração e produção de OA mostrando que ainda há pouca pesquisa na área visando o uso efetivo dos OA para aprendizagem de conceitos físicos em sala de aula.

Nos trabalhos consultados nem sempre há menção a respeito da metodologia. Pressupõe-se que os autores acreditem que a metodologia deve estar embutida no corpo do trabalho, embora nem sempre esta presença se manifeste claramente. Há o uso de termos genéricos como pesquisa qualitativa, pesquisa exploratória, entrevistas, entrevistas semi-estruturadas, questionários de sondagem etc. Os métodos de avaliação da aprendizagem do estudante são na sua maioria questionários aplicados antes (pré-teste) e depois do uso de um OA (pós-teste) e/ou questionários de opinião sobre o uso dos objetos no intuito mais da validação técnica do mesmo do que na real análise do seu conteúdo pedagógico. É importante enfatizar que todos os trabalhos onde foram usados OA para averiguar a aprendizagem de conceitos físicos pelos estudantes foram OA desenvolvidos pelos próprios autores da pesquisa. Isso pode criar um viés para a investigação porque os autores poderiam não ser imparciais ao fazerem uma crítica sobre o seu próprio OA conduzindo a pesquisa para a obtenção de resultados positivos.

O uso de OA nas práticas escolares deve pressupor uma avaliação criteriosa de sua forma de utilização. É evidente que uma simulação tem um forte apelo emocional e, por isso, motiva a aprendizagem dos conteúdos apresentados pelo professor. Além disso, a apresentação de uma animação/simulação é conveniente, pois altera a rotina da sala de aula. Contudo, não basta contar com a qualidade visual do objeto (embora isso seja indispensável) para garantir que o estudante se aproprie dos conceitos nele veiculados. É necessário investigar a ação do sujeito sobre o OA para perceber se o estilo de interação, oferecido pela interface da animação, é capaz de promover reflexão sobre os conceitos por ele transmitidos, bem como verificar indícios do desenvolvimento de autonomia na apreensão dos mesmos, por parte dos estudantes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo descreve a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, e os mapas conceituais, de Novak, uma vez que constituem o referencial teórico-metodológico norteador desta pesquisa. É apresentado, a seguir, alguns pontos importantes da teoria ausubeliana e as condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa.

David Paul Ausubel é um construtivista-cognitivista. Pode-se afirmar que é construtivista porque entende que o conhecimento é construído pelo sujeito da aprendizagem e que é cognitivista porque estuda a construção do conhecimento do sujeito levando em conta a sua interação com o meio físico e social e as consequências advindas disso para a organização interna das suas estruturas cognitivas²⁶.

As ideias defendidas por Ausubel foram formuladas em 1963 e encontram-se entre as primeiras propostas psicoeducativas que tentam explicar o processo de ensino-aprendizagem numa perspectiva distanciada do modelo behaviorista prevalecente a época. Desde então essa teoria vem influenciando a educação, pois foi pensada para a aprendizagem produzida no contexto de sala de aula.

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A ideia central da teoria de Ausubel é a da *aprendizagem significativa*. Para ele, “[...] a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de idéias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 56).

²⁶ A estrutura cognitiva é entendida como o conteúdo total de ideias/conceitos de um indivíduo e sua organização.

A teoria de aprendizagem de Ausubel evidencia a aprendizagem significativa como finalidade do processo educativo, explicitando as condições necessárias para a sua efetivação e os princípios que favorecem o seu surgimento e avaliação. Posteriormente, seus seguidores – Novak (1981, 2000), Gowin (1981), Novak e Gowin (1988), Moreira (1999, 2000a) – agregaram contribuições à teoria de aprendizagem significativa, mantendo, porém, as suas ideias principais.

Outra ênfase encontrada na teoria de Ausubel são os processos de ensino-aprendizagem de conceitos a partir dos conceitos prévios construídos pelo aprendiz em sua vida cotidiana:

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.viii).

Isto é, o ensino-aprendizagem deve se desenvolver a partir da identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, considerando-os como condição para que ocorra a aprendizagem.

Para Ausubel, durante a aprendizagem significativa, um novo conteúdo é incorporado aos conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, assim adquirindo um significado para ele. Quando isso ocorre, é observado que o aprendiz consegue generalizar e expressar o conteúdo em sua própria linguagem. Para isto, a nova informação deve “ancorar-se” em conceitos ou proposições relevantes (integradoras), chamadas por Ausubel de **subsunçores**²⁷, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo conhecido pelo estudante, isto é, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do estudante, então ocorre o que Ausubel chama de **aprendizagem mecânica** (ou automática). Nesse caso, a nova informação é armazenada isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva do estudante, não havendo interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O estudante só consegue

²⁷ Essa é uma palavra que tenta traduzir a palavra inglesa “subsumer”.

expressar as novas ideias repetindo as mesmas palavras, memorizadas, sem ter, de fato, assimilado os conteúdos envolvidos. Um exemplo de aprendizagem mecânica é a memorização de fórmulas e leis apresentadas pelo professor de Física que não representem seus respectivos significados e interpretações.

Segundo Ausubel, a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa não são dicotômicas, mas, sim, um contínuo. Muitas vezes, um estudante pode aprender algo mecanicamente e só mais tarde perceber que esse conteúdo se relaciona com algum conhecimento anterior já aprendido. A aprendizagem mecânica é necessária quando um estudante adquire informações numa área de conhecimento completamente nova para ele.

Além da aprendizagem significativa e da aprendizagem mecânica, Ausubel define, em sua teoria, outras duas: ***aprendizagem por descoberta*** e ***aprendizagem por recepção***. Enquanto as aprendizagens significativa e mecânica estão relacionadas ao tipo de processo que intervém na aprendizagem, as aprendizagens por descoberta e por recepção referem-se à maneira como o estudante recebe os conteúdos que deve aprender.

Na aprendizagem por recepção (aulas expositivas, material impresso, animações, etc.), o que deve ser aprendido é apresentado ao estudante em sua forma final, pronta, enquanto, na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo estudante. Nesses dois tipos de aprendizagem também existe uma relação de contínuo no qual cada uma ocupa um extremo no processo de ensino, como mostrado na Figura 12.

Figura 12 – O *continuum* aprendizagem por recepção – aprendizagem por descoberta (estratégias de ensino) diferente do *continuum* aprendizagem mecânica – aprendizagem significativa (tipos de aprendizagem)

A Figura 12²⁸ identifica que quanto mais os conteúdos recebidos pelo estudante precisam ser descobertos por ele mais se aproxima da aprendizagem por descoberta; inversamente, quanto mais os conteúdos a serem aprendidos são apresentados prontos ao estudante mais se aproxima da aprendizagem por recepção.

Existe uma relação entre aprendizagem e ensino, mas determinada estratégia de ensino não conduz necessariamente a um determinado tipo de aprendizagem. Ausubel não vê uma relação direta entre a aprendizagem por recepção e a mecânica. Para ele, a aula expositiva (aprendizagem por recepção) não gera necessariamente uma aprendizagem mecânica, assim como a aprendizagem por descoberta não gerará sempre aprendizagem significativa. O máximo da aprendizagem significativa seria aquela que se situa no extremo dos dois contínuos, ou seja, aquela que resulta, por exemplo, da pesquisa científica, que advém da combinação entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem significativa.

²⁸ Fonte: Adaptado de Ausubel; Novak; Hanesian (1980, p. 21).

Novamente é importante enfatizar que tanto a aprendizagem por descoberta quanto a aprendizagem por recepção só serão significativas, segundo a teoria ausubeliana, se o novo conteúdo a ser aprendido conseguir se relacionar e se incorporar às estruturas cognitivas do estudante.

Para melhor caracterizar a aprendizagem significativa, Ausubel ainda a diferencia em três categorias: a ***aprendizagem representacional***, a ***aprendizagem de conceitos*** e a ***aprendizagem proposicional***.

1. A ***aprendizagem representacional*** é o tipo mais básico de aprendizagem humana e está relacionada à atribuição de significados a determinados símbolos individuais (ou palavras) e aos eventos aos quais eles se referem. Esses símbolos são convencionais e permitem ao aprendiz conhecer e organizar o mundo exterior e interior (por exemplo: as primeiras palavras que a criança aprende são representações de objetos ou fatos reais).
2. A ***aprendizagem de conceitos*** é uma extensão da representacional, porém num nível mais abrangente e abstrato. Os conceitos aqui representam “[...] objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais comuns que são designados por algum signo ou símbolo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 47). Segundo Ausubel os conceitos podem ser adquiridos de duas formas diferentes: A primeira é a formação de conceitos adquiridos pela criança no período pré-escolar a partir de experiências diretas baseadas em situações de descoberta. A segunda está relacionada com a assimilação de conceitos e ocorre quando a criança entra na escola e começa a receber a instrução formal. A criança começa a relacionar os novos conceitos, transmitidos pela escola, com os outros existentes na sua estrutura cognitiva.
3. Na ***aprendizagem proposicional*** ocorre o inverso da representacional. Embora ela necessite do conhecimento prévio dos conceitos e símbolos, seu objetivo é mais amplo: aprender o significado das ideias que compõem uma proposição (expressão) por meio da junção dos significados individuais das palavras e dos conceitos. Ausubel considera que a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa do que as

aprendizagens representacional e conceitual porque as representações e os conceitos podem constituir os subsunçores para a formação de proposições.

Teoria da Assimilação

Para melhor explicitar o processo de aquisição e organização dos significados na estrutura cognitiva do estudante, Ausubel introduz a **teoria da assimilação**. A assimilação ocorre quando um novo conceito ou proposição, potencialmente significativo, é assimilado por um conceito ou ideia mais abrangente já existente na estrutura cognitiva do estudante (subsunçor), isso representando um incremento da estrutura cognitiva existente, tanto em nível de conteúdo, como de organização. Nesse processo, tanto a nova informação quanto o subsunçor são modificados pela interação.

Ausubel admite que haja três estágios durante o processo de assimilação. No primeiro estágio as novas informações permanecem dissociáveis de seus subsunçores por um período de tempo, sendo, portanto, reproduzíveis como ideias independentes. Após esse primeiro estágio, as novas informações tornam-se espontâneas e menos dissociáveis de seus subsunçores (**assimilação obliteradora**) e, finalmente, no terceiro estágio, obtém-se um grau de dissociabilidade nulo, isto é, as novas informações se transformam em um novo conceito subsunçor. É esse processo interativo entre as novas informações apreendidas e os conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante (subsunçores) que é o ponto fundamental da teoria de assimilação de aprendizagem de Ausubel.

Formas de aprendizagem significativa

Segundo Ausubel, dependendo da natureza do material a ser aprendido e da estrutura cognitiva do estudante, a assimilação dos significados pode ocorrer por **subordinação**, por **superordenação** ou de forma **combinatória**.

No processo de subordinação, a assimilação ocorre quando uma nova informação se encontra hierarquicamente subordinada ao conceito preexistente. A nova informação é assimilada pelo subsunçor, passando a alterá-lo. Essa relação pode acontecer de duas formas:

- a) **Derivativa**: o que se aprende é mais um exemplo daquilo que se sabe, não trazendo qualquer alteração para a ideia mais abrangente à qual está relacionado;
- b) **Correlativa**: a nova ideia que se aprende é um exemplo que contribui para aumentar ou modificar o sentido/significado de um conceito conhecido (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 49). **O processo usual de aprendizagem de novos conceitos ocorre por meio da aprendizagem correlativa.**

Nesse tipo de aprendizagem há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio (subsunçor) serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica. Assim, a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando devido à interação entre "novos" e "antigos" conhecimentos num processo dinâmico no qual os conhecimentos antigos podem adquirir novos significados. A repetição desse processo leva ao aperfeiçoamento dos significados conceituais na estrutura cognitiva do estudante, dando mais precisão e especificidade a esses conceitos e levando à *diferenciação progressiva*²⁹ do conceito subsunçor (MOREIRA; MASINI, 1982).

O processo de superordenação ocorre quando a nova informação aprendida é mais geral do que alguns conceitos estabelecidos na estrutura cognitiva do estudante e, sendo mais abrangente que eles, passa a assimilá-los. Ausubel destaca que a aquisição de significado superordenado ocorre mais comumente na aprendizagem conceitual do que na proposicional.

O processo de aprendizagem combinatória acontece quando a nova informação, diferentemente do que ocorre na aprendizagem subordinada e na aprendizagem superordenada, não é relacionável a subsunçores particulares, passando a se associar de forma mais independente aos conceitos originais. Nesse sentido, pelo menos inicialmente, é mais difícil de ser aprendida e lembrada pelo estudante.

²⁹ A diferenciação progressiva de um conteúdo se dá a partir da apresentação de conceitos, ideias e proposições gerais, apresentados no início do processo ensino-aprendizagem, que vão progressivamente sendo **diferenciados** à medida que conceitos mais específicos e particulares são aprendidos.

Na aprendizagem superordenada e na combinatória, as novas aprendizagens podem ser reconhecidas como sendo relacionadas com elementos existentes na estrutura cognitiva. Essa relação é definida por Ausubel como *reconciliação integrativa*³⁰.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa estão relacionadas, pois toda aprendizagem por diferenciação progressiva resultará em reconciliação integrativa. Ausubel atribui a esses processos um caráter instrucional, por meio da introdução de organizadores prévios adequados (MOREIRA; MANSINI, 1982).

A categorização de aprendizagem subordinada, superordenada e combinatória se ajusta à categorização em aprendizagem representacional, conceitual e proposicional apresentadas anteriormente. Uma aprendizagem representacional apresenta uma assimilação geralmente subordinada. Uma aprendizagem conceitual pode ser subordinada, mas tende mais a ser superordenada e, menos frequentemente, combinatória. Uma aprendizagem proposicional tende mais a superordenada ou a combinatória.

É importante enfatizar que, na aprendizagem significativa, as novas informações, mesmo que não tenham feito todas as pontes possíveis com os conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante, podem progressivamente ir se interconectando umas com as outras, por meio do trabalho intelectual do estudante, que busca e estabelece essas relações.

Na Figura 13 apresentamos um diagrama esquemático³¹ dos vários tipos de aprendizagem significativa e suas relações descritas anteriormente.

³⁰ Reconciliação integrativa no processo de ensino-aprendizagem consiste no estabelecimento de relações entre ideias, conceitos e proposições, através das similaridades, diferenças e da reconciliação de discrepâncias reais ou aparentes (MOREIRA; MANSINI, 1982).

³¹ Fonte: UCHOA, A. R. **Organizador prévio virtual para o ensino de física**. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação). 2003. 131 f. Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 2003, p. 45.

Figura 13 – Tipos básicos de aprendizagem significativa

Organizadores prévios

Quando não existirem, na estrutura cognitiva do aprendiz, os subsunçores, Ausubel sugere duas formas para adquiri-los. A primeira, como dito anteriormente, é usar a aprendizagem mecânica para a memorização do novo conhecimento e, a partir dele, estruturar gradualmente o conhecimento sobre o tópico considerado, permitindo a "ancoragem" de novos conhecimentos. A segunda é a utilização de *organizadores prévios*.

O organizador prévio constitui um instrumento³² que é apresentado ao estudante antes de o assunto a ser aprendido, permitindo, assim, a integração dos novos conceitos. Segundo o próprio Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de “ponte cognitiva”

³² Textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, frases afirmativas, perguntas, apresentações digitais, mapas conceituais, etc. Esse material deve ter seu conteúdo em um nível maior de abrangência do que aquele que será aprendido; ter relação com algum conhecimento presente na estrutura cognitiva do estudante; possuir um modo de apresentação que seja o mais claro e o mais organizado possível.

entre o que o estudante sabe e o que ele deve saber, a fim de que o novo assunto possa ser aprendido de forma significativa. O organizador prévio serve para a manipulação deliberada da estrutura cognitiva do estudante com a finalidade de revitalizar significados esquecidos ou buscar, na estrutura cognitiva dos estudantes, significados que existem, mas que não estão sendo utilizados, a fim de desenvolver subsunçores, de modo a favorecer a aprendizagem significativa.

Na informática educativa, as animações interativas configuram-se como organizadores prévios facilitadores da construção de significados (TAVARES, 2003, 2004). A presente pesquisa utilizou quatro OA como organizadores prévios junto a estudantes da 2ª série do Ensino Médio.

Condições para aprendizagem significativa

Segundo Ausubel; Novak; Hanesian (1980), para que a aprendizagem seja significativa são necessárias duas condições, uma relacionada ao estudante e outra ao material empregado. Quanto ao estudante, faz-se necessário que ele tenha uma predisposição para aprender, relacionando o material novo com o conhecimento existente na sua estrutura cognitiva.

Quanto ao material a ser aprendido, é necessário que seja potencialmente significativo para o estudante, ou seja, tem que ser incorporável à estrutura cognitiva do estudante, por meio de subsunçores adequados, de maneira não arbitrária e substantiva.

Essas duas condições não são excludentes, pois de nada adianta o material ser potencialmente significativo se a intenção do estudante for simplesmente de memorizá-lo. E, de modo contrário, mesmo que o estudante esteja disposto a aprender de maneira significativa, se o material não for potencialmente significativo, a aprendizagem não ocorrerá.

Evidências de aprendizagem significativa

Para Ausubel, não é fácil demonstrar quando ocorreu aprendizagem significativa, pois uma compreensão verdadeira de um conceito ou proposição implica o domínio de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis para outras situações. Verificar se uma aprendizagem ocorreu apenas pedindo ao estudante que diga os atributos de um conceito ou

proposição implicará o risco de se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas. Para evitar esse problema e constatar se o estudante desenvolveu as habilidades necessárias à aquisição de uma verdadeira aprendizagem real e significativa, Ausubel sugere a formulação de perguntas e apresentação de problemas usando recursos e situações diferentes daquelas utilizadas anteriormente na instrução inicial e que exijam uma transformação máxima do conhecimento existente.

Segundo Tavares (2008), em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou.

3.2 Fundamentos Teóricos sobre os Objetos de Aprendizagem

O objeto de aprendizagem é um recurso educacional novo, tendo surgido no Brasil por volta do ano 2000. Seu crescimento vem aumentando desde que o Ministério da Educação, por meio da Secretaria de Educação a Distância (SEED), começou a incentivar as instituições de ensino superior para participarem do programa Rede Interativa Virtual de Aprendizagem (RIVED) na produção de unidades de ensino digitais, na forma de objetos de aprendizagem. O termo *objetos de aprendizagem* tem origem do inglês *learning objects* (LO) e surgiu tendo como base o paradigma da orientação de objetos no contexto do desenvolvimento de materiais digitais de ensino-aprendizagem, trabalhados na Ciência da Computação.

Segundo Jacobsen (2002), o termo *objeto de aprendizagem* começou a ser utilizado a partir de 1992, por Wayne Hodgins (funcionário da AutoDesk), quando ele, ao observar um dos seus filhos brincando com blocos LEGO®, percebeu que era preciso construir blocos educacionais capazes de se conectarem para expressarem conteúdos de ensino. Entre 1992 e 1994 surgiram grupos de pesquisas, liderados por Hodgins e seus colaboradores, a respeito dos OA e suas aplicações educacionais. Entre eles temos o grupo LOM (Learning Object Metadata Group) e o CEEdMA (Computer Education Management Association). Hodgins, em 1994, a partir das ideias dos blocos educacionais, criou um grupo de trabalho chamado de “Learning Architectures, APIs, and Learning Objects” (“Arquiteturas de Aprendizagem, APIs e Objetos

de Aprendizagem”), tornando-se referência em assuntos envolvendo o ensino e a aprendizagem mediados pelo computador.

Entre 1994 a 1996, outros grupos, começaram a trabalhar na área de objetos de aprendizagem, tais como: o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), o IMS (IP Multimedia Subsystem), o ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) e a Oracle (Oracle Corporation), que desenvolveu o OLA (Oracle Application Learning), uma das primeiras tentativas de criação de um ambiente de aprendizagem utilizando OA. Embora seus criadores, Tom Kelly e Chuck Barritt, não tenham conseguido sensibilizar a Oracle para a importância de suas pesquisas, mudaram-se para a Cisco Systems e continuaram seu trabalho, culminando com a publicação do livro “Cisco’s White Paper on Reusable Learning Objects”, em 1998. Nesse livro eles apresentaram padrões e especificações a respeito dos OA e a possibilidade de uso em ambientes informatizados voltados para a educação.

Algumas instituições responsáveis por definir os padrões e as especificações para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem são: o IEEE (2002), o SCORM (Sharable Content Object Reference Model - 2004), a ISO (International Organization for Standardization - 2004) e o IMS (2004).

A ideia principal que permeia a construção dos OA é “quebrar” o conteúdo educacional em pequenos pedaços (metáfora do LEGO[®]) que possam ser reutilizados em diferentes ambientes de aprendizagem, baseando-se nas características de um objeto na programação orientada a objetos³³. Quanto menor for o OA mais fácil será a sua reutilização. Existem diferentes conceitos sobre objetos de aprendizagem. Apresentam-se aqui os mais encontrados em artigos e trabalhos pesquisados.

³³ Atualmente, a metáfora utilizada para o termo objeto de aprendizagem é a de Wiley que utiliza a metáfora de um átomo. Ele explica que um átomo é um elemento pequeno que pode ser combinado e re combinado com outros elementos pequenos formando algo maior. Ou seja, cada objeto de aprendizagem pode constituir-se em um módulo com um conteúdo auto-explicativo. Este também pode ser direcionado a outros módulos para formar um curso mais abrangente. O pesquisador acrescenta, também, que um átomo não pode ser re combinado com qualquer outro tipo de átomo. Estes têm que estar dentro do mesmo contexto, isto é, conter conteúdos que se relacionam entre si (WILEY, 2000a).

Gibbons, Nelson e Richards (2000) usam o termo *objeto instrucional* para OA e o definem como “[...] qualquer elemento, independente da mídia, elaborado para ser usado a fim de obter um resultado educacional” (GIBBONS; NELSON; RICHARDS, 2000, p. 5).

Em 2001 o trabalho de Muzio, Heins e Mundell utiliza a definição da Cisco para um OA. “Um OA é um pedaço de informação granular e reutilizável independente da mídia e designado e/ou utilizado para propósitos instrucionais” (MUZIO; HEINS; MUNDELL, 2001, p. 2).

Em 2002 a definição sobre OA fornecida pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers é de “[...] qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser usada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem baseada no uso de tecnologias” (IEEE, 2002, s/p).

Em 2003, Sá Filho e Machado definem OA como “[...] recursos digitais simples ou combinados, que podem ser usados, reutilizados e relacionados com outros objetos para formar uma unidade de instrução maior, proporcionando um ambiente de aprendizado rico e flexível”. Podem também ser usados em um determinado contexto e depois ser reutilizados em contextos similares (SÁ FILHO; MACHADO, 2003, p. 3-4).

No trabalho de Pimenta e Batista, em 2004, o OA se constitui em:

[...] uma unidade de aprendizagem de pequena dimensão, desenhada e desenvolvida de forma a fomentar a sua reutilização, eventualmente em mais do que um curso ou em contextos diferenciados, e passível de combinação e/ou articulação com outros objetos de aprendizagem de modo a formar unidades mais complexas e extensas. (PIMENTA; BATISTA, 2004, p. 102-103)

Uma das definições mais utilizada e aceita na literatura foi proposta por David Wiley que define os objetos de aprendizagem como “[...] qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem e distribuído pela rede, sob demanda, seja ele pequeno ou grande” (WILEY, 2000b, p. 2).

Para Wiley, recursos digitais “pequenos” compreendem: imagens digitais, fotos com mensagem para reflexão, pequenas partes de um texto, animações, vídeos. Recursos digitais “grandes” correspondem à combinação de textos, imagens e outras aplicações, como apresentações em “PowerPoint” ou simulações feitas em “Flash” ou “Java”, arquivos títulos

do tipo (doc e txt), arquivos do tipo “hipertexto” (html) relacionadas a um evento educacional completo ou uma aula.

Sosteric e Hesemeier (2002) apoiam essa definição de Wiley e acrescentam: “[...] um objeto de aprendizagem é um arquivo digital (imagem, filme, etc.) que pode ser utilizado para fins pedagógicos e que possui, internamente ou através de associação, sugestões sobre o contexto apropriado para sua utilização” (SOSTERIC; HESEMEIER, 2002, p. 4).

Alguns autores ainda usam outras expressões, como objetos educacionais ou objetos instrucionais, referindo-se aos recursos educacionais criados com fins pedagógicos.

Há muitas definições para os OA e ainda não existe um consenso que possa estabelecer uma definição comum para eles. Esta pesquisa compreende o termo *objeto de aprendizagem* como um conjunto de atividades que integram diferentes tipos de mídias digitais (animações, simulações, textos, imagens, vídeos, etc.) que, combinados, formam um objeto educacional.

Características dos objetos de aprendizagem

Os trabalhos de Assis (2005), Silva (2006), Machion (2007) e Oliveira (2009) pontuam algumas características e elementos que compõem os objetos de aprendizagem em sua estrutura e operacionalidade.

A principal característica de um OA é a **reusabilidade**. A reusabilidade representa a possibilidade de um OA ser usado em diferentes contextos e ambientes de aprendizagem, várias vezes, por diferentes usuários e com variados propósitos. A vantagem da reutilização de um OA está na redução do seu custo. Ao reutilizar um OA, a escola diminui os custos com a compra de novos programas e licenças de instalação, o que constitui uma grande economia. Como os objetos são independentes, a ideia de utilização dos OA em vários contextos torna-se real, sendo que cabe a cada instituição educacional utilizar-se dos objetos e arranjá-los da maneira que mais lhe convier.

Os OA devem ser construídos de forma que possuam início, meio e fim. Essa característica é chamada de **flexibilidade** e possibilita que os OA possam ser criados para um determinado contexto e depois reutilizados em contextos similares.

Outra característica que afeta diretamente a criação, o uso e o reuso de um OA é a **granularidade**. A granularidade evidencia os diferentes tamanhos que deverá ter um OA, de forma que ele possa ser agrupado a outros OA, fazendo blocos maiores de conteúdos, disciplinas e/ou estruturas tradicionais de cursos. Quanto menor for a granularidade de um OA maior é seu potencial de reuso.

Uma característica que não pode faltar na elaboração de um OA é a **interatividade**. A interatividade requer que o estudante interaja com o conteúdo do OA de alguma forma, vendo, ouvindo e/ou respondendo a alguma solicitação proposta pelo objeto.

É dito que há uma **conceituação** de um OA quando há estabelecimento de vínculos entre ele e os conteúdos a serem abordados no processo ensino-aprendizagem.

Um OA deve ser de fácil acesso, via internet, para serem usados em diversos locais pelos usuários. Essa característica é conhecida como **acessibilidade** ou **recuperabilidade**. Para que um OA seja facilmente localizado por mecanismos de busca, ele deve possuir uma **identificação por metadados**, contendo informações que descrevam o OA de forma simples relacionada com sua identificação, conteúdo e histórico. Essa padronização nos OA permite que eles fiquem disponíveis para quem quiser utilizá-los, bem como facilita a procura de outros objetos com as mesmas características.

A **interoperabilidade** de um OA descreve a sua potencialidade de utilização independentemente das diferentes plataformas de ensino e ambientes virtuais envolvidos. Essa característica aumenta ainda mais as vantagens de um OA, pois eles poderão ser executados por meio de vários sistemas operacionais e *browsers*, ocasionando um efetivo intercâmbio entre diferentes sistemas.

Para finalizar, o OA deve possuir **durabilidade** e **atualização**. Isso significa a possibilidade deles serem utilizados e continuarem a ser usados, independente da mudança de tecnologia. Para isso, os OA devem estar em um repositório (banco de informações) que permita a incorporação de novos conteúdos e/ou modificações aos já existentes.

Há várias características para a estruturação de um OA. Nessa pesquisa apenas cinco delas: interatividade, reusabilidade, granularidade, recuperabilidade e interoperabilidade foram

consideradas na escolha dos quatro OA utilizados com os estudantes da 2ª série do Ensino Médio.

Aspectos pedagógicos relacionados aos objetos de aprendizagem

Alguns aspectos pedagógicos relacionados aos OA devem ser observados. Um OA deve ser estruturado e dividido em três partes: objetivo, conteúdo e *feedback*. Os **objetivos** mostram ao aprendiz o que ele poderá aprender com o estudo do objeto. Pode, por exemplo, conter uma lista de pré-requisitos para um bom aproveitamento de todo o conteúdo disponível. O **conteúdo instrucional** mostra todo o material didático necessário para que o estudante atinja os objetivos propostos pelo uso do objeto. A **prática** e *feedback* aparecem ao final de cada OA e servem de avaliação para que o estudante veja seu desempenho e se atingiu o objetivo esperado (BETTIO; MARTINS, 2004, p. 3).

Como qualquer recurso midiático, para se trabalhar com um OA no contexto educacional, deve-se primeiramente ter em mente quais os objetivos que se deseja alcançar com determinado conteúdo curricular, para fundamentar a seleção dos OA. O planejamento das aulas nas quais constem os OA deve prever, definir e delimitar o conteúdo e o cronograma de atuação do mesmo para que haja aquisição de conhecimento por parte do estudante. Para isso, deve-se trabalhar com os OA em parceria com os estudantes, priorizando os trabalhos em grupo, a fim de tornar o estudante ativo e construtor de sua própria aprendizagem. Por meio de um OA, pode-se trabalhar interdisciplinarmente, levando os estudantes a visualizarem o mesmo problema por diferentes ângulos.

Como os *sites* de busca são insuficientes para localizar os OA desenvolvidos, pois eles ficam muitas vezes dispersos em diversos servidores existentes, foram criados repositórios para o seu armazenamento. Existem vários repositórios disponíveis no Brasil e no Exterior. Os repositórios de OA, segundo Nunes (2004), são bancos de dados que armazenam dados sobre os objetos - os metadados, e os objetos em si. Os metadados permitem buscas rápidas com a utilização de diversos filtros. Essas facilidades de busca por meio de filtros, acoplamento com outros objetos e publicação em cursos, diferenciam os repositórios de OA das bibliotecas digitais. A seguir uma lista de alguns repositórios nacionais e internacionais de objetos de aprendizagem disponíveis na internet a título de informação.

Repositórios Nacionais

RIVED³⁴ (Rede Interativa Virtual de Educação), desenvolvido pela SEED do MEC, inicialmente em parceria com o Peru e a Venezuela (acordo Brasil-Estados Unidos, 1999), sendo desmembrado em 2003 e, no ano seguinte, transferindo o processo de produção dos objetos de aprendizagem para algumas universidades do país.

LabVirt³⁵, da Escola do Futuro, da USP, que consiste no desenvolvimento de situações-problema ligadas ao cotidiano, imaginadas por estudantes e transformadas em simulações e animações por professores universitários e do Ensino Médio.

CESTA³⁶ (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem), da UFRGS.

Banco Internacional de Objetos Educacionais³⁷ é um projeto mais amplo no MEC, envolvendo o projeto RIVED para a disponibilização de objetos de aprendizagem.

Domínio Público³⁸ é um repositório do MEC com muitos recursos, vídeos da TV Escola, músicas, livros de acesso *on-line* e outros recursos.

PROATIVA³⁹ pertence ao grupo do professor Aires, na Universidade Federal do Ceará.

Repositórios Internacionais

MERLOT⁴⁰ (Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching). Repositório contendo objetos de aprendizagem para praticamente todas as áreas de conhecimento.

³⁴ Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/>>.

³⁵ Disponível em: <<http://www.labvirt.futuro.usp.br/indice.asp>>.

³⁶ Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA>>.

³⁷ Disponível em: <<http://www.objetoseducacionais2.mec.gov.br>>.

³⁸ Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br>>.

³⁹ Disponível em: <<http://www.proativa.vdl.ufc.br>>.

WISC-ONLINE⁴¹ é uma biblioteca digital contendo objetos de aprendizagem desenvolvidos por docentes do Wisconsin Technical College System (WTCS).

No trabalho utilizou-se material disponível no Portal do Professor, Banco Internacional de Objetos Educacionais e no *YouTube*, tendo como objetivo pesquisar **a contribuição dos objetos de aprendizagem como recurso pedagógico no ensino e apropriação de conceitos físicos** quando são utilizados em sala de aula.

3.3 Os Mapas Conceituais

Na tentativa de interpretar a teoria de aprendizagem de David Ausubel, seu assistente Joseph Novak e seus colaboradores propõem o mapeamento conceitual⁴². Novak elabora, então, os mapas conceituais, que consistem em esquemas e diagramas apresentando, de forma hierárquica, os conceitos presentes em um determinado conhecimento, à semelhança de como Ausubel acredita que se processe o armazenamento das informações no cérebro humano.

No mapa conceitual os conceitos aparecem dentro de caixas, enquanto que as relações entre os conceitos são representadas por uma linha ou seta, contendo uma "palavra de ligação" ou "frase de ligação". Os conceitos ligados por frases de ligação formam "proposições" e estas representam as unidades fundamentais que compõem a estrutura cognitiva. Sendo assim, os mapas conceituais têm por objetivo reduzir, de forma analítica, a estrutura cognitiva subjacente a um dado conhecimento, aos seus elementos básicos (fatos, conceitos, proposições e princípios).

Uma característica fundamental dos mapas conceituais é a sua estrutura hierárquica, partindo dos conceitos mais gerais posicionados na parte superior, para os conceitos mais específicos e menos inclusivos na parte inferior (NOVAK; GOWIN, 1988).

⁴⁰ Disponível em: <<http://www.merlot.org>>.

⁴¹ Disponível em: <<http://www.wisc-online.com/ListObjects.aspx>>.

⁴² É desde 1974 que o grupo utiliza a técnica da construção de mapas conceituais em suas pesquisas sobre ensino (NOVAK, 2000, p. 51).

Para Moreira, os mapas conceituais “[...] podem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento” (MOREIRA, 2006, p. 9).

Os mapas conceituais são estruturados a partir de um determinado tema, destacando as relações significativas entre os conceitos a ele relacionados. O tema ou questão focal representa o contexto do problema que se pretende compreender ou representar. A questão focal determina, de forma específica, o domínio do conhecimento a que se relaciona o mapa conceitual, bem como a abordagem. Como o mapa conceitual tem a função de organizar logicamente um determinado tema, são úteis na organização, aprendizagem e demonstração do conhecimento sobre algum tópico em particular.

Para construir os mapas conceituais, Novak (2000) sugere as seguintes etapas:

- a) ter, antes, uma boa pergunta inicial ou um tema (questão focal) cuja resposta estará expressa no mapa conceitual construído;
- b) listar um conjunto de 10 a 20 conceitos (palavras-chave) que sejam pertinentes à questão;
- c) ordenar os conceitos dispondo-os em uma estrutura de hierarquização, na qual os conceitos mais gerais ocupem a parte superior do mapa, seguidos pelos mais específicos;
- d) escolher um par de conceitos para estabelecimento da(s) relação(ões) entre eles;
- e) ligar os conceitos por meio de linhas. Escrever uma frase de ligação para esse par de conceitos escolhido de modo a que sejam lidos como uma afirmação ou proposição válida;
- f) repetir as etapas (c), (d) e (e) tantas vezes quanto se fizer necessário (em geral até que todos os conceitos escolhidos tenham, ao menos, uma ligação com outro conceito), podendo um mesmo conceito estar relacionado a diversos outros (no máximo quatro conceitos);

- g) procurar ligações cruzadas (ligações laterais) entre conceitos. Muitas vezes, as ligações cruzadas podem ajudar a ver novas relações no domínio do conhecimento (NOVAK, 2000, p. 227).

A Figura 14 apresenta um mapa conceitual sobre a própria temática dos mapas conceituais⁴³.

Figura 14 - Mapa conceitual sobre a própria temática dos mapas conceituais

A ideia principal do uso de mapas conceituais na avaliação dos processos de aprendizagem é a de avaliar o estudante em relação ao que ele conhece e como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra os conceitos de uma dada questão focal ou tema.

A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir uma nota ao mapa traçado pelo estudante, deve procurar interpretar a informação dada pelo estudante no mapa a fim de obter evidências de uma aprendizagem

⁴³ Imagem disponível em: <http://mapasconceituais.cap.ufrgs.br/acai/ambiente/atividades/ativ_33/10:08:54_03-08-2006_17_mapas_construtivismo.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2010.

significativa. As explicações do estudante, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Na avaliação de um mapa conceitual é bom lembrar que não existe mapa conceitual “correto” de um certo conteúdo. O que o estudante apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas, sim, se ele dá evidências de que o estudante está aprendendo significativamente o conteúdo.

Foram encontrados na pesquisa bibliográfica sobre o Ensino de Física, alguns trabalhos que tratam do uso de mapas conceituais para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física.

Pontone Junior (2003): Examinou, em sua pesquisa, a viabilidade de utilização dos mapas conceituais como instrumento de avaliação num curso de Física de Ensino Médio, concluindo que os mapas representam uma alternativa viável para a avaliação da organização do conhecimento dos estudantes em situações de sala de aula.

França (2005): Utilizou os mapas conceituais com o objetivo de investigar o processo de construção do conhecimento pelos estudantes do Ensino Fundamental sobre o nanomundo.

Machado (2005): Utilizou os mapas conceituais como principal instrumento de avaliação no sentido de apontar evidências de aprendizagem significativa de estudantes do curso de Magistério.

Almeida (2006): Utilizou os mapas conceituais como estratégia didática para explicitar as dificuldades e concepções dos estudantes de graduação em Física da UFRGS sobre conceitos da óptica física.

Araman (2006): Avaliou o processo de aprendizagem dos estudantes por meio da elaboração de mapas conceituais, antes e após a aplicação de uma sequência didática.

Martins (2006): Utiliza os mapas conceituais como atividade complementar às aulas expositivas e demonstrativas, visando à aprendizagem significativa de Ondulatória, Acústica e Óptica no Ensino Médio.

Silva (2006): Usou os mapas conceituais como estratégia de ensino para proporcionar a visualização do todo e das partes entre os conceitos físicos bem como a possibilidade de gerenciar a aprendizagem desses conceitos.

Vicenzi (2007): Utilizou os mapas conceituais como reforço pedagógico no processo de aprendizagem e na avaliação da evolução cognitiva dos estudantes.

Krummenauer (2009): Utilizou os mapas conceituais como instrumentos de avaliação visando analisar as relações conceituais estabelecidas pelos estudantes.

Krey (2009): Utilizou os mapas conceituais como estratégia que permitiu aos estudantes uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos e também como avaliação de aprendizagem dos estudantes.

Martins (2009): Utilizou a elaboração de mapas conceituais por estudantes em várias etapas da sua pesquisa para avaliar se ocorreu aprendizagem significativa por parte dos estudantes ao trabalharem com um ambiente virtual de aprendizagem.

Nesses 11 trabalhos apresentados observa-se que 8 (oito) utilizam os mapas conceituais como estratégia de avaliação de aprendizagem, 2 (dois) como estratégia de ensino e 1 (um) como estratégia de ensino e aprendizagem.

Nesta pesquisa, os mapas conceituais foram usados como estratégia para a investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes, antes da apresentação dos OA e, posteriormente, como estratégia para avaliar se ocorreu a aprendizagem dos conceitos físicos apresentados nos OA.

4 TRABALHO DE CAMPO

Este capítulo apresenta a descrição geral do campo de pesquisa e o desenvolvimento do trabalho cujos dados permitiram investigar e refletir sobre **as contribuições dos objetos de aprendizagem como recurso didático no ensino e apropriação de conceitos físicos pelos estudantes da 2ª série do Ensino Médio.**

4.1 Campo de Pesquisa

Na pesquisa qualitativa, o campo de pesquisa tem de ser o ambiente natural onde se encontram os sujeitos da pesquisa e onde serão coletados os dados. O campo desta pesquisa foi uma escola da rede oficial de ensino do Distrito Federal e os sujeitos, estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Os dados coletados estão relacionados com a aplicação de quatro objetos de aprendizagem para a investigação da apropriação dos conceitos físicos pelos estudantes. A estrutura da escola, os perfis dos docentes de Física e dos estudantes selecionados são descritos a seguir.

No Distrito Federal, conforme informações disponíveis no *site* da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal⁴⁴, há 14 Diretorias Regionais de Ensino, com 63 unidades de Ensino Médio, divididas em 31 unidades referentes aos Centros Educacionais (CED) e 32 unidades referentes aos Centros de Ensino Médio (CEM). A diferença entre esses dois tipos de estabelecimentos é que os CED aceitam estudantes de 5ª a 8ª série (6º ao 9º ano, respectivamente, do Ensino Fundamental) e estudantes do Ensino Médio, enquanto os CEM recebem, em suas instalações, somente estudantes do Ensino Médio. O Quadro 2 apresenta a distribuição dos estabelecimentos de ensino do DF pelas suas respectivas regionais.

⁴⁴ Disponível em: <<http://www.se.df.gov.br>>.

Quadro 2 - Escolas de Ensino Médio por DRE⁴⁵ no Distrito Federal

N.º	Diretoria Regional de Ensino	Centro Educacional	Centro de Ensino Médio
1	Plano Piloto / Cruzeiro	05	05
2	Brazlândia	02	01
3	Ceilândia	03	06
4	Gama	02	03
5	Guará	04	-
6	Núcleo Bandeirante	02	01
7	Planaltina	03	02
8	Sobradinho	03	01
9	Taguatinga	05	04
10	Samambaia	01	02
11	Paranoá	01	01
12	Santa Maria	-	02
13	São Sebastião	01	01
14	Recanto das Emas	-	02

Para a seleção da escola, foi escolhida a cidade de Taguatinga, por ser o local onde mora a pesquisadora. Na cidade de Taguatinga existem nove unidades de Ensino Médio – 5 Centros Educacionais e 4 Centros de Ensino Médio. Para a escolha de uma entre as nove unidades educacionais de Taguatinga foram elaborados critérios tais como: possuir laboratório de informática em funcionamento; professores engajados com as novas tecnologias; estudantes incluídos digitalmente; proposta pedagógica para o uso do laboratório de informática; receptividade ao trabalho da pesquisadora.

As 9 (nove) unidades de Taguatinga possuem laboratório de informática funcionando tecnicamente, mas, em alguns casos, não funcionam pedagogicamente. Consultadas as unidades, foi encontrada uma escola que satisfaz todos os critérios estabelecidos para a seleção. A escola selecionada foi o Centro de Ensino Médio Ave Branca (**CEMAB**) e a pesquisa ficou limitada ao âmbito de uma escola de Ensino Médio do Distrito Federal dentre as 14 Diretorias Regionais de Ensino.

⁴⁵ Fonte: GDF – SEEDF - Informação obtida em 18/9/2009.

4.1.1 Descrição da Escola

O Centro de Ensino Médio Ave Branca (CEMAB) é uma das escolas mais tradicionais do Distrito Federal. Seu nome origina-se da palavra tupi-guarani Taguatinga “barro-branco”, traduzida pela população taguatinsense como "ave branca". O CEMAB foi fundado em 14 de março de 1961 com o nome de Ginásio de Taguatinga, estando localizado na QSA 03/05, Área especial 01, no centro da cidade de Taguatinga, Distrito Federal. Em 1966, o Ginásio mudou o nome para Centro de Ensino Médio Ave Branca. A escola atende, aproximadamente, a três mil e cem (3.100) estudantes em três turnos com 220 dias letivos e carga horária anual de 800 horas. O Quadro 3 apresenta a distribuição das turmas no estabelecimento de ensino.

Quadro 3 - Distribuição das turmas do CEMAB por série e por turno no ano de 2010

Turno	Número de turmas			
	1ª série	2ª série	3ª série	FRM*
Matutino	04	13	11	01
Vespertino	17	09	02	01
Noturno	03	04	05	-

(*) Turmas de Correção de Fluxo onde estudantes defasados na relação idade-série participam de uma aceleração de aprendizagem – Programa Acelera Brasil, do Governo Federal

Segundo uma pesquisa feita pela própria escola⁴⁶ (aplicação de um questionário sociocultural), a maioria dos estudantes é oriunda de cidades próximas a Taguatinga, tais como: Ceilândia, Samambaia, Riacho Fundo, Recanto das Emas e entorno do Distrito Federal. Apenas 31% dos estudantes residem em Taguatinga. Para os estudantes, a procura pelo CEMAB está relacionada com a busca por um ensino de qualidade e pela facilidade de acesso à escola. Em relação à classe econômica, 13% dos estudantes encontram-se na classe E, 30% na classe D, 39% na classe C e 8% na classe A e B. Outros 10% dos respondentes não informaram a renda familiar.

⁴⁶ Disponível em: <<http://www.cemab.com.br/projetos/propostapoliticopedagogica2009.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2009.

O CEMAB possui setenta turmas de estudantes, duzentos profissionais da educação, tais como: professores, auxiliares, técnicos e especialistas, e uma direção composta por seis membros eleitos por todos os segmentos da escola (docentes, discentes, funcionários e pais dos estudantes).

No seu espaço físico encontra-se a seguinte estrutura administrativa: trinta salas de aula; cinco laboratórios (Física, Química, Biologia, Informática e Geometria); uma sala com projetor multimídia; duas salas de vídeo, equipadas também com aparelhos de DVD; uma sala de recursos visuais; uma sala de reprografia; três salas de coordenação; uma sala de orientação escolar (SOE); duas salas de artes; um auditório; uma biblioteca; uma sala de múltiplas funções⁴⁷; uma videoteca; uma sala de professores; uma sala de recepção de secretaria; uma sala da APAM (Associação de Pais, Estudantes e Mestres); uma sala de apoio, pois a escola é inclusiva; três quadras de esportes; uma sala de musculação; duas guaritas; e setores onde funcionam a administração, os apoios pedagógicos, administrativos e disciplinares da escola.

4.1.2 Perfil dos Professores

O CEMAB, como toda escola da rede oficial de ensino do Distrito Federal, possui um quadro composto em sua maioria por professores concursados, mas, no caso de afastamento de algum professor efetivo, é contratado um professor de vínculo temporário. Todos os professores são graduados e contratados em sua área de atuação.

Para traçar o perfil dos professores de Física do CEMAB foi aplicado um questionário investigativo⁴⁸ no intuito de identificar elementos que mostrasse como o professor de Física utiliza pedagogicamente o laboratório de informática da escola. Dos seis questionários enviados por e-mail, já que o total de professores de Física atuando na escola é em número de 6 (seis), obteve-se respostas para cinco deles. Os dados a seguir traçam um perfil desses professores.

⁴⁷ Esse espaço se destina ao atendimento de estudantes das instituições de Ensino Médio diagnosticados como portadores de necessidades educacionais especiais.

⁴⁸ Ver Anexo D – Questionário adaptado do utilizado pela Prof. Dra. Stela C. B. Piconez em pesquisas realizadas em escolas brasileiras que usam computadores e projetos digitais.

Quatro professores são do sexo masculino e um do sexo feminino. Do total de professores respondentes, três encontram-se na faixa dos 20 aos 40 anos.

Quanto à formação, todos os professores possuem curso superior na área de Exatas (Licenciatura em Física). Além disso, dois possuem especialização e um possui mestrado. Quanto ao tempo de magistério, 2 (dois) professores lecionam há menos de 5 (cinco) anos, 1 (um) leciona há 15 anos e 2 (dois) lecionam há mais de 21 anos. Independentemente do tempo de magistério, todos se mostraram entusiasmados com a inclusão da informática nas aulas de Física.

Todos os professores têm mais de 40 estudantes por turma. A maioria considera o livro didático adotado pela escola como um bom material e que a infraestrutura tecnológica da escola é favorável ao desenvolvimento de projetos digitais com os estudantes. Contudo, devido ao tempo reduzido que os professores possuem, a maioria trabalha 40h na escola, há uma dificuldade para o preparo de aulas a serem ministradas no laboratório de informática.

A seguir dois gráficos mostram o compromisso do professor de Física do CEMAB em utilizar o computador para o ensino da disciplina. O Gráfico 1 apresenta a porcentagem de professores de Física que utilizam o Portal da escola.

Gráfico 1- Porcentagem de professores de Física que acessam o Portal do CEMAB

Assim, 40% dos professores de Física usam o Portal da escola. Esses professores utilizam o Portal para trabalharem com projetos, fóruns e atividades avaliativas

O Gráfico 2 mostra que os professores de Física, ao utilizarem o computador para projetos, fazem-no com outros professores, pois a escola apresenta, em sua proposta pedagógica, o trabalho por projetos interdisciplinares.

Gráfico 2 - Porcentagem de professores de Física que utilizam o computador para projetos

As duas últimas questões do questionário informativo tratam diretamente da opinião dos professores quanto à aprendizagem dos estudantes por meio das novas tecnologias.

Dos cinco professores respondentes, quatro acreditam nas potencialidades do apoio dos computadores no ensino, porque o uso dos computadores motiva mais os estudantes, aumenta o interesse deles nas aulas e prende sua atenção. Apenas um professor mostrou uma opinião formada sobre o assunto. Para ele, “[...] a forma de promover aprendizagem não depende do uso da tecnologia, mas a forma como todas as tecnologias disponíveis estão sendo usadas. Usar o computador por usá-lo não traz nenhum benefício se não há planejamento”.

4.1.3 Laboratório de Informática

O Laboratório de Informática tem como objetivo atender aos estudantes e professores do CEMAB no desenvolvimento de seus trabalhos e pesquisas. Seu horário de funcionamento é das 07h30min às 22h30min.

Para utilizar o laboratório, com os estudantes, o professor deve agendar suas aulas com o laboratorista, verificando a disponibilidade na agenda de reserva. Os estudantes têm acesso ao laboratório mediante a carteira de identificação da escola, em horário contrário ao das aulas

ou no horário normal das aulas com a presença do professor regente. Os *softwares* liberados aos estudantes e professores são: Windows, Word, Excel, PowerPoint, Paintbrush e internet (sendo o uso da internet liberado apenas para fins educacionais).

Conforme o projeto pedagógico do CEMAB, o computador deve ser uma ferramenta pedagógica “[...] à disposição da construção do conhecimento, em todas as disciplinas escolares, tanto para estudantes quanto para os professores”. Para a escola, “[...] a informática se apresenta como um diferencial significativo e importante para a melhoria da qualidade do ensino” (CENTRO DE ENSINO MÉDIO AVE BRANCA, 2009, s/p).

O CEMAB possui um portal⁴⁹ para divulgar os conteúdos e materiais de interesse aos estudantes, professores e pais, sendo mais uma opção de ensino-aprendizagem para os estudantes. No portal há salas de aula virtuais elaboradas pelos professores do estabelecimento de ensino onde disponibilizam avisos, atividades e realizam avaliações. Para fazer um levantamento dos recursos disponíveis no laboratório foi realizada uma entrevista com o laboratorista responsável pelo turno vespertino⁵⁰.

O laboratório do CEMAB é uma sala de aproximadamente 40 m², possuindo 21 computadores Pentium, além do servidor, ligados em rede por meio de banda larga. Os computadores não possuem caixas de som, mas, se solicitado pelo professor, alguns micros podem ter o som disponibilizado. A sala possui uma lousa branca para uso do professor, além de mesas para colocação de material extra e uma bancada para os estudantes colocarem seu material quando entram no laboratório.

O ambiente virtual de aprendizagem utilizado é o Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), desenvolvido por Martin Dougiamas, em 1999.

O Moodle é um Sistema de Gerenciamento de Cursos (LMS, em inglês) que roda em um servidor e é acessado por um navegador *web*. No ambiente virtual Moodle podem ser disponibilizados vários espaços que permitem ao professor interagir com os estudantes, respondendo suas dúvidas, recebendo e corrigindo trabalhos, aplicando testes de avaliação,

⁴⁹ Disponível em: <<http://www.cemab.com.br>>. Acesso em: 21 out. 2009.

⁵⁰ Anexo E – Levantamento do que existe no Laboratório de Informática para o uso dos estudantes e professores.

atribuindo notas, publicando avisos, disponibilizando os conteúdos da disciplina e materiais de estudo para acesso a conteúdos complementares, lista de exercícios, etc. Nesse ambiente de ensino e aprendizagem há ferramentas de interação colaborativas embasadas por várias teorias de aprendizagem, entre elas a teoria sociocultural. As múltiplas possibilidades disponíveis pelo uso das tecnologias digitais no ensino visam à interatividade como fonte para a aquisição do conhecimento. A interação deve acontecer entre o estudante e a máquina, entre os pares (estudante-estudante) e entre o estudante e o professor, objetivando a aprendizagem ativa, coletiva e individual.

4.1.4 Perfil dos Estudantes Pesquisados

Um questionário foi aplicado no intuito de descobrir se os estudantes pesquisados estão incluídos digitalmente, isto é, se eles circulam e interagem, com propriedade, no mundo das mídias digitais.

Planejamento e elaboração

Quando se pretende coletar informações de pessoas utilizando questionários é necessário que se faça um planejamento inicial para a elaboração das perguntas a fim de que atendam à problemática da pesquisa e dos objetivos específicos.

O questionário é um dos procedimentos mais utilizados para coletar informações de forma informal, de um indivíduo ou grupo, sobre atitudes, opiniões, comportamento e outras questões. É um instrumento que reúne uma série de perguntas, que podem ser abertas ou fechadas, de múltipla escolha, de resposta numérica, ou do tipo sim ou não, e, quando aplicada criteriosamente, a técnica apresenta elevada confiabilidade.

O emprego de questionários como instrumento de pesquisa tem algumas vantagens, tais como: custo razoável, pois utiliza materiais simples (como lápis, papel, formulários) para as respostas dos pesquisados; apresenta as mesmas questões para todas as pessoas conferindo assim uniformidade às respostas; permite o anonimato do respondente; deixa em aberto o

tempo para as pessoas pensarem sobre as respostas e possui facilidade para a análise dos dados (GIL, 1995, p. 124).

Como todo instrumento de pesquisa, também tem limitações, tais como: inviabilidade de comprovar respostas ou esclarecê-las; dificuldade em pontuar questões abertas; pode ter itens polarizados/ambíguos; não permite verificar a seriedade/atenção com que o pesquisado respondeu as questões; e não permite verificar as reações do respondente em relação aos conteúdos das questões (id., p. 125).

Inicialmente aplicou-se um pré-teste com 109 estudantes da escola, em duas turmas da 3ª série e uma turma da 1ª série, do turno matutino, na segunda quinzena de agosto de 2009 a fim de garantir as mesmas características da amostra a ser trabalhada posteriormente. Com a análise dos dados percebeu-se que o questionário não contemplava totalmente a realidade a ser investigada e assim foram reformuladas algumas questões para obter melhores subsídios sobre o uso do computador por parte dos estudantes, para a aprendizagem em Física.

O questionário reformulado apresenta 10 questões separadas em 3 categorias⁵¹. A primeira trata das opiniões do estudante sobre o uso do computador no Ensino de Física, a segunda do interesse do estudante no estudo de Física por meio do computador, e a terceira da sua habilidade no uso do computador. As perguntas referentes ao questionário foram de caráter direto, pedindo explicitamente a informação desejada.

Aplicação do questionário e análise dos dados

O questionário foi aplicado, em 2010, em seis turmas da 2ª série matutino do Ensino Médio do CEMAB, perfazendo um total de 214 questionários. Antes de entrar propriamente na análise e discussão dos dados, será necessária uma explicação do processo de análise e da forma de apresentação dos dados.

Inicialmente, após a leitura de cada resposta dada pelos estudantes, as questões foram organizadas de forma a constatarem as seguintes hipóteses:

⁵¹ Anexo F - Uso da informática pelos estudantes na aprendizagem de Física – Questionário Informativo.

1. Os estudantes de Ensino Médio acham que o uso do computador para a aprendizagem da Física é importante por motivar e facilitar o interesse pela disciplina;
2. Apesar de o computador fazer parte do dia a dia de muitos jovens, eles não o utilizam para a aprendizagem de Física.

A classificação das respostas baseou-se nos 3 (três) focos de interesse. O tipo de respostas para as perguntas de cada foco do questionário forneceu as categorias. Essas categorias foram otimizadas, isto é, as respostas semelhantes foram agrupadas entre si para facilitar a tabulação dos dados e sua posterior quantificação, permitindo, assim, uma melhor visualização e compreensão. Após essa tabulação foi efetivada a análise, onde se buscou as relações existentes entre os dados colhidos e as hipóteses de trabalho formuladas.

Para essa análise, os dados são apresentados numerando-se as perguntas do questionário, em cada foco de interesse. O primeiro número representa a numeração da pergunta enquanto o segundo número representa o foco de interesse. Além disso, em cada pergunta é apresentado um gráfico e um pequeno comentário a seu respeito. Exceção à regra, dependendo do conteúdo da pergunta, tem comentários para uma ou várias perguntas agrupadas. Algumas vezes, para tornar mais claros os comentários, respostas típicas dos estudantes são acrescentadas em forma de citações. Ao final de cada citação é usada uma nomenclatura para personificá-la. A nomenclatura adotada foi da forma (i, ii), sendo:

i = número de chamada do estudante;

ii = turma do estudante.

Nos itens seguintes são apresentados os focos de interesse do questionário, com suas perguntas e respectivas respostas categorizadas.

Informações sobre os estudantes

Dos 214 estudantes respondentes, 63% são do sexo feminino e 37% do sexo masculino. Isso é de se esperar, porque, nas escolas públicas das cidades do Distrito Federal, a maioria dos estudantes do turno matutino é do sexo feminino. Desses estudantes, 50% têm 16 anos, sendo isso condizente com a idade que os estudantes possuem ao cursar a 2ª série do Ensino Médio.

1º foco: Computadores e o Ensino de Física

P1.1 Você considera que é importante o uso de computadores no Ensino de Física?

O Gráfico 3 mostra a porcentagem de respostas dos estudantes a esta questão.

Gráfico 3 – Importância do uso de computadores no Ensino de Física

Dos 214 estudantes respondentes, 187 consideram importante o uso de computadores no Ensino de Física. Eles acreditam que o uso do computador no Ensino de Física poderá tornar as aulas mais dinâmicas, facilitar na compreensão dos conteúdos, aumentar o interesse dos estudantes para a disciplina e também auxiliar outras matérias no aprendizado escolar. A maioria dos estudantes que respondeu negativamente à pergunta alega que as aulas experimentais são melhores e a presença de um professor e livros é mais importante.

Alguns modelos de respostas que corroboram o que foi dito anteriormente são apresentados a seguir:

Estudantes que acham importante o uso dos computadores nas aulas de Física

“Muitíssimo interessante porque com o uso dos computadores, as aulas de Física ficarão bem mais fáceis, no que diz respeito ao entendimento e compreensão do estudo da disciplina” (7F).

“Seria uma boa ideia para o enriquecimento da teoria aprendida em sala e seria interessante ver aplicações tecnológicas e científicas de modo virtual” (10H).

“Acho bastante interessante, afinal, relacionar tecnologia com a Física é uma ótima maneira de acabar com o estereotipo: ‘Física é um monstro’.” (19I).

“Ficaria bem interessante, pois sairia da rotina e iria ser uma aula bem dinâmica, despertando mais o interesse dos alunos” (13D).

“Necessário, pois o uso do computador nos fornece uma aula mais dinâmica, o que torna a aprendizagem mais prazerosa” (29F).

“Muito importante, porque podemos ter acesso a experimentos que não são possíveis de ver em sala de aula” (40H).

“Acho que tanto na aula de Física quanto nas outras matérias seria bem interessante, já que no dia a dia utilizamos a tecnologia cada dia mais” (27D).

“Acho que seria muito proveitoso, tanto para Física como para outras matérias. A internet engrandece muito as possibilidades de estudo” (26C).

Estudantes que acham desnecessário o uso do computador para a aprendizagem da Física

“Não é muito interessante, pois os alunos vão ficar dispersos” (16G).

“Desnecessário, porque a aula na sala o conteúdo é mais absorvido” (33I).

2º foco: Interesse do estudante no estudo de Física por meio do computador

P1.2 Você usa o computador para estudar Física?

Gráfico 4 – Uso do computador para o estudo de Física

O Gráfico 4 mostra que 73% dos estudantes responderam afirmativamente à questão. A maioria, contudo, utiliza o computador para estudar Física apenas quando a professora solicita algum trabalho de pesquisa e/ou disponibiliza questionários na sala virtual de Física na plataforma Moodle. Poucos utilizam o computador para tirar dúvidas em relação ao conteúdo.

“Para pesquisar sobre o que está sendo estudado em sala de aula” (5H).

“Somente quando tem alguma coisa no Moodle” (18G).

“Às vezes quando tenho alguma dúvida recorro à internet” (33I).

Os estudantes que responderam negativamente à questão alegam que é desnecessário, não gostam de estudar pelo computador ou não estudam Física.

“Não estudo Física” (41D).

“Eu estudo o conteúdo que a professora passa no caderno” (24C).

“Geralmente as aulas são com a resolução dos exercícios no livro” (12F).

“Não gosto de estudar no computador” (4G).

“Não costumo estudar pelo computador” (6I).

P2.2 Que material você usa para estudar Física?

Gráfico 5 – Material utilizado pelo estudante para estudar Física

Apesar de o professor de Física adotar um livro texto em sala de aula, o Gráfico 5 mostra que, apenas 23% dos estudantes se limita ao livro para estudar Física. Foi observado que 37% dos estudantes respondentes usam as notas de aula para o estudo da disciplina. Esta porcentagem parece alta, mas os estudantes não têm por hábito abrirem o livro para estudar, achando mais prático e fácil consultarem as notas de aula, pois elas estão em uma forma mais simplificada e quase sempre apresentam o que o professor acredita ser mais relevante sobre o assunto. Observa-se que 127 estudantes (57%) utilizam mais de um material para o estudo da disciplina Física. Outros 13% utilizam tanto o livro, quanto as notas de aula (L/N) para seu aprendizado. Outros 26% utilizam, além do livro, a internet (L/I) e 16% usam o livro, as notas de aulas e a internet (L/N/I) para o aprendizado de Física. Do total de respostas encontradas para essa questão, 53% dos estudantes recorrem à internet para os seus estudos, mostrando que a geração dos anos 1990 convive naturalmente com os computadores (geração de nativos digitais). Quanto aos 5 estudantes (2%) que respondeu “outro(s)”, obteve-se sempre a mesma resposta: “Eu não estudo Física”.

P3.2 Indique até 3 (três) assuntos de Física onde o computador facilitou o seu aprendizado.

O Gráfico 6 apresenta a distribuição de respostas dos estudantes a essa questão.

Gráfico 6 – Conteúdos de Física facilitados pelo uso do computador

Os assuntos de Física com maior número de respostas foram aqueles trabalhados pela pesquisadora na sala de informática durante a realização da pesquisa (**ondas e formação de**

cores). Os assuntos referentes à luz e eclipse foram trabalhados pela professora regente, que disponibilizou na sala virtual alguns vídeos sobre o assunto (conteúdo do último bimestre). O assunto **calor** foi trabalhado no 1º bimestre pela pesquisadora e pela professora regente.

3º foco: Habilidade no uso do computador

P1.3 Você tem acesso a computador para estudar Física?

Gráfico 7 – Acesso ao computador para o estudo de Física

P2.3 Em que local você acessa o computador para estudar Física?

Gráfico 8 – Locais de acesso ao computador

Os Gráficos 7 e 8, revelam que 93% dos estudantes têm acesso ao computador, enquanto 7% não têm acesso direto. Quando os mesmos estudantes respondem à **pergunta 2.3**, observa-se que só 1% (2 estudantes) não usa realmente o computador. O acesso desses computadores pelos estudantes se faz predominantemente em casa (85%). Apesar de a escola disponibilizar dois computadores ligados a internet, para serem usados em turno contrário ao das aulas, apenas 5% dos estudantes pesquisados utilizam essa oportunidade. Os estudantes que responderam “outro(s)” utilizam o computador no serviço ou em casa de parentes. É importante enfatizar que os jovens, de classe média, estão lidando regularmente com o mundo virtual, mas a escola ainda está procurando encontrar o caminho para se adaptar a esse mundo permeado pelas novas tecnologias da informação e comunicação.

P3.3 Você acessa com frequência a internet para estudar Física?

Gráfico 9 – Acesso a internet para estudar Física

P4.3 Quantas horas por semana (aproximadamente) você acessa o computador para estudar Física?

Gráfico 10 – Horas de acesso ao computador para estudar Física

P5.3 Qual o tipo de acesso que você utiliza para se conectar a internet?

Gráfico 11 – Tipo de acesso para conexão com a internet

Analisando os Gráficos 9, 10 e 11 nota-se que 83% dos estudantes acessam a internet para estudar Física. Esse acesso ocorre predominantemente por meio de banda larga, aproximadamente 1 h por semana. As escolas não estão preparando essa geração para adquirir o hábito de utilizar o computador para o estudo e a aprendizagem de conteúdos das disciplinas ministradas nas salas de aula.

P6.3 Das ferramentas existentes na internet indique até 3 (três) que você mais usa para estudar Física.

Gráfico 12 – Ferramentas da internet mais usadas pelos estudantes para estudar Física

O Gráfico 12 mostra a quantidade de respostas obtidas por meio dessa pergunta. O computador está integrado à vida dos estudantes pesquisados. Os *sites* de busca Google e Yahoo são as ferramentas mais utilizadas pelos estudantes. Isso vem corroborar a **questão 1.2**, onde a maioria dos estudantes relata que usa o computador para pesquisas.

Comentários

Com relação à **habilidade dos estudantes no uso do computador**, 93% têm acesso ao computador e o fazem em casa (85%) e predominantemente por meio de banda larga. Todos esses dados são razoáveis e coerentes, pois a literatura mostra que a geração nascida após os anos 1990 é a dos “nativos digitais”, que mergulham sete dias por semana no computador, e, se possível 24 horas por dia, modificando a forma de produção, criação, comunicação e diversão.

A hipótese de que os estudantes de Ensino Médio acham que o uso do computador para a aprendizagem de Física é importante foi confirmada. Os estudantes, além de acharem o uso do computador importante para o aprendizado de Física, variável verificada por meio das respostas fornecidas à **questão 1.1**, eles também acham o uso do computador importante para o aprendizado de outras disciplinas.

A segunda hipótese com relação ao **interesse do estudante no estudo de Física** por meio do computador também foi confirmada. A maioria dos estudantes se restringe a fazer trabalhos de pesquisa quando solicitados pela professora e/ou a responder a questionários disponibilizados pela mesma professora na sala virtual de Física, na plataforma Moodle. Poucos utilizam o computador para tirar dúvidas em relação ao conteúdo apresentado em sala de aula.

4.2 O Trabalho na Escola

Ao final de 2009, o contato com a Profa. Sandra Coimbra, de Física, pertencente ao quadro de professores concursados da Secretaria de Educação do Distrito Federal e, lotada no Centro Educacional Ave Branca (CEMAB) na cidade de Taguatinga, motivou o interesse de sua parte em trabalhar as questões dessa pesquisa. Como a Profa. Sandra possui uma sala virtual no portal do CEMAB e trabalha com os estudantes por meios tecnológicos computacionais desde 2005, ela disponibilizou suas turmas para a coleta de dados.

No início de 2010, durante a semana pedagógica do CEMAB, a direção da escola possibilitou um espaço para apresentação dos objetivos da pesquisa, e das possibilidades de participação da pesquisadora com a Profa. Sandra no laboratório de informática da escola.

Com base no regimento da escola, foi apresentado um pouco da rotina da instituição e a divisão de turmas para o ano letivo. Para a Profa. Sandra couberam todas as turmas da 2ª série, do turno matutino, perfazendo um total de 13 turmas, com duas horas semanais de aulas.

Como a escola possui salas-ambiente⁵² para maior aproveitamento das aulas, as mesmas são distribuídas em aulas duplas, de 100 minutos cada uma, todas intercaladas por intervalos de 15 minutos.

⁵² Salas destinadas a cada disciplina onde não são os professores que se deslocam, mas, sim, os estudantes.

No segundo dia de reuniões, com base na programação oficial da Secretaria de Estado de Educação do DF (em que constam feriados, recessos e eventos da rede educacional), foi definida a grade horária da escola e as datas prováveis de avaliações semestrais, e as semanas especiais interdisciplinares⁵³ da escola. De posse do calendário escolar e da grade horária da escola, a equipe de professores se reuniu para planejar os projetos institucionais com temas pertinentes ao enriquecimento do currículo escolar e a serem aplicados nas semanas especiais.

O Quadro 4 apresenta a grade horária da Profa. Sandra para o ano de 2010.

Quadro 4 – Grade horária da 2ª série matutino do CEMAB

HORÁRIO	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
07:30 – 09:00	2MK	2MM	2MB	2MD	2MI
INTERVALO					
09:10 – 10:40	2ML	2MJ	2MH	-	2MG
INTERVALO					
11:00 – 12:30	2ME	2MA	2MC	-	2MF

No terceiro dia os docentes da escola fizeram uma reunião com toda a equipe e depois se organizaram em séries para fazer o seu planejamento conjunto. No quarto dia os professores se dedicaram ao planejamento geral da disciplina que ensinam⁵⁴. No quinto e último dia os professores apresentaram seus planos⁵⁵ e os discutiram com os colegas, a fim de dar uma unidade ao currículo.

Nesse momento, a Profa. Sandra apresentou seu planejamento anual e destacou-se o interesse em **investigar as contribuições dos objetos de aprendizagem como recurso didático no ensino e apropriação de conceitos físicos pelos estudantes** antes dos conteúdos serem trabalhados em sala de aula. Em vista disso, a professora apresentou os momentos em que haveria a possibilidade de atuação conjunta na pesquisa e foram selecionados três momentos. Para o primeiro bimestre, uma inserção poderia ocorrer no conteúdo referente à “Dilatação de

⁵³ Acontece uma por bimestre envolvendo todos os professores da escola (por exemplo: Ciência e Tecnologia, Arte e Cultura, etc.).

⁵⁴ Nesse dia, os professores alinham os planos de ensino, distribuindo os conteúdos que serão trabalhados por bimestre e definindo os principais projetos e sequências didáticas para serem aplicados durante o ano letivo.

⁵⁵ No Anexo G são apresentados os conteúdos referentes a cada bimestre para a 2ª série do Ensino Médio do CEMAB.

Sólidos e Líquidos”. No terceiro bimestre, no conteúdo de “Ondas” e, finalmente, no quarto bimestre, no conteúdo de “Formação de Cores”. A seguir serão descritas as etapas da pesquisa de campo.

4.3 Coleta de Dados

Os dados foram coletados em três etapas distintas que serão descritas em detalhes a seguir.

4.3.1 Primeira Etapa: Objetos de Aprendizagem sobre “Dilatação”

No primeiro bimestre de 2010, na semana acordada com a Profa. Sandra, na apresentação da pesquisadora, os estudantes manifestaram entusiasmo em trabalharem no laboratório de informática e muita disposição em cooperarem com a pesquisa. Após as apresentações e explicação sucinta da pesquisa, os estudantes foram encaminhados para o laboratório de informática.

Na primeira etapa da pesquisa de campo foi selecionado um objeto de aprendizagem do Portal do Professor, para a introdução da temática dilatação tendo por título o próprio nome do assunto “Dilatação”⁵⁶. Como a animação escolhida serve apenas de motivação para a introdução do tema selecionou-se outro objeto de aprendizagem na forma de um vídeo⁵⁷, do *YouTube*, com a finalidade de se trabalhar esse primeiro conceito físico.

No laboratório de informática os estudantes trabalharam em duplas, não somente porque essa seria a única possibilidade para que eles atuassem, mas também pelo fato de que, desse modo, há a possibilidade de troca e discussões de significados entre eles.

⁵⁶ Ver descrição do OA “Dilatação” no Capítulo 1, seção 1.3.1.

⁵⁷ Ver descrição do OA na forma de vídeo no Capítulo 1, seção 1.3.1.

A Figura 15 mostra os estudantes trabalhando com o OA “Dilatação” no laboratório de informática.

Figura 15 – Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o OA “Dilatação”

Enquanto os estudantes interagiam com o OA houve um atendimento personalizado em cada dupla respondendo dúvidas e questionando sobre aspectos relevantes do OA. Após a apresentação do OA animação/simulação, os estudantes realizaram a **atividade 1.1**, que foi responder a uma questão direta e objetiva.

Atividade 1.1

Por que a mãe conseguiu abrir o recipiente quando colocou a tampa na água quente?

A preocupação centrou-se na observação das concepções dos estudantes sobre o conceito físico de dilatação térmica. É interessante enfatizar que um pré-teste pode ser constituído por várias questões ou por uma situação-problema. A escolha recaiu sobre a segunda alternativa.

Os estudantes, individualmente, responderam à questão-problema no MS-Word e enviaram a tarefa por meio de arquivo para o Moodle, onde cada resposta ficou armazenada para ser

corrigida posteriormente. Foram recebidas 448 respostas a essa questão de todas as 13 turmas da 2ª série do Ensino Médio.

Depois que os estudantes responderam à questão proposta, foi solicitado que eles assistissem, na sala virtual, o outro OA no formato de vídeo sobre a dilatação térmica dos sólidos, líquidos e gases. Ao final do vídeo foi pedida uma nova tarefa. Na **atividade 1.2** os estudantes deveriam responder à seguinte questão:

Atividade 1.2

Explique como acontece o fenômeno de dilatação térmica nos sólidos.

Nessa nova tarefa obteve-se 156 respostas. O número de respostas na atividade 1.2 foi bem menor do que na atividade 1.1 porque, em algumas aulas, o tempo não foi suficiente para a realização de todas as atividades e os estudantes ficaram de enviar a resposta posteriormente para a sala virtual na plataforma Moodle. Como a investigação teve foco nas respostas dos estudantes que realizaram as atividades e responderam às questões requeridas no mesmo dia, o trabalho de análise se deteve nas respostas de 156 estudantes.

A Figura 16 apresenta a sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos de dilatação térmica utilizando o OA “Dilatação”.

Figura 16 - Sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos físicos de dilatação térmica

4.3.2 Segunda Etapa: Objeto de Aprendizagem sobre “Ondas no Cotidiano”

A segunda intervenção em sala de aula ocorreu no terceiro bimestre de 2010. Foi selecionado um OA sobre ondas. Ao chegar a cada uma das salas de aula da 2ª série do Ensino Médio do CEMAB, a pesquisadora foi recebida com muito entusiasmo pelos estudantes, pois, para eles, a presença da pesquisadora representava o uso dos computadores e a ida ao laboratório de informática.

Para essa etapa, a pesquisadora planejou, juntamente com a Profa. Sandra, usar como estratégia mapas conceituais (MC) para **investigar as contribuições dos objetos de aprendizagem como recurso didático no ensino e apropriação de conceitos físicos pelos estudantes.**

Como os estudantes não tinham conhecimento de como elaborar um MC, decidiu-se ensiná-los a técnica de construção dos MC, seus elementos e suas características. Como apresentado por Novak (2000), para a construção de um MC deve-se escolher um assunto com que o estudante esteja familiarizado. Com base nisso e a fim de motivar os estudantes, foi selecionada uma temática bem atual à época - “Copa do Mundo”. Com o tempo reduzido de contato em sala de aula optou-se por ensinar os elementos fundamentais dos MC (conceito, proposição e palavras/frase de ligação) com a temática “Copa do Mundo” em conjunto com os estudantes. Com uma vasta lista de palavras⁵⁸ na lousa, a pesquisadora solicitou que os estudantes escolhessem dez conceitos mais ligados à temática. Nesse momento ocorreram discussões calorosas, pois houve diversidade no pensar dos estudantes, porém a intervenção da pesquisadora foi fundamental para orientar o trabalho e proporcionar um ambiente agradável, culminando com o desenvolvimento da atividade. Em diálogo com os estudantes foi construído um mapa conceitual. A pesquisadora interrogou os estudantes sobre os conceitos mais gerais e mais importantes e sobre as palavras de ligação identificadas para aquela temática. A Figura 17 mostra dois MC construídos com as turmas “D” e “I”.

Figura 17 – Mapa Conceitual elaborado pelos estudantes do 2MD e 2MI com a pesquisadora

Após o entendimento dos estudantes sobre o que era um MC e como era traçado, foi solicitado que elaborassem, individualmente, um MC sobre o tema “Ondas” segundo a **atividade 2.1**.

⁵⁸ Vuvuzela, juiz, futebol, técnico, torcida, juiz, jogadores, estádio, jabulandi, gol, gramado, seleção, África do Sul.

Atividade 2.1

O que lhes vem à mente quando ouvem a palavra *ondas*?

Nesse momento, aproveitou-se a oportunidade para que os estudantes tomassem consciência de que os mapas, para serem bons, não precisam ser iguais. Depois de os estudantes terem traçado os seus MC, estes foram recolhidos. Em seguida, os estudantes dirigiram-se ao laboratório de informática, onde em duplas, acessaram a sala virtual de Física no ambiente de aprendizagem Moodle. Com a sala virtual aberta, os estudantes interagiram com o OA “Ondas no Cotidiano” para entenderem do que se tratava⁵⁹. A Figura 18 apresenta alguns estudantes interagindo com o OA.

Figura 18 - Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o OA “Ondas no Cotidiano”

Após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano” foi solicitado que os estudantes, novamente, fizessem um segundo mapeamento, em duplas, seguindo as etapas apresentadas na **atividade 2.2**.

⁵⁹ Ver descrição do OA “Ondas no Cotidiano” no Capítulo 1, seção 1.3.1.

Atividade 2.2

Escreva em um primeiro retângulo a palavra ONDAS.

Escreva (no mínimo) cinco palavras relacionadas ao assunto.

Organize as palavras hierarquicamente sobre a folha de papel em branco.

Estabeleça relações entre as palavras usando setas e palavras de ligação.

A Figura 19 apresenta a sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos de ondas utilizando o OA “Ondas no Cotidiano”.

Figura 19 - Sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos físicos de ondas

4.3.3 Terceira Etapa: Objeto de Aprendizagem “Cor e Visão”

A terceira entrada em sala de aula ocorreu no quarto bimestre de 2010. Foi combinado com a Profa. Sandra a utilização de uma estratégia diferente para essa última inserção na escola. Foi apresentado aos estudantes um objeto vermelho. Em seguida, foram dadas as orientações para que realizassem a **atividade 3.1**.

Atividade 3.1

Por que o objeto é vermelho?

Foi escolhido um objeto de cor vermelha porque pareceu mais chamativo para prender a atenção dos estudantes e, ao mesmo tempo, uma maneira lúdica de introduzir o assunto a ser tratado.

Após a coleta das respostas, os estudantes foram divididos em dois grupos. Um grupo acompanhou a Profa. Sandra até o laboratório de Física, onde tiveram uma aula experimental sobre cores. O outro grupo acompanhou a pesquisadora até o laboratório de informática, onde um OA apresentando o conceito físico de cores foi utilizado. Para a escolha dos componentes de cada grupo selecionou-se os 156 estudantes que participaram da primeira e segunda etapa da pesquisa. Depois observadas a frequência de respostas dos estudantes em cada categoria correspondente à atividade 1.1 e, utilizando a regra de proporcionalidade, formou-se os dois grupos. Entretanto 20 estudantes das seis turmas que participaram da primeira e da segunda etapa da pesquisa não responderam à atividade 3.4. Na terceira etapa participaram, efetivamente, 136 estudantes respondentes para cada atividade. No laboratório de informática trabalhou-se com o total de 68 estudantes. A Figura 20 mostra os estudantes no laboratório de informática interagindo com o OA “Cor e Visão”.

Figura 20 - Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o OA “Cor e Visão”

Para a interação dos estudantes com esse OA foi planejado um roteiro de atividades para que o estudante conseguisse investigar o fenômeno explorando todo o potencial do OA para o entendimento dos conceitos físicos sobre formação de cores.

Após a entrega para cada estudante do roteiro de atividades, foi pedido que eles entrassem na sala virtual de Física disponibilizada na plataforma Moodle e interagissem com o OA “Cor e Visão” respondendo às questões solicitadas no roteiro. Como a turma foi dividida em dois grupos, cada estudante pode interagir com o OA e realizar as atividades propostas individualmente. Enquanto os estudantes interagiam com o OA foram atendidas suas dúvidas e repassadas às orientações, conforme solicitadas. Depois que os estudantes preencheram todo o roteiro interagindo com o OA, eles realizam as atividades 3.2, 3.3 e 3.4.

Atividade 3.2

Respondendo à questão:

Marcelo foi festejar a entrada do ano de 2010 (todo vestido de branco) na casa de um amigo. Chegando lá, ele observou que a festa tinha dois ambientes. O ambiente onde se encontrava a comida estava iluminado por uma lâmpada branca e o ambiente onde havia a pista de dança estava iluminado por lâmpadas de cor azul. Quando Marcelo mudava de um ambiente para o outro ele percebia que sua roupa também mudava de cor. Quais as cores percebidas por Marcelo em sua roupa em cada ambiente?

a) Ambiente onde ficava a comida =

b) Ambiente onde ficava a pista de dança =

Justifique as respostas (a) e (b):

A **atividade 3.2** tem dois objetivos. O primeiro objetivo é investigar a compreensão do estudante sobre os processos de interação luz-matéria que causam mudanças na cor dos objetos. O segundo objetivo é fazer com que o estudante reflita sobre o que poderia ser a cor “real” de um objeto. Caso o estudante consiga transferir a informação obtida, por meio do OA, para a solução desse problema, que é equivalente às situações trabalhadas no OA, pode-se inferir que o estudante conseguiu assimilar o que foi apresentado. Para Ausubel, uma maneira de testar se houve aprendizagem significativa é propor ao estudante uma atividade de aprendizagem que não possa ser feita sem o pleno domínio do conceito ensinado (AUSUBEL; HANESIAN, NOVAK, 1980).

Atividade 3.3

Faça um mapa conceitual com o tema “Cores”.

Sugestão de palavras: luz, filtro, secundária, vermelho, azul, primária, amarelo, verde, branco, visão, magenta, ciano.

A **atividade 3.3** tem dois objetivos. O primeiro objetivo é ajudar o estudante a perceber o que ele aprendeu com a simulação. O segundo refere-se diretamente à pesquisa ao investigar como o estudante assimilou, em sua estrutura cognitiva, os conceitos apresentados no OA, desdobrando o conceito **Cores** em outros conceitos menos inclusivos por meio de diferenciação progressiva (AUSUBEL; HANESIAN, NOVAK, 1980).

Atividade 3.4

Com os conceitos aprendidos após a apresentação do OA “Cor e Visão”, responda, novamente, à questão: Por que o objeto é vermelho?

A Figura 21 apresenta a sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos de formação de cores utilizando o OA “Cor e Visão”.

Figura 21 - Sequência didática proposta para a aprendizagem de conceitos físicos de formação de cores

Os OA selecionados eram básicos e não era pretensão que os estudantes dominassem todo o conteúdo curricular referente ao tema, mas que conseguissem, por meio da interação com os objetos, definir alguns conceitos físicos neles apresentados.

Apresenta-se a seguir, alguns aspectos dos conceitos físicos pertinentes a cada OA trabalhado envolvendo os fenômenos referentes à dilatação dos sólidos, à natureza das ondas e à formação de cores.

TEMA 1: Dilatação térmica dos sólidos

Investigando a estrutura interna de um sólido, pode-se entender por que ocorre a dilatação. Os átomos que formam o sólido se distribuem ordenadamente, dando origem a uma estrutura que, devido à sua organização repetitiva, é denominada rede cristalina. A ligação entre esses átomos faz-se por meio de forças elétricas, que atuam como se existissem pequenas molas unindo um átomo a outro. Esses átomos estão em constante vibração em torno de uma posição média, de equilíbrio.

Quando a **temperatura** do sólido é **aumentada**, o **aumento na agitação de seus átomos** faz que eles, ao **vibrarem**, se **afastem** mais da posição de equilíbrio, como mostrado na Figura 22⁶⁰. Em consequência disso, a **distância média entre os átomos** torna-se **maior**, ocasionando a **dilatação do sólido**. Dessa maneira, ao se variar a temperatura de um corpo, todas as suas dimensões se alteram.

Figura 22 – Dilatação térmica dos sólidos: (a) corpo a temperatura ambiente; (b) corpo aquecido

⁶⁰ Fonte: GASPAR, A. **Física**. Volume único. São Paulo: Ática, 2005. p. 331.

Com poucas exceções, todas as formas de matéria – sólidas, líquidas, gasosas ou plasmas – normalmente se dilatam quando são aquecidas, e contraem-se quando resfriadas.

TEMA 2: Ondas

A principal característica do movimento ondulatório é a **propagação**. Ondas são perturbações regulares que se propagam transportando energia, mas não transportando matéria. Por causa de uma perturbação externa, uma pequena porção de matéria se move em torno da sua posição de equilíbrio em que se encontrava inicialmente. Nesse movimento, a pequena porção de matéria perturba outra pequena porção vizinha, e, desse modo, a perturbação propaga o seu efeito, fazendo que a ação inicial seja sentida longe de onde foi causada. As ondas estão presentes na luz que ilumina o dia; no funcionamento do telefone celular, da TV, do rádio, do forno de micro-ondas, etc.

Quanto à natureza as ondas, podem ser classificadas em **ondas mecânicas** e **ondas eletromagnéticas**. As **ondas mecânicas** são perturbações que precisam de um meio material para se propagar. Isso significa que elas nunca se propagam no vácuo. São exemplos de ondas mecânicas as ondas que se propagam em cordas ou molas esticadas, as ondas que se propagam em superfícies de líquidos (exemplo: ondas do mar) e as que se propagam no ar (exemplo: ondas sonoras).

Por outro lado, as ondas eletromagnéticas não necessitam de meio material para se propagarem. São formadas por dois campos oscilantes, um elétrico e outro magnético, que se propagam como mostrado na Figura 23. Essa propagação pode ocorrer no vácuo e em determinados meios materiais⁶¹.

⁶¹ Fonte: MATIAS, R.; FRATTEZI, A. **Física geral para o ensino médio**. Volume único. São Paulo: Harbra, 2008. p. 484.

Figura 23 – Ondas eletromagnéticas

Como exemplos de ondas eletromagnéticas citam-se as ondas de transmissões de rádio e de televisão, as ondas luminosas (luz), as micro-ondas e os raios X.

TEMA 3: A cor de uma superfície

A óptica estuda a luz e as manifestações associadas a ela, tais como sombras, as cores dos objetos e as imagens produzidas pelos espelhos e pelas lentes.

A sensação de cor dos objetos depende não só de fatores físicos, mas também de fatores fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos são característicos da absorção ou transmissão seletiva da luz pelos objetos iluminados. Os fatores fisiológicos dependem da resposta do órgão de visão ao estímulo luminoso e os psicológicos da natureza cognitiva resultante dessa experiência. Em face desses fatores, podem ser definidos dois conceitos de cor: cor objetiva, caracterizada pelo espectro cromático da luz que estimula o olho, e cor subjetiva, que depende da resposta do sistema olho-cérebro à energia radiante recebida dos objetos.

A retina do olho humano tem duas espécies de células sensíveis à luz: "cones e bastonetes". Os bastonetes são responsáveis pela visão em lugares escuros e não são sensíveis à cor. Os cones são sensíveis à cor, existindo três grupos de cones: os sensíveis ao azul, os sensíveis ao verde e os sensíveis ao vermelho. Quando a luz chega à retina, um ou mais tipos de cones ficam sensibilizados em conformidade com a cor. Assim, por exemplo, a luz amarela produzirá igual resposta nos cones vermelho e verde e nenhuma nos cones azul.

A mistura de luzes coloridas, "**síntese aditiva**", dá resultados diferentes da mistura de tintas "**síntese subtrativa**". Na síntese aditiva, a luz branca pode ser obtida pela adição de todas as cores do espectro ou pela adição de três cores primárias, vermelho, verde e azul "RGB". Se luzes de cores vermelha, azul e verde (**cores primárias**) atingirem simultaneamente os olhos de uma pessoa, isso será suficiente para causar a sensação visual de luz branca, como mostrado na Figura 24⁶².

Figura 24 – Cores primárias

O mundo é colorido e essa coloração não resulta apenas da adição de cores, mas também da subtração de cores, sendo o ciano, o magenta e o amarelo as cores primárias em pintura.

Foi o cientista inglês Isaac Newton quem primeiro descreveu os fenômenos cromáticos utilizando prismas. Em 1666 ele concluiu que a luz branca era uma mistura de cores independentes que podiam ser separadas e novamente misturadas, verificando também que nenhuma das cores resultantes da luz branca podia ser separada.

A cor apresentada por um corpo, ao ser iluminado, depende do tipo de luz que ele reflete difusamente. Por exemplo, um objeto tem uma superfície de cor **verde** se, ao ser iluminado pela luz branca (que é composta por todas as cores), **reflete apenas** a parcela da luz branca que corresponde ao **verde** e **absorve** as demais componentes, como mostrado na Figura 25⁶³.

⁶² Imagem disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/optica3.php>. Acesso em: 10 dez. 2010.

⁶³ MATIAS, R.; FRATTEZI, A. **Física geral para o ensino médio**. Volume único. São Paulo: Harbra, 2008. p. 382.

Figura 25 – Observador percebendo a cor verde

Quando ocorre absorção da luz, ocorre a transformação de energia luminosa em outra forma de energia (energia térmica).

Um corpo iluminado pela luz branca apresenta-se **branco** quando **reflete difusamente todas as componentes** da luz branca. Assim, um corpo idealmente **negro absorveria todas as componentes** da luz branca e não refletiria nenhuma.

Refletir difusamente uma só componente da luz branca, ou refletir todas, ou ainda absorver todas, essas constituem situações ideais. Na realidade, os corpos refletem e absorvem porcentagens variadas dos diversos componentes da luz incidente. Daí decorre as diversas tonalidades nas cores dos objetos.

No próximo capítulo são apresentados os procedimentos para a análise dos dados coletados bem como os resultados obtidos.

5 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado o procedimento efetuado para a análise dos dados coletados e os resultados obtidos, que nos permitiram **investigar as contribuições dos objetos de aprendizagem como recurso didático no ensino e apropriação de conceitos físicos pelos estudantes da 2ª série do Ensino Médio.**

De posse das respostas fornecidas às atividades **1.1, 1.2, 3.1, 3.2 e 3.4** e dos mapas conceituais (MC), atividades **2.1, 2.2 e 3.3**, elaborados pelos estudantes, foi feita a análise dos dados coletados referentes às três etapas da aplicação dos objetos de aprendizagem. O tipo de respostas fornecidas pelos estudantes às atividades **1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4** foi responsável pela divisão dos dados obtidos em várias categorias. As categorias foram elaboradas tendo por base os tópicos trabalhados e as habilidades requeridas a partir da teoria. O Quadro 5 mostra os tópicos e as habilidades requeridas em cada assunto tratado.

Quadro 5 – Tópicos e habilidades referentes aos assuntos: dilatação, ondas e cores

DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS	
Tópicos/habilidades	Detalhamento das habilidades requeridas
1 Dilatação	1.1.1 Compreender que a dilatação de um corpo está associada ao aumento da distância média entre as partículas devido ao aumento da vibração das partículas que o compõem.
1.1 Compreender o fenômeno da dilatação	
ONDAS	
Tópicos/habilidades	Detalhamento das habilidades requeridas
2. Ondas	2.1.1 Compreender como são produzidas as ondas mecânicas e eletromagnéticas
2.1 Compreender a natureza das ondas	2.1.2 Conhecer as diversas aplicações das ondas mecânicas e eletromagnéticas
CORES	
Tópicos/habilidades	Detalhamento das habilidades requeridas
3. Cores	3.1.1 Saber explicar a dispersão da luz branca gerando um conjunto de cores
3.1 Compreender a formação das cores	3.1.2 Conhecer os efeitos dos filtros na luz branca
	3.1.3 Compreender como objetos coloridos aparecem sob a luz branca e outras cores.

As categorias foram otimizadas de forma que as respostas e MC semelhantes fossem agrupados entre si para facilitar a tabulação dos dados e sua posterior quantificação, o que favoreceu melhor visualização e compreensão dos mesmos. Nos comentários finais foram analisadas as relações existentes entre os dados colhidos e as hipóteses formuladas para a pesquisa. A seguir são apresentadas as categorias para as respostas dos estudantes referentes a cada atividade.

a) Atividades 1.1, 1.2, 3.1 e 3.4

Categoria 1 - Corresponde às respostas superficiais e/ou vagas dos estudantes sobre a questão proposta com comentários gerais sem qualquer relacionamento com o fenômeno apresentado.

Categoria 2 - Corresponde às respostas dos estudantes sobre a questão proposta envolvendo conteúdo relacionado ao tema, mas sem responder apropriadamente a ela.

Categoria 3 – Corresponde às respostas dos estudantes envolvendo o conteúdo físico relacionado ao tema, com argumentação coerente, ainda que não respondam apropriadamente à questão proposta.

Categoria 4 – Corresponde às respostas dos estudantes envolvendo o conteúdo físico relacionado ao tema com afirmativas consideradas corretas cientificamente.

b) Atividade 3.2

Para a atividade **3.2**, como ela foi realizada após a interação dos estudantes com o OA “Cor e Visão”, foram elaboradas outras três categorias semelhantes às apresentadas anteriormente.

Categoria I - Corresponde às respostas superficiais e/ou vagas dos estudantes sobre a questão proposta.

Categoria II - Corresponde às respostas dos estudantes sobre a questão proposta com argumentação coerente, ainda que não respondam apropriadamente à questão.

Categoria III – Corresponde às respostas dos estudantes envolvendo o conteúdo físico relacionado ao tema com afirmativas consideradas corretas cientificamente.

c) Atividades 2.1 e 2.2

Para a análise dos dados referentes à elaboração dos mapas conceituais (MC) foram verificados os mapas entregues pelos estudantes antes e depois da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano” (**atividade 2.1 e 2.2**). Depois dessa análise classificou-se cada MC em quatro categorias.

Categoria A – Mapas cujos conceitos e palavras/frases de ligação não possuem relacionamento com o fenômeno apresentado.

Categoria B – Mapas híbridos contendo mais conceitos e palavras/frases de ligação que não possuem relacionamento com o fenômeno do que conceitos e palavras/frases de ligação envolvendo o conteúdo relacionado ao tema.

Categoria C – Mapas híbridos contendo mais conceitos e palavras/frases de ligação envolvendo o conteúdo relacionado ao tema do que conceitos e palavras/frases de ligação que não possuem relacionamento com o fenômeno.

Categoria D – Mapas cujos conceitos e palavras/frases de ligação envolvem apenas conteúdo relacionado ao tema demonstrando domínio do conteúdo por meio das ligações entre os conceitos.

d) Atividade 3.3

Para a atividade **3.3**, como ela foi realizada após a interação dos estudantes com o OA “Cor e Visão”, foram elaboradas outras três categorias para essa análise.

Categoria A1 – Mapas apresentando poucos conceitos relevantes ao tema com poucas ligações entre eles. Não apresenta hierarquia conceitual e não possui palavras-chave entre os conceitos.

Categoria B1 – Mapas apresentando conceitos relevantes ao tema. Não apresentam boa hierarquia conceitual e nem mostram todas as relações envolvidas entre os conceitos.

Categoria C1 – Mapas apresentando os principais conceitos relevantes ao tema, dentro de uma hierarquia conceitual bem definida, demonstrando domínio do conteúdo por meio das ligações entre os conceitos.

As respostas fornecidas pelos estudantes às questões propostas e por meio da elaboração dos mapas conceituais foram analisadas qualitativamente.

5.1 Análise Qualitativa

Como dito anteriormente, os dados referentes às respostas fornecidas pelos estudantes das turmas da segunda série “A”, “B”, “E”, “J”, “K”, “L” e “M”, que são as 7 (sete) primeiras turmas da Profa. Sandra, não foram computados. Entretanto, o trabalho com os estudantes, dessas turmas serviu como um estudo piloto que favoreceu a identificação das concepções e compreensão dos estudantes, procedimento diagnóstico motivador do aperfeiçoamento em todas as três etapas, nas outras 6 (seis) turmas.

5.1.1 Primeira Etapa: Objetos de Aprendizagem sobre “Dilatação”

Atividade 1.1: “Por que a mãe conseguiu abrir o recipiente quando colocou a tampa na água quente?”

Resposta Esperada: A água quente aquece o recipiente, aumentando a sua temperatura e, conseqüentemente, a agitação/vibração das moléculas que o constituem. As moléculas, ao vibrarem, se afastam uma das outras, ocasionando um aumento nas dimensões do recipiente. Como o metal dilata mais do que o vidro, a mãe abrirá a tampa facilmente.

Na Tabela 15 pode ser observada a distribuição das respostas por categoria dadas pelos estudantes após a apresentação do OA “Dilatação” na forma de animação/simulação.

Tabela 15 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtidas após a apresentação do objeto de aprendizagem “Dilatação” na forma de animação/simulação

Turmas	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Total de estudantes
2C	07	19	05	-	31
2D	04	16	03	02	25
2F	-	17	06	-	23
2G	01	14	07	01	23
2H	05	16	09	-	30
2I	09	07	07	01	24
Total	26	89	37	04	156

Para tornar mais clara a própria categorização, apresenta-se respostas típicas dos estudantes acrescentadas aos comentários em forma de citações. Ao final de cada citação é usada uma nomenclatura para personificá-la. A nomenclatura adotada foi da forma (i, ii), sendo:

i = o número de chamada do estudante;

ii = turma a que o estudante pertence.

Na **categoria 1** vinte e seis estudantes (17%) forneceram respostas ligadas mais à noção comum de que, ao aquecer a tampa, “algo” se solta ou derrete.

“Porque, quando a mãe colocou a tampa na água quente, o plástico amoleceu um pouco, assim facilitando a abertura do pote” (1C).

“Penso que quando ela coloca a água quente, algo que estava grudado na parte de dentro derreteu o suficiente para abrir” (3I).

Na **categoria 2** oitenta e nove (89) estudantes apresentaram respostas relacionadas ao tema, mas sem correlação com o conceito físico da dilatação. É importante salientar que, analisando

71 respostas, desses estudantes, observou-se a associação da abertura do pote com o aumento ou diminuição da pressão interna no recipiente.

*“Porque quando a água quente caiu sobre o recipiente **a pressão** do recipiente aumentou e subiu para a tampa assim tendo uma fácil abertura” (8C).*

*“Porque quando ela colocou água quente sobre a tampa **a pressão** da lata diminuiu e assim ela conseguiu abrir a lata” (18G).*

*“Deve ter criado uma **pressão** dentro do recipiente fazendo com que a tampa saia mais fácil” (11H).*

O alto índice de estudantes (45%) acreditando que a pressão é o fator que causa a abertura da tampa do pote quando ela é aquecida pode ter sido pelo fato de que praticamente todas as propriedades físicas da matéria relacionam-se intrinsecamente com a temperatura. Os estudantes confundem a força aplicada pelas partículas de um gás colidindo com as paredes de um recipiente com o aumento no nível de agitação das partículas (átomos ou moléculas) devido ao aumento de temperatura.

Na **categoria 3** trinta e sete (37) estudantes forneceram respostas incompletas para a situação apresentada. Isso implica que o estudante tinha algum entendimento sobre o fenômeno, mas não de uma forma totalmente adequada.

“Porque ao aquecer a tampa ela dilata e as moléculas se expandem ocupando um espaço maior forçando a superfície da tampa ficar maior, e assim fica mais fácil de se abrir” (4C).

“Porque ela colocou água quente sobre o objeto isso fez com que esquentasse a tampa fazendo as moléculas se expandirem” (29F).

“Pois, quando a tampa foi colocada em água quente, houve uma dilatação ou uma expansão da tampa, que facilitou a abertura do recipiente” (32H).

Algumas respostas dos estudantes apresentam confusão entre o conceito de **temperatura** e o conceito de **calor**. Esta concepção, constatada em respostas de alguns estudantes, está de acordo com a literatura, que apresenta as concepções alternativas de estudantes na aprendizagem dos conceitos de calor e temperatura. As três características principais das concepções de calor e temperatura apresentadas por estudantes são: **o calor como sendo uma substância; o calor existe apenas nos corpos quentes e o calor é algo dependente da**

temperatura (SILVA, 1995; MORTIMER; AMARAL, 1998; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002; RAFAEL, 2007).

*“Porque quando a mãe esquentou a tampa com água quente a tampa se dilatou **por causa do calor** aí ela conseguiu abrir a tampa com facilidade” (14C).*

*“Porque com o **calor da água** a tampa se expandiu e ficou mais fácil de ser retirada” (1D).*

*“Pela variação do aumento de temperatura associado às moléculas, elas se dilatam e abrem a lata, devido ao grande **calor da água**” (22H).*

Na **categoria 4** quatro (4) estudantes têm um conhecimento prévio referente ao conteúdo trabalhado.

“Porque com o aumento da temperatura ocorre a agitação das moléculas, fazendo com que aconteça a dilatação” (2D e 5D).

“Quando aquecemos o recipiente, aumentando sua energia térmica, aumentamos o estado de agitação das moléculas que o compõem. Estas moléculas precisam de mais espaço e acabam se afastando uma das outras aumentando o volume do corpo, facilitando a abertura” (11G).

“Porque se dilatou à medida que a água quente saída da torneira ia aquecendo a tampa do recipiente fazendo com que aumentasse a temperatura e agitasse as moléculas, provocando o afastamento delas e um conseqüente aumento do tamanho do corpo” (41I).

Conversando com os quatro (4) estudantes “aparentando” conhecer o fenômeno apresentado, constatou-se que 3 (três) cursavam pela segunda vez a 2ª série e o quarto estudante tinha realizado a atividade com um dos colegas repetentes.

Após a apresentação do OA “Dilatação Térmica” os estudantes realizaram a atividade 1.2.

Atividade 1.2: “Explique como acontece o fenômeno de dilatação térmica nos sólidos”.

Resposta Esperada: Quando se aumenta a temperatura de um corpo sólido aumenta-se a agitação molecular deste corpo. O aumento na agitação dessas moléculas faz com que elas vibrem e, ao vibrarem, se afastem mais da sua posição de equilíbrio, resultando em um aumento das dimensões do corpo. Dessa maneira, ao se variar a temperatura de um corpo sólido, todas as suas dimensões se alteram.

A Tabela 16 apresenta a distribuição das respostas dadas pelos estudantes após terem assistido ao vídeo sobre dilatação térmica de sólidos, líquidos e gases.

Tabela 16 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtidas após a apresentação do objeto de aprendizagem “Dilatação” na forma de vídeo

Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Total de estudantes
01	11	12	02	26
-	46	36	07	89
-	08	25	04	37
-	-	-	04	04

Dos 26 estudantes que, na primeira apresentação do OA, se encontravam na **categoria 1**, após a apresentação do OA em forma de vídeo:

- 11 estudantes passaram para a **categoria 2**
- 12 estudantes passaram para a **categoria 3**
- 02 estudantes passaram para a **categoria 4**
- 01 estudante se manteve na **categoria 1**

A transcrição a seguir revela que apenas um estudante não compreendeu o que foi apresentado no vídeo.

“Pelo o que entendi essa dilatação muitas vezes é proporcional... feita pelos próprios homens, e há aquelas que são natural, como a colega da turma deu o exemplo da porta, calçado, etc...” (11I).

Por outro lado, dois estudantes passaram para a **categoria 4** após assistirem ao OA (vídeo).

“Quando a temperatura aumenta cresce a agitação molecular, a consequência imediata é o aumento da distância média entre as moléculas, por um aumento nas dimensões do corpo. Para um corpo sólido, quando a temperatura se altera, qualquer distância entre dois pontos considerada nele se modifica” (1C).

“Ocorre quando o sólido é aquecido. Acontece de acordo com a variação da temperatura, pois a vibração dos átomos aumenta de acordo com a temperatura variando a distância entre as moléculas. E assim ocorre a dilatação, com a alteração de volume de um corpo” (8I).

Dos 89 estudantes, que na primeira apresentação do OA, se encontravam na **categoria 2**:

- 36 estudantes passaram para a **categoria 3**
- 07 estudantes passaram para a **categoria 4**
- 46 estudantes se mantiveram na **categoria 2**

Assim, 48% dos estudantes nessa categoria conseguiram entender o que foi apresentado no OA. Sete estudantes mudaram suas respostas iniciais para afirmativas consideradas corretas cientificamente.

“Ocorre uma dilatação do sólido, devido ao aumento da temperatura e o aumento da agitação das moléculas e o espaço, ou seja, aumenta a temperatura aumenta o volume e ocorre uma dilatação” (35C).

“Bom é o fenômeno de dilatação ocorre quando o aumento da energia térmica aumenta as vibrações dos átomos que formam o corpo fazendo com que passem para posições de equilíbrio mais afastadas que as originais” (14I).

Dos 37 estudantes que, na primeira apresentação do OA, se encontravam na **categoria 3**:

- 04 estudantes passaram para a **categoria 4**
- 25 estudantes se mantiveram na **categoria 3**
- 08 estudantes voltaram da **categoria 3** para a **categoria 2**

Como algumas respostas dos estudantes são muito breves, fruto das limitações inerentes à técnica de coleta de dados utilizada foi entabulada uma conversa com os 8 (oito) estudantes que, após a apresentação do OA, forneceram uma resposta com pouca correlação com o conceito físico da dilatação. Este diálogo permitiu reconhecer e inferir que os estudantes, por terem respondido a **atividade 1.1** de forma incompleta, ao responderem a **atividade 1.2** tentaram completar o seu raciocínio.

(Atividade 1.1) *“Porque houve uma dilatação na tampa, facilitando abrir”*,

(Atividade 1.2) *“As **moléculas se expandem**, aumentando um pouco seu tamanho” (6F).*

(Atividade 1.1) *“Porque ao esquentar o recipiente, houve uma dilatação da tampa com o recipiente, que de certa forma fez com que ficasse mais fácil de se abrir”*,

(Atividade 1.2) *“Devido a temperatura e ao material de que são feitos, os sólidos se expandem” (38F).*

(Atividade 1.1) *“Porque com a água quente a tampa se dilatou e ficou mais fácil abrir a tampa”*,

(Atividade 1.2) “**Com o calor** as medidas do sólido se modificam aumentando de tamanho” (10G).

(Atividade 1.1) “Porque a tampa dilatou mais que o vidro”,

(Atividade 1.2) “**O calor** faz com que o sólido se expande e com o frio ele se contraia” (14G e 37G).

(Atividade 1.1) “Pela variação do aumento de temperatura associado as moléculas, **elas se dilatam** e abrem a lata, devido ao **grande calor** da água”,

(Atividade 1.2) “Quando aquecidos alguns objetos sólidos tem as suas **moléculas dilatadas**. Assim ficam mais fáceis a sua abertura, por exemplo” (22H).

(Atividade 1.1) “Pois, quando a tampa foi colocada em água quente, houve uma dilatação ou uma expansão da tampa, que facilitou a abertura do recipiente”,

(Atividade 1.2) “Esse fenômeno acontece pela variação da temperatura. Daí ocorre a dilatação térmica” (32H).

(Atividade 1.1) “Por que quando submetemos o recipiente a água quente o resultado da dilatação da tampa é maior que a do recipiente, logo quando esquentamos o recipiente a tampa se dilata mais que o recipiente e se solta com facilidade”,

(Atividade 1.2) “Ele sofre uma variação na suas dimensões quando varia a sua temperatura” (26I).

Concluindo, os oito (8) estudantes não passaram da **categoria 3** para a **categoria 2** simplesmente completaram seu raciocínio, mantendo-se na mesma **categoria 3**. Nas respostas de alguns desses estudantes aparece a expressão “**as moléculas se expandem** ou **se dilatam**”, outra concepção alternativa. As moléculas não dilatam, elas vibram e se afastam da sua posição de equilíbrio.

Dos 4 estudantes que, na primeira apresentação do OA, se encontravam na **categoria 4**:

- 04 estudantes se mantiveram na **categoria 4**

“É o fenômeno que ocorre quando há uma variação de temperatura fazendo com que aconteça o aumento do volume ou tamanho” (2D e 5D).

“A dilatação de um sólido com o aumento de temperatura ocorre porque com o aumento da energia térmica aumentam as vibrações dos átomos e moléculas que formam o corpo, fazendo com que passem para posições de equilíbrio, expandindo-se mais afastadas que as originais” (11G).

“Com o aumento da temperatura faz com que também aumenta as vibrações dos átomos e das moléculas” (41I).

Para uma melhor visualização dos resultados obtidos, a Tabela 17 e o Gráfico 13 apresentam a frequência das respostas dos estudantes antes e depois de assistirem ao vídeo sobre dilatação térmica.

Tabela 17 - Categorias de Análise – Porcentagem de estudantes antes e após a apresentação do OA “Dilatação”

	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4
ANTES	16,6%	57%	24%	2,4%
APÓS	0,6%	41,7%	46,8%	10,9%

Gráfico 13 - Frequência das respostas dos estudantes antes e depois da interação com o OA “Dilatação” no formato de vídeo

Observa-se na Tabela 17 e no Gráfico 13 que há evidências de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes após sua interação com o OA “Dilatação”.

Considerações

Os dados obtidos da interação dos estudantes com o primeiro objeto de aprendizagem – OA “Dilatação” –, apresentado na forma de animação/simulação, funcionaram como um pré-teste para que pudessem ser analisados os conhecimentos do estudante em relação ao assunto

dilatação térmica. O material também serviu de elemento motivador para que os estudantes se predispussem a aprender os conceitos físicos relacionados ao fenômeno com o outro OA em forma de vídeo apresentado posteriormente. Quando disponibilizado o segundo OA, na sala virtual de Física, os estudantes já estavam motivados para o conteúdo que seria apresentado no vídeo e mostraram entusiasmo para o seu aprendizado, fatores esses importantes para uma aprendizagem significativa (NOVAK, 2000, p. 114).

É bom lembrar que os estudantes não tinham visto o assunto sobre dilatação térmica em sala de aula e esse foi o seu primeiro contato com o tema. Quando os estudantes realizaram a **atividade 1.1** foi enfatizado que ao reponderem à pergunta proposta, eles não deveriam se preocupar em fornecer uma resposta que teria uma avaliação certa ou errada, mas que a finalidade daquela questão era para que eles percebessem qual era o seu conhecimento sobre o assunto tratado e que, posteriormente, eles aprenderiam o assunto por meio de um segundo objeto de aprendizagem e de uma aula expositiva com a professora regente das turmas.

Como o trabalho foi realizado em duplas houve uma percepção de que, apesar de inicialmente os estudantes ficarem preocupados com a atividade, eles se descontraíram e puderam aproveitar melhor a aula preparada com os OA. Mesmo o trabalho sendo realizado em duplas, criou-se oportunidades para que todos os estudantes interagissem com os OA e que tivessem um tempo razoável para isso. No segundo momento da aula, foi notada, maior atenção dos estudantes ao aprendizado do tema por meio do OA em forma de vídeo, fato ocorrido devido a dois fatores: primeiro, os estudantes perceberam que seu conhecimento era restrito em relação ao assunto e para a compreensão dele deveriam buscar mais informações nesse novo OA; segundo, o vídeo é bem elaborado, lúdico e ligado ao cotidiano dos estudantes, o que possibilitou uma maior motivação para o entendimento e aprendizado do assunto. A predisposição dos estudantes em aprender, isso acrescido da apresentação de um material potencialmente significativo, são as duas condições necessárias para uma aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 42).

Os dados coletados antes (**atividade 1.1**) e depois (**atividade 1.2**) da apresentação do OA em forma de vídeo evidenciam que houve alguma mudança na descrição do conceito de dilatação térmica dos sólidos. Em relação às concepções alternativas encontradas, tem-se um decréscimo na porcentagem de estudantes que relacionava o conceito de dilatação térmica dos sólidos com o aumento de pressão, passando de (45,5% para 4%). A porcentagem de

estudantes que confundiu o conceito de **temperatura** com o conceito de **calor** diminuiu de (10% para 6%). Esses dois casos mostram que um OA construído com adequação pedagógica de incorporação dos conceitos físicos em contextos familiares dos estudantes (animação, som, imagem, etc.) e planejados como estratégia de aprendizagem facilita a mudança de conhecimentos relacionados ao senso comum para conhecimentos mais próximos aos conhecimentos científicos além de ampliarem o desenvolvimento e oportunidade de compreensão de seu sentido e significado.

Encontrou-se 94% dos estudantes, após a apresentação do OA, relacionando a dilatação de um sólido com o aumento de temperatura o que caracteriza o entendimento do “**porquê**” do fenômeno. Nos 47% dos estudantes que descreveram de forma parcial o fenômeno foi possível verificar, em suas respostas, elementos importantes relacionados ao tema. Houve um aumento na porcentagem de estudantes (2,5% para 11%) que compreenderam que a dilatação de um sólido está associada ao aumento da vibração das partículas que o compõem, explicando o “**como**” do fenômeno.

5.1.2 Segunda Etapa: Objeto de Aprendizagem “Ondas no Cotidiano”

Para a análise dos mapas conceituais (MC) elaborados individualmente pelos estudantes foram selecionados aqueles correspondentes aos estudantes que participaram da primeira etapa. Deste modo, a amostra dos dados contou com 156 MC para análise.

Atividade 2.1: “O que lhes vem à mente quando ouvem a palavra *ondas*?”

Resultado Esperado: Elaboração de MC com conceitos relacionados a ondas mecânicas e eletromagnéticas.

Na Tabela 18 é apresentada a frequência com que aparecem os mapas conceituais, elaborados pelos estudantes, por meio da análise dos elementos conceituais (signos) identificados em cada mapa antes da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”.

Tabela 18 – Frequência de mapas conceituais conforme categorização antes da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”

Turmas	Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D	Total de estudantes
2C	06	14	09	02	31
2D	14	04	06	01	25
2F	19	02	02	-	23
2G	18	04	01	-	23
2H	18	09	03	-	30
2I	21	03	-	-	24
Total	96	36	21	03	156

Para um maior entendimento da análise efetuada, a Tabela 19 mostra os conceitos com o maior número de repetições que aparecem nos mapas conceituais dos estudantes.

Tabela 19- Frequência dos conceitos com maiores repetições antes da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”

Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D
Mar (75)	Mar (29)	Ondas sonoras (18)	Ondas sonoras (2)
Praia (42)	Ondas sonoras (23)	Mar (13)	Som (2)
Água (34)	Som (15)	Sons (12)	Ondas mecânicas (2)
Surf (29)	Água (11)	Rádio (6)	Ondas de calor (1)
Surfistas (26)	Possuem energia (8)	Vibrações (6)	Movimento (1)
Pranchas (18)	Surf (8)	Ondas de calor (5)	Transmissão (1)
Sol (14)	Movimento da água (6)	Surf (5)	Energia (1)
Areia (13)	Música (5)	Ondas eletromagnéticas (5)	Sinal (1)
Pessoas (11)	Rádio (5)	Instrumento de som (4)	
Movimento da água (8)	Audição (4)	Música (4)	
	Ondas magnéticas (4)	Micro-ondas (4)	
	Ondas eletromagnéticas (3)	Ondas magnéticas (2)	

Na **categoria A** foram identificados 96 mapas conceituais elaborados pelos estudantes (61,5% do total) mostrando a ideia de onda associada ao uso comum da palavra e não ao conceito físico de onda. Parece que, para os estudantes, o que representa uma onda são as ondas que se propagam na água (mar), pois nos seus MC predominam elementos relacionados à praia, mar,

água, surf/surfistas/pranchas, sol e areia. Ainda 6 (seis) dos estudantes relacionam as ondas a desastres ambientais. Para melhor entendimento do que foi exposto, a Figura 26 ilustra com os mapas conceituais de dois estudantes participantes da pesquisa.

Figura 26 – Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria A

Na **categoria B** obteve-se 36 mapas conceituais elaborados (23,1% do total) apresentando com maior frequência, após a palavra “mar”, o conceito “ondas sonoras” (64% dos 36 estudantes). Vinte e três estudantes que se referem a ondas sonoras em seus MC parecem não discriminar adequadamente a onda sonora⁶⁴ da sensação auditiva. Isto é, confundem o som como uma **onda** com o som como **audição**.

Na literatura pesquisada somente um trabalho relata essa concepção (AIZICZON; CUDMANI, 2007). Também 6 (seis) estudantes deixam transparecer, por meio dos conceitos e palavras de ligação, que a relação existente entre ondas sonoras/som está ligada à música para diversão na praia ou ao som/barulho do mar ou ainda como barulho/ruído existente na

⁶⁴ As ondas sonoras cujas frequências estão compreendidas entre 20 Hz e 20.000 Hz são denominadas genericamente **sons**. A palavra **som** pode significar o fenômeno físico – uma onda mecânica longitudinal tridimensional – ou a sensação auditiva percebida pelo ser humano. As ondas sonoras de frequência inferior a 20 Hz são denominadas **infrassons** e as de frequência superior a 20.000 Hz constituem os **ultrassons**.

praia. Como exemplos relacionados ao que foi exposto, a Figura 27 apresenta mapas conceituais de dois estudantes participantes da pesquisa.

Figura 27 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria B

Na **categoria C** encontrou-se 82% dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes associando as ondas sonoras como um tipo de onda. Observou-se que 59% fazem menção às ondas do mar e 55% citam o som. Nos mapas analisados, conceitos de ondas estão relacionados a expressões do cotidiano, tais como “ondas de calor” (22,7%). Essa expressão é dita com bastante frequência nas previsões do tempo nos meios de informação e comunicação⁶⁵. Dois estudantes confundem as ondas eletromagnéticas como fenômeno físico com a maneira como ela é formada, porque se lembram da palavra “magnética”, pois as ondas eletromagnéticas são formadas por dois campos oscilantes, um elétrico e outro magnético. Quatro estudantes citam o micro-ondas, que é uma radiação eletromagnética (onda eletromagnética) pertencente ao espectro eletromagnético⁶⁶. A Figura 28 mostra mapas conceituais de dois estudantes participantes da pesquisa.

⁶⁵ São eles a televisão, o jornal, a revista, o rádio, o computador, o satélite, o panfleto, o cartaz, a fotografia, o cinema, a faixa, o *banner*, enfim, todo e qualquer meio por meio do qual sejam possíveis a emissão e a recepção de mensagens.

⁶⁶ O espectro eletromagnético é a distribuição da intensidade da radiação eletromagnética com relação ao seu comprimento de onda ou frequência. É o intervalo completo de todos os tipos de radiação eletromagnética que vai desde as ondas de rádio, passando pelas **micro-ondas**, infravermelho, luz visível, raios ultravioleta, raios X até a radiação gama.

(a) 25F

(b) 1C

Figura 28 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria C

Na **categoria D** três (3) mapas conceituais (1,9%) elaborados pelos estudantes apresentam ondas sonoras (100%), ondas eletromagnéticas e ondas mecânicas. Os estudantes não conseguiram relacionar as ondas mecânicas com as ondas sonoras. Também aparecem palavras novas, como *energia* e *transmissão*. Esses estudantes possuem um bom conhecimento do tema porque em seus mapas, além de citarem as diferentes ondas, eles apresentam exemplos dessas ondas. A Figura 29 ilustra o que foi dito com os mapas conceituais de dois estudantes.

(a) 42D

(b) 39C

Figura 29 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes na categoria D

Após a interação dos estudantes com o OA “Ondas no Cotidiano” eles elaboraram um novo MC, seguindo os passos fornecidos na **atividade 2.2**. Os MC foram elaborados, em duplas, dada a inadequação do número de computadores existentes para a quantidade dos estudantes presentes.

Atividade 2.2:

Escreva em um primeiro retângulo a palavra ONDAS.

Escreva (no mínimo) cinco palavras relacionadas ao assunto.

Organize as palavras hierarquicamente sobre a folha de papel em branco.

Estabeleça relações entre as palavras usando setas e palavras de ligação.

Resultado Esperado: Os estudantes, ao elaborarem seu MC, deveriam relacionar ondas com as **ondas mecânicas** e as **ondas eletromagnéticas** e fornecer exemplos da aplicação dessas ondas no cotidiano.

A Figura 30 mostra o mapa conceitual⁶⁷ que representa o conceito físico de ondas contido no OA. Esse mapa serviu de referência para a comparação dos MC elaborados pelos estudantes e para observar a proximidade ou o distanciamento dos conhecimentos anteriores e dos conhecimentos produzidos por meio da interação com o OA. A análise comparativa entre os mapas conceituais elaborados pelos estudantes e o mapa conceitual de referência permite, tanto ao estudante quanto ao professor, obterem informações sobre o nível de conhecimento assimilado (MARTINS; VERDEAUX; SOUSA, 2009, p. 8).

⁶⁷ Elaborado pela pesquisadora usando a ferramenta *CMap Tools*.

Figura 30 – Mapa conceitual sobre o conteúdo apresentado no OA “Ondas no Cotidiano”

A atividade realizada em duplas teve também como variável a redução da ansiedade e tensão inicial possibilitada pelo diálogo entre os estudantes e a construção colaborativa, favorecendo a troca de significados entre eles. Como feito anteriormente, foram analisados somente os MC dos estudantes que participaram da primeira etapa da pesquisa. Com essa nova categorização, obteve-se a Tabela 20, mostrada a seguir.

Tabela 20 – Frequência de mapas conceituais conforme categorização após a apresentação do objeto de aprendizagem “Ondas no Cotidiano”

Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D	Total de estudantes
06	67	22	01	96
01	14	20	01	36
-	05	12	04	21
-	-	01	02	03

Como feito anteriormente com o primeiro MC, para um maior entendimento da análise efetuada, a Tabela 21 apresenta, os conceitos com o maior número de repetições que aparecem nos mapas dos estudantes.

Tabela 21 - Frequência dos conceitos com maiores repetições após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”

Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D
Mar (5)	Som (37)	Antenas (40)	Ondas sonoras (5)
Praia (3)	Transmitidas (36)	Ondas sonoras (36)	Som (5)
Som (3)	Rádio (26)	Rádio (35)	Televisão (5)
Pessoas (2)	Captadas (23)	Televisão (32)	Antenas (5)
Surf (1)	Ondas sonoras (23)	Sons (31)	Rádio (5)
Pranchas (1)	Ouvido (22)	Ouvidos (22)	Ondas mecânicas (4)
Surfistas (1)	Antena (22)	Imagem (12)	Transmissão (4)
Ondas sonoras (1)	Televisão (21)	Transmissão (9)	Ondas eletromagnéticas (3)
Barulho (1)	Cotidiano (13)	Ondas eletromagnéticas (9)	Movimento (2)
Vibração (1)	Água (12)	Captadas (8)	Satélite (2)
	Movimento (11)	Água (8)	Magnéticas (2)
	Mar (10)	Ondas mecânicas (5)	Velocidade (2)
	Vibrações (9)	Satélite (4)	Música (2)
	Música (9)	Música (4)	

Dos 96 estudantes cujos mapas foram classificados na **categoria A**, foi observado que após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”:

- 67 estudantes passaram para a **categoria B**
- 22 estudantes passaram para a **categoria C**
- 01 estudante passou para a **categoria D**
- 06 estudantes se mantiveram na **categoria A**

Seis (6) estudantes não compreenderam o OA ou não entenderam as instruções fornecidas, assim repetiram praticamente os mesmos conceitos apresentados nos MC feitos anteriormente. A Figura 31 apresenta um desses mapas.

Figura 31 - Exemplo de mapa conceitual do estudante 40I mantendo-se na categoria A

Um (1) estudante se apropriou corretamente do conteúdo disponibilizado pelo OA. A Figura 32 representa a mudança conceitual desse estudante pelos mapas conceituais elaborados antes e depois da apresentação do OA.

Figura 32 – Exemplo de mapas conceituais do estudante 1F passando da categoria A para a D

Dos **36** estudantes cujos mapas foram classificados na **categoria B**, após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”:

- 20 estudantes passaram para a **categoria C**
- 01 estudante passou para a **categoria D**
- 14 estudantes se mantiveram na **categoria B**
- 01 estudante voltou da **categoria B** para a **categoria A**

Na Figura 33 pode ser observada a mudança conceitual do estudante que passou para a categoria D pelos mapas conceituais elaborados antes e depois da apresentação do OA:

Figura 33 - Exemplo de mapas conceituais do estudante 35C passando da categoria B para a D

Após a apresentação do OA, houve continuidade dos estudantes na associação do som como uma onda com o som como percepção acústica. Isso mostra as dificuldades que os professores têm na superação dos conhecimentos devido ao senso comum (concepções alternativas) apresentado pelos estudantes quanto aos conteúdos a serem trabalhados (MARTINS; RAFAEL, 2007; MARINELI, 2007; AGUIAR JÚNIOR, 2001; PEDUZZI, 2001).

O estudante que voltou da **categoria B** para a **categoria A**, no seu primeiro MC (individual) relacionou ondas com eletricidade, choque, energia, luz e claridade e, no seu segundo MC

(em dupla), relacionou ondas com mar e efeitos sonoros produzidos pelo barulho das águas chocando-se nas rochas. O estudante baseou-se no seu colega de dupla, que, no seu MC (individual), colocou ondas associadas ao mar que são agitadas e produzem enorme barulho. Como a animação apresentada não tinha os elementos que eles dispuseram no mapa conceitual feito em dupla, acredita-se que ocorreu ruídos de entendimento dada à exposição e instruções fornecidas pela pesquisadora ou que eles fizeram a atividade sem muita atenção e cuidado.

Dos 21 estudantes que, na primeira apresentação do OA, tiveram seus mapas classificados na **categoria C**:

- 04 estudantes passaram para a **categoria D**
- 12 estudantes se mantiveram na **categoria C**
- 05 estudantes voltaram da **categoria C** para a **categoria B**

Na Figura 34 são apresentados dois mapas conceituais de estudantes que voltaram da categoria C para a categoria B.

(a) 34D

(b) 32C

Figura 34 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes que voltaram da categoria C para a B

Os estudantes que continuaram na **categoria C**, diferentemente dos seus primeiros mapas, onde 59% faziam menção às ondas do mar, enfatizam, neste segundo MC, a propagação das

ondas sonoras e das ondas eletromagnéticas captadas por antenas de rádio e televisão. Mesmo tendo classificado os MC dos estudantes nessa categoria, considera-se que houve mudanças significativas nos conceitos apresentados nos mapas após a interação dos estudantes com o OA “Ondas no Cotidiano”. Na Figura 35 mostram-se dois desses mapas.

Figura 35 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes que se mantiveram na categoria C

Dos 3 (três) estudantes que, na primeira apresentação do OA, tiveram seus mapas classificados na **categoria D**:

- 02 estudantes se mantiveram na **categoria D**
- 01 estudante voltou da **categoria D** para a **categoria C**

A Figura 36 mostra os dois mapas conceituais dos estudantes que se mantiveram na categoria D.

Figura 36 - Exemplos de mapas conceituais de estudantes que se mantiveram na categoria D

Mesmo não tendo intenção de efetivar uma análise quantitativa mais profunda referente aos mapas conceituais dos estudantes, a Tabela 22 e o Gráfico 14 revelam a frequência dos mapas, elaborados pelos estudantes antes e depois da apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”, em cada categoria de análise.

Tabela 22 - Categorias de Análise – Porcentagem de estudantes antes e após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”

	Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D
ANTES	61,5%	23,1%	13,5%	1,9%
APÓS	4,5%	55,1%	35,3%	5,1%

Gráfico 14 - Frequência dos mapas conceituais nas categorias de análise antes e depois da interação com o OA “Ondas no Cotidiano”

A Tabela 22 e o Gráfico 14 mostram evidências de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes após sua interação com o OA “Ondas no Cotidiano”.

Considerações

Nessa segunda etapa da pesquisa a estratégia dos mapas conceituais (MC) foi utilizada como forma de avaliar se ocorreu a aprendizagem dos conceitos físicos apresentados no OA “Ondas no Cotidiano”.

Como ocorrido na primeira etapa, os estudantes não tinham visto o assunto sobre ondas em sala de aula e esse foi o seu primeiro contato com o tema. Quando os estudantes realizaram a **atividade 2.1** ao confeccionarem o seu mapa conceitual sobre ondas, eles não tiveram a preocupação de que o mapa seria considerado certo ou errado pela pesquisadora, porque os MC têm significados pessoais e a finalidade daquela atividade era para que eles percebessem qual era o seu conhecimento sobre o assunto tratado e que, posteriormente, eles aprenderiam o assunto por meio de um OA e de uma aula expositiva com a professora regente das turmas.

Após a realização da **atividade 2.1** os estudantes foram ao laboratório de informática, em duplas, e trabalharam com o OA “Ondas no Cotidiano”. Nessa segunda parte da aula maior atenção dos estudantes foi observada em relação ao aprendizado do tema por meio do OA. Duas variáveis foram identificadas como responsáveis: primeiro, os estudantes perceberam

que seu conhecimento era restrito em relação ao assunto; segundo, porque esses estudantes haviam trabalhado com a pesquisadora na primeira etapa da pesquisa e ficaram na expectativa de visualizar outra simulação/animação lúdica e ligada ao seu cotidiano. Para Ausubel e seus colaboradores, a predisposição do estudante em aprender um conteúdo juntamente com a apresentação de um material potencialmente significativo, como um OA, são as duas condições necessárias para uma aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 42)

Na literatura consultada sobre MC os mesmos são avaliados qualitativamente considerando os seus elementos principais (proposições e ligações). Para essa avaliação qualitativa, os autores utilizam três categorias para classificarem os MC dos estudantes. Alguns mapas são pontuados conforme sugerido por Novak e Gowin (1988), (ALMEIDA, 2006; SILVA, 2006; KREY, 2009, MARTINS, 2009).

A análise qualitativa dos dados coletados junto aos estudantes do Ensino Médio levou em conta os conceitos com maiores repetições; observando a riqueza de elementos associados aos conceitos físicos sobre ondas; e a mudança geral dos mapas de cada estudante antes e depois da apresentação do OA.

A estratégia de uso do primeiro MC teve três objetivos: fazer com que os estudantes, a partir da reflexão sobre o que conheciam referente ao conteúdo inicial de ondas, se predispussem ao aprendizado dos conceitos físicos tratados no OA “Ondas no Cotidiano”; segundo, procurar em cada mapa identificar o percurso conceitual do estudante, antes e depois da apresentação do OA; e, terceiro; identificar o conhecimento prévio dos estudantes conforme sugerido por Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. viii).

Os MC elaborados pelos estudantes, antes da utilização do OA, representam as ideias sobre ondas relacionadas às suas experiências cotidianas ao observarem o fenômeno da propagação da onda na superfície do mar ou a desastres ambientais ocasionados pela água do mar. Também surgiram elementos nos MC tais como: ondas de calor ou ondas sonoras como sensação auditiva mostrando a ideia de onda associada com o uso comum da palavra e não ao conceito físico de onda. Após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano”, a atividade de comparação entre os MC elaborados (**atividade 2.1** com a **atividade 2.2**), revelam mudança conceitual dos estudantes que, partindo de conceitos sobre ondas mais ligados ao cotidiano,

concluíram suas atividades apresentando conceitos mais aproximados de uma estruturação científica.

5.1.3 Terceira Etapa: Objeto de aprendizagem “Cor e Visão”

Para a análise das respostas das **atividades 3.1 e 3.4** foram selecionadas aquelas correspondentes aos estudantes que participaram da primeira etapa. Como 20 estudantes faltaram às aulas de Física na semana em que foi trabalhada a apresentação do OA e outros 20 estudantes não responderam à **atividade 3.4**, ao final, contou-se com 116 estudantes respondentes em cada atividade. Esses estudantes foram divididos em dois grupos, para proceder-se uma análise do seu aprendizado individualizado, ficando 68 estudantes para participarem das atividades no laboratório de informática.

Atividade 3.1 e 3.4: “Por que o objeto é vermelho?”

Resposta esperada: Porque, ao incidir a luz branca sobre o objeto, ele absorve todas as cores e reflete/transmite o vermelho.

Na Tabela 23 pode ser observada a distribuição das respostas por categoria dadas pelos estudantes ao realizarem a **atividade 3.1**, antes da apresentação do OA “Cor e Visão”.

Tabela 23 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtidas antes da apresentação do objeto de aprendizagem “Cor e Visão”

Categorias/Turmas	1	2	3	4	Total
2C	12	01	02	-	15
2D	07	-	-	03	10
2F	03	03	01	-	07
2G	11	01	-	-	12
2H	06	01	07	-	14
2I	09	-	01	-	10
Total	48	06	11	03	68

Na **categoria 1** quarenta e oito (48) estudantes (70,6%) forneceram respostas que não tratavam do fenômeno físico. Analisando essas respostas, encontra-se uma “concepção alternativa”, onde 34 estudantes reconhecem a cor como propriedade intrínseca do objeto, independente da luz incidente.

“Por causa da pigmentação” (4G).

“Porque a pigmentação faz com que meus olhos veja essa cor” (31I).

Provavelmente os estudantes apresentaram essa concepção sobre as cores porque a **cor-pigmento** é usada em aulas de Artes para imitar os fenômenos da **cor-luz**. As cores só existem e só são vistas pelos olhos devido à presença da luz; a cor-pigmento é a luz refletida pelo corpo, fazendo com que o olho humano perceba esse estímulo como cor. Esta concepção tem sido apontada por alguns autores (ANDERSON; SMITH, 1986; GIRCOREANO; PACCA, 2001; MELCHIOR; PACCA, 2004; ANTONIOLI; QUEIROZ; GALVÃO, 2009)

Na **categoria 2** seis (6) estudantes apresentaram respostas relacionadas ao tema considerando a luz como necessária para a visualização das cores.

*“Porque o objeto recebe energia e nós os enxergamos porque eles enviam a luz recebida” (33C) – Concepção: **A cor é uma propriedade do objeto.***

*“Por causa da nossa visão que reflete para vermos a cor vermelha do objeto” (2H) – Concepção: **Os raios de luz partem dos olhos para a visualização das cores dos objetos.***

*“Porque o nosso cérebro distingue as cores por diferentes modos” (2G) – Concepção: **O olho (retina) é responsável pela cor. O sistema nervoso não participa.***

Na **categoria 3** onze (11) estudantes forneceram respostas incompletas para a situação apresentada. Isso implica que o estudante tinha entendimento sobre o fenômeno, mas não de forma conceitualmente adequada.

“Devido a reflexão da luz no objeto e a capacidade dos nossos olhos de captar essa luz” (4H).

“Porque a luz que reflete nele é percebida na cor vermelha” (12H).

“Por causa das cores ‘principais’ de siglas xxxx que fazem com que a luz absorva apenas 1 cor e ‘repelindo’ o resto das outras” (7F).

Na **categoria 4** três (3) estudantes demonstraram conhecimento prévio referente ao conteúdo trabalhado.

“Porque o objeto absorve a luz e reflete o vermelho” (10D).

“A luz branca incidiu e a luz vermelha refletiu isso porque a luz branca é a mistura de várias cores” (29D).

A Tabela 24 apresenta a distribuição das respostas dadas pelos estudantes após interagirem com o OA “Cor e Visão”.

Tabela 24 – Frequência das respostas dos estudantes por categoria obtida após a apresentação do OA “Cor e Visão”

Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Total
12	21	04	11	48
-	02	02	02	06
-	02	05	04	11
-	-	-	03	03

A Tabela 25 e o Gráfico 15 apresentam a porcentagem de respostas de estudantes distribuídos pelas categorias antes e após a apresentação do OA “Cor e Visão”.

Tabela 25 - Categorias de Análise – Porcentagem de estudantes antes e após a apresentação do OA “Cor e Visão”

	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4
ANTES	70,6%	8,8%	16,2%	4,4%
APÓS	17,6%	36,8%	16,2%	29,4%

Gráfico 15 – Frequência das respostas dos estudantes às atividades 3.1 e 3.4

Neste momento, a investigação sobre as possibilidades de contribuição que a interação com o OA proporcionou pode ser observada pela mudança na porcentagem dos estudantes encontrada por categoria.

A análise da porcentagem de estudantes que se mantiveram na **categoria 1** e que passaram para as **categorias 2 e 4** identifica que houve mudança conceitual após a interação com o OA “Cor e Visão”.

Tal constatação permite inferir que o uso da estratégia de simulação aproxima os estudantes dos conceitos a serem construídos devido as suas características: repetir o experimento várias vezes, explorar diversas combinações entre variáveis físicas e ampliar as possibilidades de uso da simulação para a compreensão do fenômeno estudado, como é o caso do OA apresentado “Cor e Visão”.

Atividade 3.2: Resposta a questão-desafio

Analisando os dados obtidos, as respostas foram agrupadas em três categorias⁶⁸.

⁶⁸ Ver categorias para a atividade 3.2 no início deste capítulo.

A Tabela 26 apresenta a distribuição das respostas dadas pelos estudantes a essa atividade.

Tabela 26 – Frequência das respostas a atividade 3.2 conforme categorização

Categorias/Turmas	I	II	III	Total
2C	04	10	01	15
2D	02	06	02	10
2F	01	03	03	07
2G	03	08	01	12
2H	05	07	02	14
2I	05	05	-	10
Total	20	39	09	68

A **categoria I** apresenta 20 estudantes (29,4%) justificando, de forma superficial, a questão proposta.

“Porque o branco reflete todas as luzes” (14C).

“Depende da luz para que o ambiente fique de cor diferente” (32H).

“Pois assim como no experimento do personagem as cores das lâmpadas são como o filtro” (19C).

“Porque a cor branca recebe as cores do ambiente” (12D).

Na **categoria II** foi encontrado o maior número de respostas, 39 estudantes. Os estudantes apresentam argumentação coerente, mas não respondem apropriadamente à questão.

“Depende do ambiente que ele estava a blusa não mudou de cor porque na luz branca a cor da roupa se refletia a cor que era a roupa e na luz azul ele ainda continua com a roupa branca porque ela ainda está refletindo a cor dela mesma” (16G).

“A cor obtida em cada ambiente variou dependendo de cada luz refletida” (16I).

Nessa categoria aparecem algumas respostas ligadas às concepções alternativas retratadas na literatura (GIRCOREANO; PACCA, 2001; MELCHIOR; PACCA, 2004).

- a. **As luzes se misturam como tintas.** A cor é determinada segundo a experiência que os estudantes têm com a mistura de tintas. Para eles, o branco junta-se com a cor azul formando uma nova cor idêntica às obtidas na mistura de tintas que seria o azul claro (ciano, azulada, etc.) - 20 respostas.

“Ele via a roupa branca por causa da lâmpada que era branca, e via a blusa azul porque a luz que a lâmpada transmite é azul, e como ele estava de roupa branca, o azul prevaleceu por ser uma cor mais forte” (10D).

- b. **A luz branca é uma cor neutra** (cor como propriedade do objeto) - 9 respostas.

“Porque a luz branca é neutra, e quando passa pelo filtro azul (lâmpada) reflete a cor azul” (15C).

“Ele vê essas cores, porque a cor branca se adapta ao ambiente, ou seja, ela reflete/absorve qualquer cor inserida no ambiente” (1D).

- c. **Filtros como fontes de luz e de cor.** Ao interagir com o filtro, a luz se colore e assume a cor do filtro ou os filtros são tratados como fontes de luz – 7 respostas.

“Porque a cor branca recebeu um filtro de cor diferente então a cor passou a ser o que o filtro nos recepcionara” (19I).

“Pois assim como no experimento do personagem as cores das lâmpadas são como o filtro” (19C).

- d. **O preto é considerado uma cor** - 29 respostas.

“Pois ela absorve todas as cores e não reflete nenhuma” (7F).

“É formado por outras cores, mas é uma cor (escuro)” (36G).

Na **categoria III** foram encontrados 9 estudantes (13,2%), justificando suas respostas com afirmativas consideradas corretas cientificamente.

“Branco. Porque está refletindo todas as cores. Azul. Porque a cor da lâmpada é azul, então reflete a cor azul” (40D).

“Porque quando ele mudava de ambiente e ia para a pista dança, a luz azul refletia na sua camisa branca e ela ficava azul” (27G).

“Pois a cor que nós enxergamos depende da luz, no ambiente de lâmpada branca a cor refletida foi branca e do azul a cor refletida foi a azul” (7F).

Atividade 3.3: Sobre os mapas conceituais

Nessa segunda atividade (diferentemente da **atividade 2.2**), já que havia uma proporção menor de MC a serem analisados, foram identificadas evidências de aprendizagem significativa por meio de dois princípios ausubelianos nos mapas conceituais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 103-104). A elaboração de um mapeamento conceitual serviu de referência para análise dos MC elaborados pelos estudantes. A Figura 37 mostra este mapeamento⁶⁹.

Figura 37 - Mapa conceitual sobre o conteúdo apresentado no OA “Cor e Visão”

⁶⁹ Elaborado pela pesquisadora usando a ferramenta *CMap Tools*.

A Tabela 27 apresenta a frequência dos MC construídos pelos estudantes após a apresentação do OA “Cor e Visão”.

Tabela 27 – Frequência dos mapas conceituais construídos pelos estudantes por categoria

Categorias/Turmas	A1	B1	C1	Total
2C	02	13	-	15
2D	-	10	-	10
2F	01	06	-	07
2G	03	09	-	12
2H	02	11	01	14
2I	03	06	01	10
Total	11	55	02	68

Para ilustrar a análise efetuada com os mapas conceituais, são apresentados, a seguir, três exemplos referentes a cada uma das categorias. A Figura 38 mostra um MC classificado na categoria A1.

Figura 38 – Exemplo de mapa conceitual do estudante 20C na categoria A1

O primeiro mapa é um organograma simples onde não há palavras-chave indicando relações entre os conceitos. Apresenta conceitos de mesma relação (por exemplo: primárias e secundárias) em diferentes posições. Outros conceitos, como cor e visão, estão em posições hierárquicas que confundem a compreensão de subordinação entre eles.

Figura 39 – Exemplo de mapa conceitual do estudante 7F na categoria B1

A Figura 39 mostra um MC classificado na categoria B1. Esse segundo mapa apresenta palavras-chave indicando relações entre os conceitos, mas apresenta conceitos menos inclusivos (por exemplo: azul, verde, vermelho) situados em posições hierárquicas superiores ao conceito de cores, que é o mais geral e mais inclusivo. O conceito branco não está ligado a primárias (referência cruzada).

A Figura 40 apresenta um MC classificado na categoria C1.

Figura 40 – Exemplo de mapa conceitual do estudante 16C na categoria C1

Nesse mapa pode-se notar uma diferenciação progressiva entre os conceitos, diferentemente do observado nos mapas anteriores, porque, além de apresentar maior número de conceitos, exhibe certa hierarquia conceitual: o conceito de cores subordinado ao conceito mais geral luz; conceitos como primárias e secundárias com mesmo grau de subordinação; conceitos hierarquicamente organizados (primárias e secundárias próximos ao topo); as cores vermelho, azul, verde, ciano, magenta e amarelo na base da lista, representando os conceitos específicos menos inclusivos e subordinados. Porém, não apresenta relação entre o conceito branco com primárias (referência cruzada) e coloca o preto como uma cor secundária.

Considerações

Na apresentação do OA “Cor e Visão”, na terceira etapa da pesquisa, foi observado que o envolvimento do estudante com a realização das atividades aumentou. Podem ser consideradas as variáveis responsáveis desta ocorrência: um computador para cada estudante e, o guia de atividades explicando os procedimentos a serem efetuados na interação do estudante com o OA.

Como nas etapas anteriores, nas respostas dos estudantes à primeira atividade (**atividade 3.1**), que tinha a finalidade de descobrir o conhecimento dos estudantes sobre o tema trabalhado, foram confirmadas algumas concepções alternativas conforme apresentadas na literatura (ANDERSON; SMITH, 1986; GIRCOREANO; PACCA, 2001; MELCHIOR; PACCA, 2004).

Após a divisão das turmas em dois grupos foi realizada a aplicação do OA “Cor e Visão” no grupo que ficou com a pesquisadora no laboratório de informática. Ao final, os estudantes realizaram as atividades **3.2, 3.3 e 3.4**.

Na **atividade 3.2** houve um aumento na porcentagem de respostas dos estudantes envolvendo o conteúdo físico relacionado ao tema formação de cores, mostrando que o OA foi importante para o aprendizado dos conceitos físicos referentes ao tema.

Na análise dos dados referente à **atividade 3.3** a maioria dos mapas conceituais apresenta uma hierarquia conceitual e relações entre os conceitos, mostrando que o OA foi útil para a

mudança conceitual dos estudantes no aprendizado dos conceitos físicos sobre formação de cores.

No caso específico dos conceitos sobre formação de cores, em entrevista com a professora regente da turma foi relatada sua percepção sobre diferença substancial entre os estudantes que realizaram experimentos com luzes e cores e os estudantes que interagiram com o OA “Cor e Visão”. Em sala de aula, no momento de realizarem exercícios, os primeiros tinham permanecido com a ideia de que a cor de um objeto está relacionada com a cor obtida na mistura de tintas (pigmentos), enquanto os estudantes que interagiram com o OA sabiam diferenciar as duas coisas. Isso pode ter ocorrido, segundo a professora, porque o laboratório não estava completamente livre da presença da luz externa e, na hora dos experimentos relacionados à mistura de luzes, os estudantes não conseguiram divisar perfeitamente as cores formadas pela junção das luzes, mantendo suas concepções prévias (alternativas), o que não aconteceu com os estudantes que usaram a simulação, pois no OA a junção de luzes para formar as cores não deixa dúvidas sobre o assunto.

Alguns estudantes, mesmo depois de interagirem com o OA “Cor e Visão” justificaram suas respostas com modelos alternativos sobre o comportamento da luz, processos de interação entre a luz e a matéria e da mistura de cores, mostrando a resistência desses modelos a mudanças (PACCA; VILLANI, 1990; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002).

Um ensino pautado em aspectos cognitivistas e construtivistas, que leva em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, produz resultados mais eficazes. Para isso, os professores deverão planejar atividades onde os estudantes se envolvam na resolução de questões, problemas ou situações-desafio que possam favorecer alterações das concepções para o conhecimento científico (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; NOVAK, 2000).

O conjunto dos dados coletados e procedimentos adotados (observação em sala de aula; construção de mapas conceituais; elaboração de guia tutorial de apoio; resolução de questões-desafio) confirmam que a interação dos estudantes com o OA “Cor e Visão” foi proveitosa para uma aprendizagem significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde 1995 quando os ministérios das Comunicações e da Ciência e Tecnologia criaram, por portaria, a figura do provedor de acesso privado à internet e liberaram a operação comercial no Brasil é que se considera oficialmente a chegada da internet ao país. Em 2010, portanto 15 anos depois, segundo dados da Mckinsey & Company,

[...] os brasileiros constituem um universo de 70 milhões de usuários da internet e o Brasil está no topo do ranking mundial de penetração de redes sociais. Para o Ibope, o total de pessoas com acesso à rede em casa ou no trabalho chegou a 51,8 milhões, das quais 41,6 milhões são consideradas usuárias ativas (MARCONDES, 2010).

A crescente difusão da internet e o surgimento de uma nova geração de estudantes familiarizados desde cedo com os computadores tem feito com que muitas instituições educacionais reflitam sobre a inclusão dos computadores como recursos que possibilitam a dinamização das práticas pedagógicas e facilitam a construção do conhecimento científico no âmbito escolar.

Entretanto, somente a presença dos computadores nas escolas não levará a uma mudança na educação. Para apropriar-se das potencialidades das novas tecnologias não basta que existam muitos computadores e conexões de boa qualidade. É preciso um engajamento maior entre todas as pessoas envolvidas no processo educativo da escola.

Dentre as várias possibilidades de uso da informática no ensino e aprendizagem de Física, optou-se pelo que versam as hipóteses de pesquisa onde se admitiu que: **os objetos de aprendizagem são facilitadores da aprendizagem significativa dos conceitos físicos**, levando-se em conta que são consideradas **ferramentas cognitivas potencializadoras a integrar o processo de construção do conhecimento científico**, objetivando que o aprendiz construa os conceitos físicos a partir da interação entre as ideias estabelecidas na sua estrutura cognitiva, e as novas informações e conhecimentos apresentados nos OA.

Para a constatação das hipóteses de trabalho procedeu-se um levantamento de títulos que apresentassem relatos de experiências e pesquisas abrangendo o uso de recursos computacionais no ensino e na aprendizagem de Física. Para isso, efetivou-se levantamento

bibliográfico dos trabalhos e artigos apresentados em teses e dissertações, em atas de simpósios e encontros e em revistas relacionadas com a área de Ensino de Física.

São 321, o número de títulos sobre os recursos computacionais no Ensino de Física e mais especificamente 23 títulos sobre objetos de aprendizagem relacionados ao Ensino de Física, revelando ainda reduzida produção científica com resultados práticos relacionados ao uso de objetos de aprendizagem nas escolas e o efetivo aprendido de conceitos físicos pelos estudantes.

Dos 23 trabalhos encontrados na literatura pesquisada, 14 títulos (61%) apresentam relatos de experiência no desenvolvimento, elaboração e produção de OA sem preocupação com sua efetividade pedagógica com foco no papel ativo do estudante e condizente com a contemporaneidade informatizada da realidade.

Os outros 9 títulos que apresentam resultados práticos do uso dos OA utilizam como referencial teórico as teorias cognitivas. Como os autores têm por finalidade perceber se os OA facilitam a aprendizagem, a teoria cognitiva é a ideal, pois tem por objetivo o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Nessa pesquisa como se investigou a ocorrência de mudanças na estrutura conceitual dos estudantes pelo uso dos OA também se utilizou a teoria cognitivista de Ausubel.

Quanto aos métodos de avaliação da aprendizagem do estudante são aplicados questionários antes (pré-teste) e depois do uso de um OA (pós-teste) e/ou questionários de opinião sobre o uso dos objetos no intuito mais da validação técnica do mesmo do que na real análise do seu conteúdo pedagógico.

Nesta investigação, sob a perspectiva de pesquisa qualitativa e uso de estratégias diversificadas para a coleta de dados como mapas conceituais, pré e pós-teste, questionários, contato direto com os professores de Física e com os estudantes em sala de aula aplicou-se quatro objetos de aprendizagem sobre assuntos diferenciados (dilatação térmica, ondas e formação de cores) com a intenção de investigar as hipóteses formuladas.

A fase de intervenção didática e coleta de dados ocorreu em três etapas distintas. No decorrer de cada uma dessas três etapas buscou-se evidências da aprendizagem significativa dos

estudantes. Nas três etapas a metodologia esteve centrada no aluno e na sua participação nas atividades propostas. Ao construir as atividades, formulou-se as perguntas de maneira clara, objetiva, precisa, em linguagem usual dos estudantes, informal, facilitando o entendimento e as respostas das mesmas.

Existem contribuições dos objetos de aprendizagem para a aprendizagem significativa de conceitos físicos. Mesmo com a complexidade de variáveis existentes na escola, na proposta pedagógica, nos conteúdos e formas de apresentação dos OA foi possível observar transformação favorável na aprendizagem e entendimento dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio na construção de conceitos físicos.

Os nove trabalhos encontrados sobre os objetos de aprendizagem, apesar de apresentarem sugestões e implicações para o ensino, não tinham como objetivo o estudo de vários objetos de aprendizagem dentro do ensino formal de uma sala de aula e com diferenciadas estratégias metodológicas. Além disso, os títulos pesquisados mostram que as simulações são de grande valia para o aprendizado, mas antes de tudo o estudante deve passar por uma aula teórica inicial que dará um primeiro embasamento.

Nessa investigação aplicaram-se simulações simples visto que se pretendia trabalhar com estudantes que não tivessem tido aprendizagem formal dos conceitos/fenômenos tratados nos objetos de aprendizagem: característica esta, muito pertinente à proposta do projeto de avaliar os OA como introdutores de um conceito novo, ainda não trabalhado formalmente em sala de aula. Esta é uma diferença relevante com relação ao trabalho realizado.

Dado o nível introdutório em que o assunto foi abordado, seria demasiado propor ao estudante, nesse momento, uma discussão mais aprofundada sobre os significados dos conceitos físicos apresentados por meio dos OA. Os quatro OA usados serviram para introduzir a noção do conceito sendo isto interessante e motivador para os estudantes.

É já conhecido o papel da motivação no processo ensino-aprendizagem, que conforme a teoria pedagógica de Ausubel é um dos requisitos essenciais para que ocorra uma aprendizagem significativa. A interatividade, a manipulação do OA, e o ambiente de aprendizagem (laboratório de informática) por parte do estudante reforçam ainda mais a motivação referida.

Nas respostas obtidas observaram-se concepções compatíveis com os resultados obtidos por outros autores e, além disso, foi possível identificar modelos que ainda não haviam sido citados pela literatura.

No OA sobre “Dilatação” encontrou-se duas concepções: A primeira é que existe uma relação entre o conceito de dilatação térmica dos sólidos com o aumento de pressão e a segunda concepção é de que as moléculas se expandem ou se dilatam, ao invés de vibrarem e se afastarem da sua posição de equilíbrio.

No OA sobre “Ondas no Cotidiano” encontrou-se a concepção alternativa relacionando a onda sonora com a sensação auditiva; expressões do cotidiano como “ondas de calor” e confusão entre a palavra magnética com ondas eletromagnéticas.

No OA sobre “Cor e Visão” encontrou-se a concepção de que a cor é uma propriedade do objeto e o olho (retina) é responsável pela cor.

Os OA podem ser considerados como mais um recurso educacional que favorece a contraposição pelos estudantes de suas concepções alternativas com os conceitos fundamentados nos modelos científicos. Auxiliam na organização dos conhecimentos prévios, favorecem a compreensão de conceitos abstratos, minimizando as dificuldades posteriores de uso interdisciplinar da Matemática e outras áreas de conhecimento necessárias à compreensão dos fenômenos físicos com sentido e significado.

Na análise final dos dados obtidos (Tabela 17, Tabela 22 e Tabela 25) percebeu-se que a porcentagem de estudantes mudando de categoria de análise após a apresentação do OA “Ondas no Cotidiano” e do OA “Cor e Visão” foi maior. Parece provável que o uso dos mapas conceituais, como uma ferramenta didática, conduz os estudantes a elucidarem quais os conceitos mais relevantes e quais as suas conexões com os temas trabalhados. A utilização da estratégia dos mapas conceituais se mostrou pertinente para atender aos objetivos qualitativos da pesquisa na tarefa de investigar as contribuições dos objetos de aprendizagem na construção de conceitos físicos por estudantes do Ensino Médio.

Os mapas elaborados pelos estudantes, num primeiro contato com o conteúdo foram diferentes entre si, pouco claros e, algumas vezes confusos o que confirma que os mapas são

elaborações pessoais e idiossincráticas, que dependem fundamentalmente da clareza e da estabilidade dos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do estudante. Sua análise apresenta campo fértil para a avaliação do processo ensino-aprendizagem no que diz respeito à compreensão significativa dos conceitos físicos estudados. Tal constatação pode ser justificada pelo fato de que os objetos de aprendizagem utilizando recursos multimídia (texto, imagem, animação) estão mais próximos da realidade dos estudantes, conferindo maior entendimento dos conceitos estudados do que o texto escrito nas aulas tradicionais dos professores. Com o emprego dessa estratégia foi possível constatar que a organização e discussão dos conceitos dispostos nos MC permitiram esclarecer as concepções alternativas dos estudantes além de motivar a participação deles na dinâmica de estudo em sala de aula.

Apesar de não ter sido objeto de pesquisa fazer uma análise da importância dos mapas conceituais para a aprendizagem é interessante relatar o impacto dessa experiência na escola. Os professores de outras disciplinas começaram a usar a estratégia dos MC para verificar a aprendizagem dos estudantes e em atividades com outros professores. Infelizmente, os MC não são utilizados com frequência em sala de aula apesar de apresentarem vários benefícios tanto para os estudantes quanto para os professores. Isso ocorre porque os professores desconhecem a estratégia e têm dificuldades em entender como essa ferramenta poderá ajudá-los no processo de ensino e aprendizagem. Assim, é importante que os professores comecem a ser orientados sobre os benefícios dos MC e aprendam a utilizar com destreza essa ferramenta.

Apesar de não ser ideia inicial trabalhar-se com um computador para cada dupla de estudantes, essa forma proporcionou interação social e despertou a capacidade de ajuda mútua. Os mapas conceituais foram mais bem elaborados do que os obtidos na apresentação do OA “Cor e Visão”, na terceira etapa da pesquisa, onde cada estudante teve um computador a sua disposição e elaborou seu mapa individualmente. Isso vem corroborar com as teorias construtivistas de que a aprendizagem é maior quando o aprendiz tem a ajuda de outro colega.

Algumas dificuldades foram sentidas no uso específico dos OA, como demonstrado quanto ao uso do OA “Dilatação” em forma de simulação. Não há som, há pouca interatividade e não apresenta *feedback* para o estudante. No OA “Ondas no Cotidiano” onde o autor apresenta uma “ola humana” (representando uma onda) pode ser uma analogia que reforce alguma concepção alternativa do estudante. Entretanto, esta tela poderia ser dispensada. Na tela onde

aparecem as antenas de recepção parece que a antena está somente emitindo ondas enquanto elas também podem receber ondas eletromagnéticas. No OA sobre “Cor e Visão”, a ausência de guia/roteiro de atividades prejudica a compreensão dos estudantes e a maior efetividade de construção de conhecimento proposto pela simulação.

Esta pesquisa revelou que a contribuição do uso dos OA na construção de conceitos físicos representa mais uma alternativa à disposição do professor para a modificação e a dinamização das aulas de Física, mudando a sua forma tradicional de trabalhar e promovendo metodologias de ensino mais adequadas à sociedade digital e do conhecimento. Os objetos de aprendizagem fundamentados pela Teoria da Aprendizagem Significativa atuam como organizadores prévios porque cumprem o papel de gerar condições cognitivas para a aprendizagem significativa antes de a aprendizagem ser sistematizada por fórmulas matemáticas abstratas

É necessário que sua utilização possa ser acompanhada de um conjunto de recursos como guias tutoriais de atividades, infraestrutura tecnológica adequada para sua apreciação além de maior cuidado na sua elaboração. Isto é, os OA são um bom recurso para serem usados no processo de aprendizagem, desde que se faça isso com planejamento e com um objetivo claro. Ressalta-se, com isso, a importância da figura do professor como guia e mediador das discussões e análises sobre os conceitos físicos trabalhados nos OA para que os estudantes possam verificar seus avanços cognitivos na direção da compreensão dos conceitos trabalhados.

Também as várias atividades e estratégias utilizadas, descritas anteriormente, apesar de serem significativas de acordo com o referencial teórico apresentado, não esgotam as possibilidades do tema em estudo. Assim sendo, outras também poderiam ser trabalhadas a fim de verificar as mudanças conceituais ocorridas. Entretanto, em função dos objetivos propostos, estas atividades foram as mais adequadas para a pesquisa. É perfeitamente possível que outro pesquisador adote atividades diferentes das descritas neste trabalho e obtenha também resultados satisfatórios.

Alguns obstáculos para a implementação de uso do objeto de aprendizagem dizem respeito ao tempo ofertado pela escola para a apresentação dos OA e discussão das concepções alternativas identificadas sobre os conceitos físicos; cada estudante deve ter diversas

oportunidades para exibir os conhecimentos construídos com tal estratégia e para realizar atividades interativas no computador em seus ritmos de aprendizagem.

Em vista da rápida disseminação dos OA considera-se imprescindível a efetivação de pesquisas sobre sua eficácia no contexto escolar: investigar como eles estão sendo usados nas outras séries do Ensino Médio. Novos estudos poderão acompanhar os estudantes fora do laboratório de informática para constatar as mudanças ocorridas no tipo de diálogo entre eles e o professor regente e, comprovar as contribuições dos OA nas avaliações efetuadas pelos próprios estudantes de forma a oferecer condições suficientes para que os conceitos físicos possam ser construídos com sentido e significado.

Outras pesquisas poderiam estar voltadas para a elaboração de OA apresentando conceitos físicos confrontando as concepções alternativas dos estudantes com os modelos da ciência. É importante que estes desenvolvedores (equipe de TI e equipe pedagógica) tenham contato com a literatura sobre concepções alternativas para elaborar OA com o propósito de confrontar estas concepções.

A escola, com todas as suas dificuldades, ainda tem sido o espaço ideal para a realização de aprendizagens significativas e, para tanto, poderia utilizar estratégias como as proporcionadas pelos OA na compreensão dos conceitos físicos. O uso dos OA poderá ser o diferenciador para que os estudantes desenvolvam possibilidades de reflexão, de entendimento e de aplicação de conceitos e de modelos físicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR JÚNIOR, O. G. **Modelo de ensino para mudanças cognitivas: um instrumento para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem em ciências**. 2001. 377 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Ondas, sonido y audición: ideas previas de los estudiantes em ciências médicas. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, Florianópolis, v. 24, n. 3, p. 360-399, 2007.

ALMEIDA, V. O. **Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa de conceitos da óptica física**. 2006. 232 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 45-58, 1979.

_____. A evolução do ensino de Física no Brasil (2ª parte). **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.

ALVES, R. E. et al. Desenvolvimento de conteúdos digitais multimídia no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

ANDERSON, C. W.; SMITH, E. L. Children's conceptions of light and color: understanding the role of unseen rays. Research Series no. 166. Science Education Research. Michigan State Univ., Inst. For Research on Teaching, jan. 86. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED27318.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

ANTONIOLI, P.; QUEIROZ, G.; GALVÃO, V. Os benefícios da parceria entre pesquisadores, licenciandos e professores do ensino médio no ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, 2009. p. 2387-2391. Disponível em: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2387-2391.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

ARAMAN, E. M. O. **Uma proposta para o uso da história da ciência para a aprendizagem de conceitos físicos nas séries iniciais do ensino fundamental**. 2006. 243 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2006.

ARAÚJO, I. S. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral**. 2005. 180 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

ASSIS, L. S. **Concepções de professores de matemática quanto à utilização de**

objetos de aprendizagem: um estudo de caso do projeto RIVED - Brasil. Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC – SP, 2005.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARROS, S. S. Reflexões sobre 30 anos da pesquisa em ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM - Conferência)

BARROSO, M. F.; BEVILAQUA, D.; FELIPE, G. Visualização e interatividade no ensino de física e a produção de aplicativos computacionais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snf2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

BARROSO, M. F.; FELIPE, G.; SILVA, T. Aplicativos computacionais e ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006. Londrina/PR. *Atas do X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006. (CD-ROM, arquivo: CD113_1.pdf).

BASTOS, C. A. R. **Curso hipermídia interativo de física:** adaptação de um curso presencial através do uso e reuso de objetos de aprendizagem. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Informática), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

BETTIO, R. W.; MARTINS, A. Objetos de aprendizagem – um novo modelo direcionado ao Ensino a Distância. 2004. Disponível em: <<http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

BETZ, M.; LIMA, I.; MUSSATTO, G. Dualidade onda-partícula: um objeto de aprendizagem baseado no interferômetro de Mach-Zehnder. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 31, 3501 (2009).

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORCELLI, A. F.; COSTA, S. S. C. Animação interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 84.

BRASIL. Lei no. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 1996.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O currículo de física: inovações e tendências dos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, abr. 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=home>>. Acesso em: 21 jun. 2010.

CENTRO DE ENSINO MÉDIO AVE BRANCA. Proposta político-pedagógica do CEMAB: a construção da identidade social da juventude do CEMAB. Taguatinga, Distrito Federal, 2009. Disponível em: <<http://www.cemab.com.br/projetos/propostapoliticopedagogica2009.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2009

DOURADO, M. et al. Elaboração e catalogação de atividades com objetos de aprendizagem de física no repositório de conteúdos digitais Interred. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, XII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 6, n. 2, dez. 2008.

FAGAN, S. B. et al. Desenvolvimento de conteúdo pedagógico digital pela metodologia RIVED: O eletricitista virtual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

FAGAN, S. B.; PORTO, A. V. L.; JAURIS, I. Objetos de aprendizagem para o ensino de física: custo do banho e código de cores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

_____. Desenvolvimento e aplicação de um objeto de aprendizagem sobre o custo do banho para ensino de física. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, XI Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 6, n. 1, jul. 2008.

FERRETTI, C. **Acompanhamento dos processos cognitivos na construção do conceito de equilíbrio físico utilizando objetos digitais de aprendizagem**. 2007. 200 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

FRANÇA, S. B. **Investigando o desenvolvimento da concepção de nanomundo no ensino fundamental**. 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.

GASPAR, A. **Física**. Volume único. São Paulo: Ática, 2005.

GIBBONS, A. S.; NELSON, J.; RICHARDS, R. The nature and origin of instructional objects. Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, Idaho Falls, 2000.

Disponível em: <http://dlsystems.us/readings/NTFL_1/Learning_Objects/1_2_gibbons.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. A. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 26-40, abr. 2001.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1981.

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). **Draft Standard for Learning Object Metadata** (IEEE 1484.12.1-2002). Jul. 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2009.

JACOBSEN, P. Reusable Learning Objects - What does the future hold?. E-learning Magazine. Nov. 2002. Disponível em: <<http://www.mcli.dist.maricopa.edu/ocotillo/retreat02/docs/rlos.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2007.

KÖHNLEIN, J. K.; PEDUZZI, S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. **Revista Brasileira de Investigação em Ensino de Ciências**, v.2, n.3, p.84-96, 2002.

KREY, I. **Implementação de uma proposta de ensino para a disciplina de estrutura da matéria baseada na teoria dos campos conceituais de Vergnaud**. 2009. 296 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

KRUMMENAUER, W. L. **O movimento circular uniforme para alunos da EJA que trabalham no processo de produção de couro**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 1999.

MACHADO, M. A. **Desenvolvimento e implementação de unidades didáticas na formação de professores das séries iniciais do ensino fundamental**. 2005. 183 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MACHION, A. C. G. **Uso de ontologias e mapas conceituais na descoberta e análise de objetos de aprendizagem: um estudo de caso em eletrostática**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, 2007.

MARCONDES, P. 15 anos de internet. Revista Proxima. Ed. Especial, p. p.8-11, nov. 2010. Disponível em: <<http://proxima.digitalpages.com.br/home.aspx?edicao=24&pagina=0>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARINELI, F. **Uma interpretação para as dificuldades enfrentadas pelos estudantes num laboratório didático de física**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2007.

MARTINS, A. F. P.; RAFAEL, F. J. Uma investigação sobre as concepções alternativas de alunos do ensino médio em relação aos conceitos de calor e temperatura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 15 out. 2010.

MARTINS, D. G. **Formação semipresencial de professores de ciências utilizando mapas conceituais e ambiente virtual de aprendizagem**. 2009. 238 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MARTINS, R. L. C. **A utilização de mapas conceituais no estudo de física no ensino médio: uma proposta de implementação**. 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2006.

MARTINS, R. L. C.; VERDEAUX, M. F. S.; SOUSA, C. M. S. G. A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 31, 3401 (2009).

MATIAS, R.; FRATTEZI, A. **Física geral para o ensino médio**. Volume único. São Paulo: Harbra, 2008.

MELCHIOR, S. C. L. **Luz & cor: as formas de pensar a visão e a interação da luz com a matéria**. 2004. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2004.

MELCHIOR, S. C. L.; PACCA, J. L. Concepções de cor e luz: a relação com as formas de pensar a visão e a interação da luz com a matéria. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

MEURER, Z. H. **Ensino de ciências na 5ª série através do software educacional: o despertar para a física**. 2008. 224 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília, DF: Editora da UnB, 1999.

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000a.

_____. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v.22, n.1, p. 94-99, 2000b.

_____. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Revista Química Nova na Escola**, n. 7, p. 30-34, 1998.

MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. Experiences with reusable e learning objects: from theory to practice. Victoria, Canadá. 2001. Disponível em: <<http://www.udutu.com/pdfs/eLearning-objects.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

_____. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprendendo a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1988.

NUNES, C. A. A. Objetos de aprendizagem em ação. In: *Cadernos Pedagógicos de Reflexões/Núcleo de Estudos de Jovens e Adultos e Formação Permanente de Professores (Ensino Presencial e Educação a Distância)*, v.1, n.6. São Paulo, USP/FE/NEA, 2004. p. 113-128.

NUNES, C. A. A.; CAMPOS, F. A.; PORTELA, S. I. Produção de módulos de física no projeto “Red Internacional Virtual de educacion”. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2470-2475.

OLIVEIRA, E. W. **Segmentação de objetos de aprendizagem e abordagens para sua utilização**. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2009.

PACCA, J. L. A.; VILLANI, A. Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 123-138, dez. 1990.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em mecânica. In: PIETROCOLA, M (Org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001.

PIMENTA, P.; BAPTISTA, A. A. Das plataformas de e-Learning aos objectos de aprendizagem. TecMinho, 2004. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8723/3/dos%20lms%20aos%20objectos.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

PICONEZ, S. C. B. **Letramento digital: ferramentas da web 2.0 e redes sociais em ambientes virtuais colaborativos**. São Paulo: SEB/COC, 2010

PONTONE JUNIOR, R. **O uso de mapas conceituais na avaliação: um estudo da viabilidade utilização em um curso de física de ensino médio**. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

PRENSKY, M. **Digital natives, digital immigrants**. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

RAFAEL, F. J. **Elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e temperatura**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

RODRIGUES, C. A. F.; MENDES SOBRINHO, J. A. C. O ensino de física na escola média: tendências contemporâneas. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA UFPI, 3.; GRUPO DE TRABALHO, 14., 2004. Teresina. **Anais...** Teresina, Piauí, 2004. Disponível em: <http://www.ufpi.br/mesteduc/eventos/iiiencontro/gt14/ensino_de_fisica.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2009.

ROMERO, T. R. L.; ANDRADE, R.; PIETROCOLA, M. Parâmetros para análise de roteiros de objetos de aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

ROSA, P. R. S. O uso dos computadores no ensino de física. Parte I: potencialidades e uso real. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 182-195, jun. 1995.

SÁ FILHO, C. S.; MACHADO, E. C. O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. 2003. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/seminario2003/texto11.htm>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

SALEM, S.; KAWAMURA, M. R. Dissertações e teses em ensino de física no Brasil: 1972-2005. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

_____. Simpósios Nacionais de Ensino de Física: uma sistematização. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

SALES, G. L. et al. Uma metodologia de desenvolvimento de atividades para alimentar o repositório de conteúdos digitais InterRed da rede federal de educação profissional e

tecnológica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

SALES, G. L. et al. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 30, 3501 (2008).

SANTOS, I. E. **Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica**. 7. ed. Niterói, RJ: Impetus, 2010.

SILVA, D. **Estudo das trajetórias cognitivas de alunos**: no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1995.

SILVA, J. T. et al. Aprendendo as Leis de Newton com os carrinhos de rolimã. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, VIII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 4, n. 2, dez. 2006.

SILVA, L. F. **Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de física**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2006.

SOSTERIC, M.; HESEMEIER, S. When is a learning object not an object: a first step towards a theory of learning objects. In: **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 3, n. 2, out. 2002. Disponível em: <<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/106/557>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa. **Revista Conceitos**. n. 55, jul.2003/jun. 2004.

_____. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**. 13 (1): 94-100, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/ciencogn.htm>>. Acesso em: 19 jul. 2010.

TAVARES, R.; SANTOS, J. N. **Animação interativa como organizador prévio**. IV *Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Maragogi, AL, Brasil, set. 2003.

UCHOA, A. R. **Organizador prévio virtual para o ensino de física**. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Universidade Estadual do Ceará, 2003.

VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

VASCONCELOS, F. H. L. **Objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem computacional exploratória aplicada ao ensino de física**. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação), Universidade Federal do Ceará, 2008.

VASCONCELOS, F. H. L. et al. Uma análise do uso de objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física quântica. In: SIMPÓSIO

NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007a. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

VASCONCELOS, F. H. L. et al. Uma proposta de reestruturação do processo de criação de objetos de aprendizagem para o ensino de física com a utilização da modelagem exploratória. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007b. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

VICENZI, S. **Difração e interferência para professores do ensino médio**. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

VOGLER, M. **Objetos de aprendizagem para aplicações no ensino de física**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Física), Instituto Tecnológico de Aeronáutica/SP, São José dos Campos, SP, 2005.

WILEY, D. A. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**. 2000a. Disponível em: <<http://reusability.org/read>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

_____. **Learning object design and sequencing theory**. Doctoral dissertation, Brigham Young University, 2000b. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

YIN, R. J. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2001.

GLOSSÁRIO

Ambiente Multimídia - É qualquer combinação envolvendo texto, arte gráfica, som, animação e vídeo transmitido por computador.

Aquisição automática de dados - Dispositivo portátil de coleta de dados em tempo real onde os dados são coletados por sensores e analisados por meio de calculadoras gráficas. Existe também a possibilidade de conectar a calculadora diretamente ao microcomputador para, então, trabalhar os dados armazenados.

AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem – ambientes que simulam os ambientes presenciais de aprendizagem com o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC). São sistemas computacionais destinados ao suporte de atividades mediadas pelas TIC e por um professor-orientador. Permite integrar diferentes mídias e recursos interligado por meio de conexões (*links* internos ou externos ao sistema), que possibilitam aos usuários inserir novas informações ou acessar o que se encontra disponível, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções. Os recursos dos ambientes virtuais de aprendizagem são basicamente os mesmos existentes na Internet (correio, fórum, bate-papo, conferência, centro de recursos, etc.).

Conceitos – Consistem em elaborações dinâmicas, abstratas e genéricas dos elementos essenciais e comuns de uma determinada categoria ou classe de objetos, eventos, interações ou fenômenos e que são designados numa determinada cultura por um símbolo. A construção do conceito é um processo que ocorre no sujeito.

Conceito científico – Representa a formulação mais ampla, universal, abstrata e sistematizada do saber que a comunidade científica atingiu até o momento.

Concepção alternativa - Qualquer conceito incorporado à estrutura cognitiva do estudante que difere das concepções aceitas cientificamente. As concepções alternativas são modelos construídos pelas pessoas para explicar os fenômenos do seu cotidiano. Muitas concepções baseiam-se nas evidências dos sentidos e, durante a instrução formal, poderão criar obstáculos ao aprendizado do pensamento científico.

Coursewares - Sistemas de ensino por computador.

Experimentação remota - Experimentos acessados e executados a distância pelos estudantes.

Filtros - Lâmina translúcida que absorve algumas cores e deixa passar outras.

Framework - Estrutura de suporte definida em que um outro projeto de *software* pode ser organizado e desenvolvido. Um *framework* pode incluir programas de suporte, bibliotecas de código, linguagens de *script* e outros *softwares* para auxiliar no desenvolvimento e unir diferentes componentes de um projeto de *software*.

Hipermídia - Meio de processar a informação conjugando vários tipos de mídia como textos, imagens, animações, vídeos, gráficos e áudios.

Hipertexto - O hipertexto está relacionado à própria evolução da tecnologia computacional, em que o computador deixa de ser binário, rígido e centralizador, para oferecer ao usuário interfaces interativas.

Homepages – Documento carregado pela World Wide Web (www) quando o computador é inicializado. Ele deve ter vínculos para outros documentos. Além disso, o ponto de entrada principal para um *site* às vezes é chamado de *homepage* (a primeira página padrão daquele *site*).

IMS Learning Design (Intelligent Manufacturing System) - Modelo desenvolvido para especificação de objetos e atividades de aprendizagem baseada no EML (Educational Modeling Language) da Universidade Aberta da Holanda (OUNL - Open Universiteit Nederland).

Inclusão digital – Aprendizagem necessária para um indivíduo circular e interagir no mundo das mídias digitais, como produtor e consumidor de conteúdos.

Laboratórios Virtuais - Permite ao estudante construir seu conhecimento por meio da criação e análise de experimentos físicos virtuais.

Metadados – Forma de descrever recursos eletrônicos dispostos na internet. Os metadados são importantes para a identificação, a organização e a recuperação da informação digital.

M-learning (Mobile Learning) - Refere-se ao uso de dispositivos móveis (exemplo: celular, smartphones, etc.) no processo de ensino e na aprendizagem à distância.

Modelab - Laboratório de Tecnologia Interativa Aplicada com Modelagem Cognitiva.

Modelagem - Atividade de construir modelos que expliquem as características ou o comportamento de um *software* ou de um sistema de *software*.

Modelagem computacional - Área de conhecimento multidisciplinar que trata da

aplicação de modelos matemáticos à análise, compreensão e estudo da fenomenologia de problemas complexos em áreas como as engenharias, ciências exatas, biológicas, humanas, economia e ciências ambientais.

Moodle – (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - Sistema de administração de atividades educacionais destinado à criação de comunidades *on-line*, em ambientes virtuais de aprendizagem.

Objetos de Aprendizagem (Learning Objects) - “[...] qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem e distribuído pela rede, sob demanda, seja ele pequeno ou grande” (WILEY, 2000b, p. 2).

Physical Science Study Committe (PSSC) - Projeto de Ensino de Física desenvolvido na década de 1950 pelo **Massachusetts Institute of Technology** (MIT) e trazido ao Brasil em 1962 por meio do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCC)/UNESCO com apoio do Ministério da Educação (MEC).

Programas tutoriais - Programas que apresentam informações ou sequências de conteúdos e questionamentos exigindo respostas dos estudantes.

Projeto Harvard (Harvard Project Physics) - Projeto lançado no Brasil em 1975, precedido de uma versão inicial em 1970, composto por livro-texto, manuais de atividades, guias para o professor, livros de instrução programada, filmes de 16 mm, transparências, *kits* experimentais e livros de teste. O projeto visava integrar a Física, como ciência, ao contexto histórico e social.

Projeto Nuffield - Projeto para o Ensino de Ciências da Fundação Nuffield do Reino Unido (1962) (sem tradução para o Português).

Realidade Virtual - Interface computacional para simulações computacionais em 3D.

RGB - Sigla mundialmente conhecida por Red, Green e Blue. Estas são as cores primárias para a formação das cores nos monitores, televisores, etc.

SCORM – Sharable Content Object Reference Model – Coleção de padrões e especificações para o *e-learning* baseado na *web*.

Second Life (SL) – Ambiente virtual tridimensional constituído por avatares, objetos, paisagens, texturas e textos simulando em aspectos a vida real e social do ser humano.

Síncrona - Termo utilizado em educação à distância para caracterizar a comunicação que ocorre exatamente ao mesmo tempo, simultânea. Dessa forma, as mensagens emitidas por uma pessoa são imediatamente recebidas e respondidas por outras pessoas.

Software - Sequência de instruções a serem seguidas e/ou executadas, na manipulação, redirecionamento ou modificação de um dado/informação ou acontecimento.

TelEduc - Ambiente para a criação, participação e administração de cursos na *web*. Foi concebido tendo como alvo a formação de professores para informática educativa. Desenvolvido por pesquisadores do NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação) da Unicamp.

Telemática - Conjunto de tecnologias de transmissão de dados resultante da junção entre os recursos das telecomunicações (telefonia, satélite, cabo, fibras ópticas, etc.) e da informática (computadores, periféricos, *softwares* e sistemas de redes) aplicados aos sistemas de comunicação.

TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) – Constituem os recursos tecnológicos que permitem o trânsito de informações, que podem advir de diferentes meios de comunicação, como rádio, televisão, jornal, revista, livros, fotografia, computadores, gravação de áudio e vídeo, redes telemáticas, robótica, sistemas multimídias, dentre outros. O grande diferencial das tecnologias multimidiáticas é evidenciado pela interatividade, ou seja, a participação ativa do usuário e a capacidade de manipulação do conteúdo da informação.

Usabilidade - É sinônimo de facilidade de uso. Se um produto é fácil de usar, o usuário tem maior produtividade: aprende mais rápido a usar, memoriza as operações e comete menos erros.

Web - World Wide Web ("Rede de alcance mundial" também conhecida por **www**) - sistema de documentos em hipermídia que são interligados e executados na internet.

Web 2.0 - Termo criado para designar uma segunda geração de comunidades e serviços.

Web 3.0 - Terceira geração da internet.

ANEXO A

GUIA DE ATIVIDADES PARA O OBJETO DE APRENDIZAGEM

“COR E VISÃO”

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DE TAGUATINGA CENTRO DE ENSINO MÉDIO AVE BRANCA TAGUATINGA – DF
<p>Disciplina: Física</p> <p style="text-align: center;">AULA SOBRE LUZ E CORES</p> <p style="text-align: right;">Profa. Eliana Nunes e Profa. Sandra Coimbra</p>		
<p>Nome: _____ Nº: _____</p> <p>Série: 2^a Turma: _____ Data: _____</p> <p>_____/_____/_____</p>		
<p>Título: ENTENDENDO AS CORES</p> <p>Objetivo: O estudante deverá entender a formação de cores</p>		
<p>ATIVIDADE 1:</p> <p>Cada estudante deverá sentar-se em frente à tela do computador e, em seguida, entrar na sala virtual de Física e interagir com o objeto de aprendizagem “Cor e Visão”. O recurso mostra a mistura de luzes (azul, verde e vermelho) e o resultado como interpretado pelo cérebro. Além disso, vocês poderão ver e aprender o que ocorre quando a luz branca ou uma luz monocromática passa por um filtro de cores.</p>		
<p>GUIA PASSO A PASSO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mova o controle da luz vermelha. O que acontece? 2. Mova o controle da luz verde. O que acontece? 3. Mova o controle da luz azul. O que acontece? 4. Explore a animação e obtenha as seguintes cores: <ul style="list-style-type: none"> • Amarelo = + • Azul claro (ciano) = + • Rosa (magenta) = + • Branco = + 5. Quais são as cores necessárias para formar o preto? 6. Podemos dizer que o preto é uma cor? <p>Por quê?</p>		

ATIVIDADE 2: Utilizando filtro de cores

1. Selecione a opção “Lâmpada única”.
2. Escolha como “branca” o tipo de lâmpada; o feixe por fótons e o filtro amarelo. O que o personagem observa?
3. Troque o filtro para a cor verde. O que acontece?
4. Escolha o tipo de lâmpada como “monocromática” e a lâmpada na cor verde. Mantenha os outros parâmetros. O que o personagem observa?
5. Troque o filtro para a cor violeta. O que acontece?
6. Escolha como “branca” o tipo de lâmpada; o feixe em sólido e o filtro violeta. O que o personagem observa?
7. Porque agora visualizamos uma cor branca saindo da lanterna, diferentemente da emissão por fótons?

ATIVIDADE 3: Respondendo a questão

Marcelo foi festejar a entrada do ano de 2010 (todo vestido de branco) na casa de um amigo. Chegando lá ele observou que a festa tinha dois ambientes. O ambiente onde se encontrava a comida estava iluminado por uma lâmpada branca e o ambiente onde havia a pista de dança estava iluminado por lâmpadas de cor azul. Quando Marcelo mudava de um ambiente para o outro ele percebia que sua roupa também mudava de cor. Quais as cores percebidas por Marcelo em sua roupa em cada ambiente?

a) Ambiente onde ficava a comida =

b) Ambiente onde ficava a pista de dança =

Justifique as respostas (a) e (b):

ATIVIDADE 4: Fazendo o mapa conceitual

Faça um mapa conceitual com o tema **Cores**.

Sugestão de palavras: luz, filtro, secundária, vermelho, azul, primária, amarelo, verde, branco, visão, magenta, ciano.

ANEXO B

**QUADROS COM OS TÍTULOS ENCONTRADOS POR MEIO DA PESQUISA
BIBLIOGRÁFICA DISTRIBUÍDOS POR MODALIDADE PEDAGÓGICA**

QUADRO B1 – TÍTULOS REFERENTES À REVISÃO DE ESTUDOS

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
ANJOS, A. J. S.	As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em física	2008	Artigo	CBEF	Teórica
BRIZZI, M. L. S.	A educação em física mediada pelo computador	2003	Resumo	XV SNEF	Teórica
CUNHA, S. L. S.	Reflexões sobre o EaD no ensino de física	2006	Artigo	RBEF	Teórica
ELIAS, D. C. N. et al.	Características e tendências das propostas de utilização das ferramentas computacionais no ensino de física	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J.	Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas	2003	Artigo	RBEF	Teórica
MATTOS, C. et al.	Material didático virtual: disponibilidade e interatividade	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F.	Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física	2002	Artigo	RBEF	Teórica
MENEZES, D. A. da S.	Estado, globalização, tecnologias da informação e comunicação (TIC) e suas relações com o ensino de física	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
QUINTO, T. et al.	Tecnologia no ensino de física: uma revisão dos IX e X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
TONIATO, J. D.; FERREIRA, L. B.; FERRACIOLI, L.	Tecnologia no ensino de física: uma revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física	2006	Artigo	X EPEF	Teórica
ZAN, K. M.; CAMARGO, S.	Divulgando e educando na internet: a página web do grupo PET-Física	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica

QUADRO B2 - TÍTULOS REFERENTES À MODELAGEM/SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E PROGRAMAS TUTORIAIS

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
ALMEIDA, F. C. P.; SOUZA, A. R.	Uma alternativa para o ensino de física quântica introdutória, numa perspectiva de aprendizagem significativa através da utilização do software 'Física con Ordenador' e de mapas conceituais	2003	Artigo	XV SNEF	Aplicada
ALVARENGA, L. L.	Introdução à física moderna no ensino médio através da discussão do dualismo onda-partícula	2008	Dissertação	UFRGS	Aplicada
AMADOR, L. M.; BETANCOURT, J. F.	El gas ideal: modelación en computadora	2005	Artigo	RBEF	Teórica
ARAÚJO, I. S.	Um estudo sobre o desempenho de alunos de física usuários da ferramenta computacional Modellus na interpretação de gráficos de cinemática	2002	Dissertação	UFRGS	Aplicada
ARAÚJO, I. S.	Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral	2005	Tese	UFRGS	Aplicada
ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A.	Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática	2004	Artigo	RBEF	Teórica
BALEN, O.; NETZ, P. A.	Utilizando a modelagem e a simulação computacional no estudo dos gases ideais e reais	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada
BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I.	Desenvolvimento e utilização de um programa de análise de imagens para o estudo de tópicos de mecânica clássica	2002	Artigo	RBEF	Teórica
BERGOLD, A. W. B.; RUIZ, V. E. V.	FISEXTOR - tutor de física experimental	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
CAMARGO, F. et al.	PHYSLAB: laboratório virtual de física: um pack de modelos computacionais 2D para o ensino de física	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
CAMILETTI, G. G.	A modelagem computacional semiquantitativa no estudo de tópicos de ciências: um estudo exploratório com estudantes universitários	2001	Dissertação	UFES	Aplicada
CAMILETTI, G. G.; COUTINHO, H.; FERRACIOLI, L.	Um estudo exploratório sobre a utilização da modelagem computacional no processo de ensino-aprendizagem	1998	Artigo	VI EPEF	Teórica

continua

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L.	A modelagem computacional no ensino de física?	2000	Resumo	VII EPEF	Neutra
CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L.	A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de física	2001	Artigo	CCEF	Aplicada
CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L.	A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema mola-massa	2002a	Artigo	VIII EPEF	Aplicada
CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L.	A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema mola-massa	2002b	Artigo	RBEF	Aplicada
CARVALHO JÚNIOR, J. C. N.	Física e matemática – uma abordagem construcionista: ensino e aprendizagem de cinemática e funções com o auxílio do computador	2008	Dissertação	PUC - SP	Aplicada
CARVALHO JÚNIOR, J. H. T.	O <i>software</i> Modellus aliado a estratégia de ensino um estudo comparativo do desempenho dos alunos do ensino médio nas aulas de física	2008	Dissertação	UFAL	Aplicada
CASTILHO, M. I.	Uma introdução conceitual à relatividade especial no ensino médio	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada
CAVALCANTE, F. F.	O uso de <i>software</i> Modellus como estratégia de ensino da física no conteúdo de conservação de energia	2007	Dissertação	ULBRA	Aplicada
CORREIA, A.; CARVALHO, W.	A utilização de E-Labs na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
COSTA, R. C. et al.	Multimídia: algumas contribuições no ensino de física	2003	Resumo	XV SNEF	Aplicada
DIAS, N. L.; PINHEIRO, A. G.; BARROSO, G. C.	Laboratório virtual de física nuclear	2002	Artigo	RBEF	Teórica
DORNELES, P. F. T.	Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada
DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.	Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I – circuitos elétricos simples	2006	Artigo	RBEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.	Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte II – circuitos RLC	2008	Artigo	RBEF	Teórica
DUARTE, S. E. S.; MORAES, R. X.	Dinâmica das rotações e simulações computacionais para o ensino médio	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
FEHSENFELD, K. M.; FERRACIOLI, L.	A definição de objetos e eventos na modelagem de fenômenos relacionados à cinética dos gases utilizando o ambiente de modelagem qualitativa ModeLab	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
FERNANDES, M. R.; FERRACIOLI, L.	A integração de um ambiente de modelagem computacional quantitativo no estudo do fenômeno de colisões	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
FERNANDES, M. R.; FERRACIOLI, L.	Estudo do fenômeno de colisões através da modelagem computacional quantitativa	2006	Artigo	CBEF	Aplicada
FERNANDES, R. G.	Modelos mentais em mecânica introdutória: uma simulação computacional	2000	Dissertação	UFRGS	Aplicada
FERREIRA, V. A.	Modelagem computacional semiquantitativa de sistemas físicos, uma experiência no ensino médio	2005	Dissertação	UFPEL	Aplicada
FIGUEIRA, J. S.	Einstein, mouse ótico e maisena - uma análise do movimento browniano	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
FONTES, M.; CAVALCANTE, M. A.; VICENTE, V. E. J.	Um <i>software</i> de simulação do experimento de Thomson para a determinação da carga específica do elétron, com uma abordagem histórica	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
GOBARA, S. T. et al.	Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções em mecânica	2002a	Artigo	VIII EPEF	Aplicada
GOBARA, S. T. et al.	Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções em mecânica	2002b	Artigo	RBEF	Aplicada
GOMES, T. S.	A modelagem computacional qualitativa no estudo de tópicos de ciências: um estudo exploratório com estudantes universitários	2003	Dissertação	UFES	Aplicada

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
GOMES, T. S.	A modelagem computacional qualitativa através do ambiente ModeLab: um estudo exploratório com estudantes universitários desenvolvendo atividades de modelagem expressiva sobre tópicos de ciências	2008	Tese	UFES	Aplicada
GOMES, T. S.; FERRACIOLI, L.	A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo	2006	Artigo	RBEF	Aplicada
GOMES, T.; MARQUES, R.; FERRACIOLI, L.	A investigação da modelagem computacional qualitativa na construção de modelos através do ambiente ModeLab	2008	Artigo	XI EPEF	Aplicada
GONÇALVES, E.	Um estudo da modelagem computacional quantitativa através de estruturas causais básicas: um estudo exploratório com estudantes do ensino médio	2004	Dissertação	UFES	Aplicada
KOEHLER, L. F.; MAZER, H.; BRINATTI, A. M.	Lei de Stefan-Boltzmann – um experimento virtual	2003	Artigo	XV SNEF	Neutra
KROETZ, D. A.	O uso de práticas experimentais e simulação computacional para o ensino de teoria cinética dos gases	2006	Dissertação	ULBRA	Aplicada
LOPES, R. P. et al.	Experimentação real e virtual de circuitos elétricos simples como ferramenta mediadora no processo de aprendizagem de física	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
LOPES, R. P.; FEITOSA, E.	Applets como recurso pedagógico no ensino de física: aplicação em cinemática	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
MACEDO, J. A.; DICKMAN, A. G.	Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
MAGALHÃES, M. G. M. et al.	Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio	2002	Artigo	RBEF	Neutra
MAIA, L. S.; FIREMAN, E. C.	O problema do quicar da bola: um desafio de modelagem computacional para alunos de PIBIC-Jr	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
MARTINS, A. J.; FIOLHAIS, C.; PAIVA, J.	Simulações <i>on-line</i> no ensino da física e da química	2003	Artigo	RBIE	Aplicada

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
MARTINS, C. A. G.	O uso de simuladores computacionais nos processos de ensino aprendizagem de eletricidade: um estudo com alunos da terceira série do ensino médio	2008	Dissertação	UNIFRA	Aplicada
MEIRELLES, S.; VIOLANTE-CARVALHO, N.	Modelagem computacional da propagação de ondas superficiais no oceano: um subsídio para a compreensão dos fenômenos ópticos	2007	Artigo	RBEF	Teórica
MENDES, J. F.	O uso do <i>software</i> Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa	2009	Dissertação	UnB	Aplicada
MIQUELIN, A. F.	Ensino-investigativo de física: trabalhando numa abordagem sistêmica em ambiente multimídia-telemático	2003	Dissertação	UFSM	Aplicada
MOREIRA, A. F.; BORGES, O.	Por dentro de uma sala de aula de física	2006	Artigo	Educ. Pesq.	Aplicada
MORRONE, W. et al.	Modelagem matemática e a atividade experimental como um modelo de integração no ensino de física	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
NAKAMOTO, P. T. et al.	Laboratório virtual de eletrodinâmica	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada
OLIVEIRA, C. B. P.	“Utilização da ferramenta de modelagem dinâmica Jlinkit no aprendizado exploratório de física no ensino médio”	2009	Dissertação	UFRJ	Teórica
OLIVEIRA, F. J.	A construção de modelos baseada na utilização de diagramas causais no estudo de tópicos de ciências: um estudo exploratório com estudantes do ensino médio	2004	Dissertação	UFES	Aplicada
OLIVEIRA, R. B.	Modellus: ferramenta de modelagem computacional como motivadora e facilitadora da aprendizagem	2005	Dissertação	UENF	Aplicada
OLIVEIRA, R. B.; LINHARES, M. P.	Uso do <i>software</i> Modellus como motivador e facilitador de aprendizagem em física	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.	Interpretações da mecânica quântica em um interferômetro virtual de Mach-Zehnder	2005	Artigo	RBEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
PALADINI, S.	Experimentação remota como suporte a ambientes de aprendizagem de física	2008	Dissertação	UFSC	Neutra
PAZ, A. M.	Ensino experimental de física, assistido por computador, na escola formal de segundo grau de Institutos de Ensino Superior	1999	Dissertação	UFSC	Aplicada
PAZ, A. M.	Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino do eletromagnetismo	2007	Tese	UFSC	Aplicada
POLONINE, T.; GOMES, T.; FERRACIOLI, L.	Módulo educacional sobre o cálculo de velocidade média em uma abordagem experimental utilizando o ambiente de modelagem computacional qualitativa Modelab	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
RABBI, M. A.; FERRACIOLI, L.	Estudo preliminar de um módulo educacional sobre métodos numéricos de integração através da modelagem computacional quantitativa	2002	Artigo	VII EPEF	Aplicada
REIS, M. A. F.	O uso de simulações computacionais no ensino de colisões mecânicas	2003	Dissertação	ULBRA	Aplicada
REIS, M. A. F.; ANDRADE NETO, A. S.; SAAVEDRA FILHO, N. C.	Uso de simulações e aquisição de dados experimentais para o ensino de colisões	2003	Resumo	XV SNEF	Aplicada
RIBEIRO, Y. H. L.; JESUS, J. C. O.; ALVES, A. S.	Utilização do Modellus na construção de conceitos físicos	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
RODRIGUES, G. L.	Animação interativa e construção dos conceitos da física: trilhando novas veredas pedagógicas	2005	Dissertação	UFPB	Aplicada
SANTOS, A. de C. K. et al.	Algumas possibilidades de utilização dos princípios de sistemas de Forrester em tópicos de física, através da ferramenta de modelagem quantitativa Stella	2000	Artigo	CCEF	Teórica
SANTOS, A. V.; SANTOS, S. R.; FRAGA, L. M.	Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico	2002	Artigo	RBEF	Teórica
SANTOS, G. H.	Animações interativas do <i>software</i> Modellus: um estudo sobre atitude e perspectiva de alunos de física do ensino médio	2006	Dissertação	CAIRU	Aplicada
SANTOS, J. N.; TAVARES, R.; GUEDES, I.	Uso de ferramentas cognitivas para o ensino de física	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
SANTOS, J. R. G.	Investigação do uso de atividades de modelagem computacional no ensino de física e de matemática	2009	Dissertação	UFAL	Aplicada
SCHIEL, D. et al.	Análise digital de ondas em uma cuba de ondas	2003a	Artigo	XV SNEF	Teórica
SCHIEL, D. et al.	Programação em linguagem LOGO utilizando imagens estroboscópicas de movimentos	2003b	Artigo	XV SNEF	Teórica
SEVERINO, E. Z. G.	Atividades virtuais de mecânica no ensino médio	2005	Artigo	XVI SNEF	Neutra
SEVERINO, E. Z. G.	Recursos virtuais em aulas de laboratório de física	2006	Dissertação	USP	Aplicada
SILVA, L. F. et al.	Realidade virtual e ferramentas cognitivas usadas como auxílio para o ensino de física	2008	Artigo	RENOTE	Teórica
SILVA, R. T.	Animações interativas e mapas conceituais	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
SILVA, R. T.; SANTOS, J. N.	Animação interativa como organizador prévio	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
SILVA, W. P. et al.	Apresentação do software educacional “Vest21 Mecânica”.	2002	Artigo	RBEF	Aplicada
SOUTO, T. V. S.; ANDRADE, N. A.; ANDRADE, M. J. P.	Uso do aquecimento global para o ensino de física no ensino médio através de uma ferramenta computacional	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
SOUZA, G. M. P.	A informática como recurso didático para a aprendizagem de física no ensino médio	2007	Dissertação	UFRN	Aplicada
SOUZA, M. O.; BOECHAT, V. A. P.	Laboratório virtual: máquinas interativas	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
TEIXEIRA, R. M. R.; TURATTI, A. M.	Mapas geográficos contextualizando o estudo de vetores através de modelagem computacional	2003	Artigo	XV SNEF	Neutra
VASCONCELOS, F. H. L. et al.	A utilização de software educativo aplicado ao ensino de física com o uso da modelagem	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
VASCONCELOS, F. H. L.; BORGES NETO, H.; SANTANA, J. R.	Aprendizagem mediada por computador: uma experiência de ensino de física com a utilização da simulação computacional	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada
VEIT, E. A.; MORS, P. M.; TEODORO, V. D.	Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI	2002	Artigo	RBEF	Teórica
VEIT, E. A.; TEODORO, V. D.	Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio	2002	Artigo	RBEF	Teórica
VICTOR, R.; FERRACIOLI, L.	A utilização da modelagem computacional no laboratório de física básica	2002	Artigo	VIII EPEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
VIEIRA, S. L. et al.	Simulação de conceitos físicos e químicos	2003	Resumo	XV SNEF	Aplicada
WEISS, J. M.	Campo, carga, força: a importância das simulações computacionais no trato das representações da eletrostática	2006	Dissertação	ULBRA	Aplicada
					conclusão

QUADRO B3 - TÍTULOS REFERENTES À AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA E ANÁLISE DE DADOS EM TEMPO REAL

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
AGUIAR, C. E.; FREITAS, M. A.; LAUDARES, F. A.	Medindo a velocidade do som com o microfone do PC	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
AGUIAR, C. E.; LAUDARES, F. A.	Aquisição de dados usando LOGO e a porta de jogos do PC	2001	Artigo	RBEF	Teórica
ALVES, J. C. N.	Uma proposta pedagógica para uso do computador em ambientes de ensino experimental de física	2000	Tese	UFRJ	Aplicada
BARBETA, V. B.; MARZZULLI, C. R.	Experimento didático para determinação da velocidade de propagação do som no ar, assistido por computador	2000	Artigo	RBEF	Teórica
CARLIN FILHO, N. et al.	Processamento de imagens: conceitos básicos relacionados com o fenômeno de difração e uso de um computador óptico	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
CATELLI, F.; MELLO, K. B.; MOSSMANN, V. L. F.	Estudo do movimento de corpos submetidos exclusivamente a forças de atrito através de aquisição automática de dados	2003	Resumo	XV SNEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A. et al.	Proposta de um laboratório didático em microescala assistido por computador para o estudo de mecânica	1998	Artigo	VI EPEF	Neutra
CAVALCANTE, M. A. et al.	Proposta de um laboratório didático em microescala assistido por computador para o estudo de mecânica	1999	Artigo	RBEF	Aplicada
CAVALCANTE, M. A. et al.	O estudo de colisões através do som	2002	Artigo	RBEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.	Aquisição de dados em laboratórios de física; um método simples, fácil e de baixo custo	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
					continua

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.	Aquisição de dados em laboratórios de física; um método simples, fácil e de baixo custo: experimentos em mecânica	2008	Artigo	RBEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.	Aquisição de dados através da entrada de microfone: estudo de lançamento horizontal	2009a	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.	O ensino e aprendizagem de física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real	2009b	Artigo	RBEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO C. R. C.	Estudo do lançamento horizontal utilizando o computador para aquisição e análise de dados	1997	Artigo	CCEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO C. R. C.	Transformando o seu PC em um instrumento virtual de medidas físicas e fazendo você mesmo a análise e tratamento de dados	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO C. R. C.	Cuidados na utilização de sistemas de aquisição de dados no ensino de física	2000a	Artigo	RBEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO C. R. C.	Projete você mesmo experimentos assistidos por computador: construindo sensores e analisando dados	2000b	Artigo	RBEF	Teórica
CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO C. R. C.	Ondulatória e acústica através de experimentos assistidos por computador	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
CORRALLO, M. V.; TAGIKU, A. M.	Utilizando o microcomputador para análise de dados	1997	Artigo	XII SNEF	Teórica
COSTA, M. C. B.	Ambiente colaborativo síncrono com o uso de coleta de dados em tempo real de grandezas físicas para o aprendizado de conceitos físicos	2007	Dissertação	UFPE	Aplicada
DIONISIO, G.; MAGNO, W. C.	Photogate de baixo custo com a porta de jogos do PC	2007	Artigo	RBEF	Teórica
FIGUEIRA, J. S.	Atividades de aquisição de dados no laboratório de física em cursos de tecnologia	2006	Dissertação	UFRGS	Teórica
FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A.	Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de física	2004	Artigo	RBEF	Teórica
GOMES, A. D. T. et al.	Laboratórios centrados em computador	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
GRALA, R. M.; OLIVEIRA, E. S.	Medida da velocidade do som no ar com o uso do microcomputador	2005	Artigo	Física na Escola	Teórica
HAAG, R.	Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de física	2001	Artigo	RBEF	Teórica
HAAG, R.	Utilizando novas tecnologias no ensino experimental de eletromagnetismo	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.	Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física?	2005	Artigo	Física na Escola	Teórica
HAAG, R.; OLIVEIRA, L. M.; VEIT, E. A.	Utilizando o microcomputador para medidas de tempo no laboratório didático de física	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
LAUDARES, F. A. L.; CRUZ, F. A. O.	Lei de Faraday-Lenz: uma demonstração de baixo custo usando a entrada de microfone do PC	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
LAUDARES, F. A. L.; CRUZ, F. A. O.; LOPES, M. C. S. M.	Usando LOGO e a porta de jogos para estudar o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado com um trilho de ar de baixo custo	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
MAGNO, W. C. et al.	Realizando experimentos didáticos com o sistema de som do PC	2004	Artigo	RBEF	Teórica
MAGNO, W. C.; MONTARROYOS, E.	Decodificando o controle remoto com a placa de som do PC	2002	Artigo	RBEF	Teórica
MENZER, R. C.; SOARES, T. C.	Experimentos de mecânica utilizando porta paralela e sensores ópticos	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
MONTARROYOS, E.; MAGNO, W. C.	Aquisição de dados com a placa de som do computador	2001	Artigo	RBEF	Teórica
MOSSMANN, V. L. F. et al.	Determinação dos coeficientes de atrito estático e cinético utilizando-se a aquisição automática de dados	2002	Artigo	RBEF	Teórica
OLIANI, R. A. M.; CAVALCANTE, M. A.	Utilização do computador para experimentos em laboratório didático de física	2003	Resumo	XV SNEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
PERRETTO, M. et al.	Desenvolvimento de um sistema de aquisição e tratamento de dados para o estudo do movimento de um pêndulo	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
PESSANHA, M. C. R. et al.	Um modelo para o controle remoto de experimentos de física básica	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O.	Modelo experimental automatizado para o ensino de conceitos de velocidade e aceleração	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O.	Desenvolvimento e uso de uma ferramenta auxiliar no ensino de conceitos de eletromagnetismo	2009a	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
PONTELO, I.; MOREIRA, A. F.	Atividade com aquisição automática de dados: quando a mediação se torna objeto	2008	Resumo	XI EPEF	Aplicada
RAMIREZ, A. R. G.; CINELLI, M. J.; IRIGOITE, A. M.	Automação para obtenção de dados de uma experiência de física: 2ª lei de Newton	2005	Artigo	RBEF	Teórica
RIBAS, R. V.; SOUZA, A. F.; SANTOS, N.	Um sistema de aquisição de dados de baixo custo para o laboratório didático	1998	Artigo	RBEF	Teórica
ROSA Jr., A. C. P.; JESUS, J. C. O.; ALVES, A. S.	Estudo da transição de fase líquido-vapor da água utilizando a porta paralela do micro PC	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
SAAVEDRA, N. et al.	Utilização de novas tecnologias em ensino de física para o estudo do movimento acelerado em tempo real	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
SIAS, D. B.	Aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física térmica do ensino médio	2006	Dissertação	UFRGS	Teórica
SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R.	Proposta de atividades experimentais em física térmica para o ensino médio com a utilização do sistema CBL	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R.	Aquisição automática de dados e animações no estudo da transmissão do calor	2006	Artigo	RENOTE	Aplicada
SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R.	A aquisição automática de dados motivando o estudo da física térmica	2007	Artigo	XVII SNEF	Neutra

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
SILVA, L. F.	Uma experiência didática de inserção do microcomputador como instrumento de medida no laboratório de física do ensino médio	2005	Dissertação	UFRGS	Teórica
SILVA, L. F.; FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A.	Atividades de aquisição automática de dados no laboratório de física da escola de ensino médio	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada
SILVA, M. V. D. et al.	Investigando forças com sensores	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
SILVA, W. P. et al.	Velocidade do som no ar: um experimento caseiro com microcomputador e balde d'água	2003	Artigo	RBEF	Aplicada
SILVA, M. V. S.; OLIVEIRA, J. C. J.	Estudo de transições de fase usando a placa de som do PC	2003	Artigo	XV SNEF	Aplicada
SOARES, R. R.; SOTTO, A.	Construindo um termômetro com aquisição de dados via porta de jogos do PC	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
SOUSA, D. F. et al.	Aquisição de dados e aplicações simples usando a porta paralela do micro PC	1998	Artigo	RBEF	Teórica
TAVOLARO, C. R. C.; CAVALCANTE, M. A.; GUIMARÃES, D.	Construção de equipamentos didáticos para o estudo da polarização intrínseca do LASER	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
VILAR, A. B. et al.	Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para o laboratório de termodinâmica do Instituto de Física da UERJ	2007a	Artigo	XVII SNEF	Teórica

conclusão

QUADRO B4 – TÍTULOS REFERENTES A RECURSOS MULTIMÍDIA

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
AGUIAR, M. S.; CASTRO, R. M.	Atividades experimentais e novas tecnologias nas disciplinas de física no ensino médio	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
ALMEIDA, F. C. P.	Uma alternativa para o ensino de física quântica introdutória, numa perspectiva de aprendizagem significativa, através da utilização do software “Física con Ordenador” e de mapas conceituais	2004	Dissertação	UNESP	Aplicada
ALVES, V. M.; DOBKE, E. R. P.; KREBS, P. R.	Ensinando física através de <i>homepages</i>	1998	Artigo	VI EPEF	Teórica
AMARANTE, A. R. S.	Os recursos hipermídia e os problemas abertos: uma proposta para o ensino de conceitos de calor e temperatura no ensino médio	2005	Dissertação	UNESP	Teórica
AMARANTE, A. R. S. et al.	Tecnologia da informação: algumas considerações relacionadas ao processo de elaboração de um protótipo visando o ensino de fenômenos térmicos	2004a	Artigo	IX EPEF	Neutra
AMARANTE, A. R. S. et al.	A utilização da história da ciência em conteúdos relacionados à mecânica dos fluidos por intermédio de recursos multimídia	2004b	Artigo	IX EPEF	Teórico
ANDRADE JUNIOR, J. A.; DANTAS, C. R. S.; NOBRE, F. A. S.	Uma experiência de ensino de física utilizando as novas tecnologias da informação e comunicação em sala de aula	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
ARTUSO, A. R.	O uso da hipermídia no ensino de física: possibilidades de uma aprendizagem significativa	2006	Dissertação	UFPR	Aplicada
ARTUSO, A. R.; BRITO, G. S.; GARCIA, N. M. D.	O uso da hipermídia no ensino de física: possibilidades de uma aprendizagem significativa	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
BARCELOS, L. R.	Ensino da física mediada por computador e as novas tecnologias para alunos do PROEJA	2008	Dissertação	CEFET-RJ	Neutra
CARVALHO, D. L.; DUARTE, J. L. M.; PACCA, J. L. A.	Um curso a distância sobre eletromagnetismo: o planejamento e o processo de aprendizagem	2004	Artigo	IX EPEF	Teórica

continua

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
CAVALCANTE, M. A.; PIFFER, A.; NAKAMURA, P.	O uso da internet na compreensão de temas de física moderna para o ensino médio	2001	Artigo	RBEF	Teórica
CENNE, A. H. H.	Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica	2007	Dissertação	UFRGS	Aplicada
DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T.	Pernilongo? Elimine esse zumbido da sua vida: a aprendizagem de ondas sonoras por meio das novas tecnologias	2007	Artigo	RENTE	Aplicada
DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T.	Os recursos da informática como meio para evidenciar os obstáculos epistemológicos e motivar a aprendizagem de ondas sonoras	2008a	Resumo	XI EPEF	Aplicada
DUARTE, A. F. et al.	Utilização de novas tecnologias na relação interdisciplinar do ensino de física na UFAC	1997	Artigo	XII SNEF	Teórica
FERREIRA, C. E. R.	A hipermídia e o ensino de ciências: aplicação para o ensino introdutório do conceito de campo	2001	Dissertação	UFSC	Teórica
FROTA, P. R. O.	Velocidade, espaço e tempo – uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos sensoriais mediados pelo computador	2000	Tese	UFSC	Aplicada
GASTALDO, L. F.	Desenvolvimento de um aplicativo hipermídia com o uso do <i>feedback</i> processual como recurso didático voltado ao ensino de eletricidade no ensino médio	2009	Dissertação	UNIFRA	Aplicada
GASTALDO, L. F.	Módulos didáticos hipermídicos para o ensino de eletromagnetismo e óptica no ensino médio	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
GASTALDO, L. F.; OLIVEIRA, G. O.	Desenvolvimento de um aplicativo didático de uma hipermídia voltada ao ensino de eletricidade com o uso de um <i>feedback</i> processual como ferramenta de controle da navegação	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
GONÇALVES, L. J.	Uso de animações visando à aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
HECKLER, V.	Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica	2004	Dissertação	UFRGS	Aplicada
HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S.	Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica	2007	Artigo	RBEF	Aplicada
KUROMOTO, N. et al.	Desenvolvimento de um aplicativo tipo multimídia como recurso didático para ensino de física	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
LIMA, G. B.	Práticas de estudo de alunos mediadas pelo CD-ROM física animada – termodinâmica no ensino médio	2004	Dissertação	UFMG	Aplicada
MACHADO, D. I.	Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação	2000	Dissertação	UNESP	Aplicada
MACHADO, D. I.	Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia	2006	Tese	UNESP	Aplicada
MACHADO, D. I.; NARDI, R.	Uma proposta de software hipermídia para o ensino de física moderna e contemporânea	2004	Artigo	IX EPEF	Teórica
MACHADO, D. I.; NARDI, R.	A hipermídia no ensino de física moderna e contemporânea	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
MACHADO, D. I.; NARDI, R.	Avaliação da hipermídia enquanto recurso didático para o ensino de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência	2006a	Artigo	X EPEF	Aplicada
MACHADO, D. I.; NARDI, R.	Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia	2006b	Artigo	RBEF	Aplicada
MACHADO, D. I.; NARDI, R.	Uma proposta para o ensino do princípio da equivalência com a utilização da hipermídia	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
MANTOVANI, K. C. C.	Física para educação de jovens e adultos: uma abordagem em eletricidade através da informática	2002	Dissertação	UNESP	Aplicada
MELEIRO, A.	Hipermídia e as representações imagéticas dos modelos teóricos para a estrutura da matéria	1998	Dissertação	UNICAMP	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
MENEZES, A. P. S.	História da física aliada às TIC: organizador prévio como uma estratégia facilitadora da aprendizagem significativa da física na educação básica	2009	Dissertação	UEA	Teórica
MIRANDA JUNIOR, M. R.	Introdução ao uso de informática no ensino de física no ensino médio	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada
MORAES, M. B. S. A.	Uma proposta para ensino de eletrodinâmica no nível médio	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada
MORAIS, E. et al.	Aulas de física com multimídia: um levantamento de possibilidades	2003	Resumo	XV SNEF	Teórica
OLIVEIRA, A. J. A. et al.	Um curso de astronomia para alunos do ensino médio: desenvolvido e utilização de recursos de multimídia e internet	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
OLIVEIRA, R. S. et al.	Produção de um texto eletrônico sobre experimentos de física	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
PIRES, M. A.	Tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada
RABBI, M. A.; COELHO NETO, D. M.	Utilização de tecnologias de informação e comunicação – TIC's no ensino de ciências em espaços não formais	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
REIS, M. R.	O uso de recursos computacionais hipermídia na compreensão de conceitos da física moderna no ensino médio	2002	Dissertação	UFSC	Teórica
REZENDE, F.	Design instrucional de um sistema hipermídia baseado em diagnóstico conceitual de mecânica básica	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
REZENDE, F.; BARROS, S. S.	A hipermídia e a aprendizagem de ciências: exemplos na área de física	2005	Artigo	Física na Escola	Aplicada
REZENDE, F.; BARROS, S. S.	Navegação hipertextual em um sistema hipermídia de mecânica básica	2002	Artigo	VIII EPEF	Aplicada

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
SANTOS, F. R. V.	Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica	2001	Artigo	CCEF	Aplicada
SCHIEL, D. et al.	O uso da informática na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio	2002	Artigo	VIII EPEF	Neutra
SHIGUE, C. Y.; BIANCHI, I.; BALDAN, C. A.	Implementação de curso de eletromagnetismo para internet	2000	Resumo	VII EPEF	Teórica
SILVA, M. J. V. T.	Investigando a telefonia celular: ensinando-aprendendo com a interatividade em uma abordagem temática no ensino de física	2003	Dissertação	UFSC	Neutra
SILVA, M. S.	Simulação virtual como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa de fenômenos científicos: uma aplicação à óptica geométrica no estudo da refração em nível de ensino médio	2009	Dissertação	UnB	Aplicada
SILVA, T.	Um material didático hipermídia para o ensino de fenômenos astronômicos	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
SOUZA, G. M. P.	A informática como recurso didático para a aprendizagem de física no ensino médio	2007	Dissertação	UFRN	Aplicada
SOUZA, W.; CARDOSO, T. F. L.	Uma aplicação de recursos de mídia eletrônica no ensino da física – eletrodinâmica	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
SOUZA, W.; MOREIRA, L. F.	Permissão para educar uma aplicação de recursos de mídia no ensino da física	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
SPOHR, C. B.	O tema da supercondutividade no nível médio: desenvolvimento de material hipermídia fundamentado em epistemologias contemporâneas	2008	Dissertação	UFRGS	Aplicada
SPOHR, C. B. et al.	Construindo uma página na internet sobre supercondutividade no ensino médio a partir de fundamentos da epistemologia contemporânea	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
SPOHR, C. B. et al.	O tema da supercondutividade no ensino médio: uma experiência didática centrada no uso de material hipermídia	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
STENSMANN, B. H. W.	A utilização de novas tecnologias de informação e comunicação como instrumento potencializador visando proporcionar uma aprendizagem mais significativa em física de fluidos	2005	Dissertação	UFRGS	Aplicada
THOBIAS, M. A. L. S.	A internet e o ensino de ciências	2000	Dissertação	UNESP	Aplicada
TEIXEIRA, O. P. B. et al.	Os recursos multimídia e o ensino de fenômenos térmicos	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
WERLANG, R. B.	O uso de novas tecnologias no ensino de física dos fluidos, aplicado em escolas técnicas	2007	Dissertação	UFRGS	Aplicada
WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L.	Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica	2008	Artigo	RBEF	Aplicada
YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B.	Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física	2001	Artigo	RBEF	Aplicada
					conclusão

QUADRO B5 – TÍTULOS REFERENTES À COMUNICAÇÃO À DISTÂNCIA

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
BEAKLINI, F.; MAKIUCHI, M. F. R.; MAKIUCHI, N.	Produção de <i>coursewares</i> em ambiente multimídia	2000	Resumo	VII EPEF	Teórica
CAETANO, T. C.; DIAS, W. S.	Introdução à astronomia e a astrofísica: relatos de um curso a distância	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
FAIS, G.	O ensino de física via telemática: o arcabouço das novas utopias	2002	Dissertação	USP	Teórica
					continua

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
FERNANDES JUNIOR, A. S.	Um curso de eletrodinâmica básica à distância	2006	Dissertação	CEFET – RJ	Aplicada
FRANCO, W. O.	Aprendizagem em física básica mediada por computador	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
GAMA, E. A. R. M.	Física e música no ensino médio à distância	2006	Dissertação	CEFET – RJ	Teórica
MENDES, F. A. C.; MATTOS, C. R.	O uso do chat como meio dialógico para discussões sobre problemas físicos: uma análise do discurso	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
OLIVEIRA, C. R. S. et al.	Um ambiente para a prática remota de aulas laboratoriais de física (determinação da viscosidade de líquidos)	2009	Artigo	RBIE	Teórica
PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O.	Interação entre luz e matéria: um experimento com acesso a distância através da internet	2009b	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
PESSANHA, M. C. R. et al.	Controle e sensoriamento a distância, através da internet, de um sistema de polias automatizado	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
SCHIEL, D. et al.	Mecânica gráfica, um exemplo de ensino de física na www	1998	Artigo	RBEF	Aplicada
SILVA, M. L. R.	Metodologias de ensino utilizadas na educação online e sua repercussão na interação professor/aluno/tutor: o caso do curso de física licenciatura da Universidade Aberta do Brasil/UFAL	2009	Dissertação	UFAL	Aplicada
SILVA, T.; BARROSO, M. F.	Fenômenos astronômicos e ensino a distância: produção e avaliação de materiais didáticos	2008	Resumo	XI EPEF	Aplicada
SOUZA, G. L. et al.	Experimentação remota no ensino de física	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica

conclusão

QUADRO B6 – TÍTULOS REFERENTES À RESOLUÇÃO ALGÉBRICA/NUMÉRICA E ESTUDO DE SOLUÇÕES MATEMÁTICAS

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
AGUIAR, C. E.	Ótica e geometria dinâmica	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
ALVES, D. T. et al.	Aprendizagem de eletromagnetismo via programação e computação simbólica	2002	Artigo	RBEF	Teórica
BLEICHER, L. et al.	Análise e simulação de ondas sonoras assistidas por computador	2002	Artigo	RBEF	Teórica
BONAFINI, F. C.	Explorando conexões entre a matemática e a física com o uso de calculadora gráfica e do CBL	2004	Dissertação	UNESP	Aplicada
BORGES, P. A. P.; TONIAZZO, N. A.; SILVA, J. C.	Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática	2009	Artigo	RBEF	Teórica
CARMO FILHO, G. P. et al.	Conceitos de condução de calor e métodos numéricos trabalhados via programação simbólica	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
DELATORRE, P.; FADEL, V.; AZEVEDO JUNIOR, W. F.	Simulação de densidade eletrônica para cristais unidimensionais e bidimensionais	2001	Artigo	RBEF	Teórica
JÁCOME, S. S. B. et al.	Visualizando os modos normais de vibração com o computador	2002	Artigo	RBEF	Aplicada
NOGUEIRA, A. F. L.	Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado	2006	Artigo	RBEF	Teórica
NOGUEIRA, A. F. L.	O uso da simulação numérica de campos eletromagnéticos como ferramenta de ensino	2008	Artigo	RBEF	Teórica
PIRES, W. P. et al.	Aprendizagem de física via computação algébrica	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
REIS, M. A. F.; SERRANO, A.	Uma análise do uso de simulações computacionais no ensino de colisões mecânicas	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
SILVA, E. L.; SOUZA, A. R.; MARQUES, E. M. R.	Alguns estudos de fluxo de fluido utilizando software gráfico	2009	Artigo	RBEF	Teórica
TALIM, S. L.	O uso de simulações por computador na construção de modelos mentais	2000	Resumo	VII EPEF	Teórica
TELLES, E. M.; SARTORI, C. S.	Análise de resultados experimentais com programação orientada a objetos	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
XAVIER Jr., A. L.	Modelagem computacional em problemas de eletrostática: efeito de campos de borda em capacitores cilíndricos finitos	2007	Artigo	RBEF	Teórica

QUADRO B7 – TÍTULOS REFERENTES A ANIMAÇÕES GRÁFICAS

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
ANDRADE NETO, A. S.; CAVALCANTE, C.	Análise do software Cmap Tools para construção de mapas conceituais sobre física mecânica	2006	Artigo	X EPEF	Aplicada
ANDRADE, S. F. S.	O protagonismo juvenil no ensino de física: alunos elaborando roteiros de simulação no ensino médio	2007	Dissertação	USP	Aplicada
ANGOTTI, J. A. P.; FROTA, P. R.	Tempo, espaço e velocidade - relações entre grandezas a partir de ambiente virtual	1998	Artigo	VI EPEF	Teórica
BOARETTO, R.	Computadores no ensino médio: análise da compreensão de alunos roteiristas	2004	Dissertação	USP	Aplicada
BOARETTO, R.	Tecnologia no ensino médio: análise qualitativa dos resultados do projeto laboratório didático virtual	2003	Artigo	XV SNEF	Aplicada
BONFIM, A. K.; GOBARA, S. T.	Influência do uso de situações construídas em um <i>software</i> educativo na aprendizagem de circuitos simples	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
CAVALCANTE, C.	Utilização do <i>software</i> Cmap Tools como instrumento para promover a aprendizagem significativa de conceitos de física mecânica	2006	Dissertação	ULBRA	Aplicada
CORRALLO, M. V.; SADDI, M.	Navegando na hidrostática com o Titanic	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
COSTA, V. M.	“ <i>Sites</i> educacionais: uma metodologia para avaliar sua estrutura”	2003	Dissertação	UENF	Aplicada
COZENDEY, S. G. et al.	ASTROSOLAR, um <i>software</i> didático para a apresentação de conceitos de astronomia	2007	Artigo	XVII SNEF	Teórica
EICHLER, M. L.; JUNGES, F.; DEL PINO, J. C.	Cidade do átomo, um <i>software</i> para o debate escolar sobre energia nuclear	2006	Artigo	Física na Escola	Teórica
FERREIRA, J. M. et al.	Utilização do computador como instrumento de ensino – uma perspectiva de aprendizagem significativa	1997	Artigo	XII SNEF	Teórica
FERREIRA, J. M. et al.	Desenvolvimento de um <i>software</i> de desenhos utilizando uma interface de inteligência artificial: resultados preliminares	1998	Artigo	VI EPEF	Teórica

continua

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
FERREIRA, V. P.	O computador e a física dos brinquedos	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
FERREIRA, V. P.	“Informática”, “física” e “brincadeiras”: valorização da auto-estima com habilidade e competência	2003	Artigo	XV SNEF	Aplicada
FERREIRA, V. P.	O lúdico e o virtual: uma proposta para o ensino fundamental	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada
FIGUEIRA, J. S.	Easy Java simulations – modelagem computacional para o ensino de física	2005	Artigo	RBEF	Teórica
FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A.	Usando o Excel para medidas via porta de jogos de um microcomputador	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
GROCH, T. M.; SUCKOV, V.; MUCHENSKI, J. C.	EDUCEP-ENERGIA	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
GUERRINI, I. M. et al.	Simulação de movimentos em linguagem LOGO. Uma técnica adicionada às aulas de física	1998	Artigo	VI EPEF	Neutra
MACEDO, H. T.; MACEDO, C. A.	Propriedades mecânicas e geométricas de objetos homogêneos delgados e poligonais	2002	Artigo	RBEF	Teórica
MIGUEL, A. F.; BEAKLINI, F.	Demonstração de conceitos de fluidos e gravitação	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
NEGRINI NETO, O.	Soluções eletrônicas para cálculos de velocidade em acidentes de trânsito	2002	Artigo	RBEF	Teórica
NOGUEIRA, A. L. F. S. et al.	Uso de simulações computacionais no ensino de física: análise das mudanças conceituais no ensino de quantidade de movimento	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
NOGUEIRA, J. S. et al.	Utilização do computador como instrumento de ensino – uma perspectiva de aprendizagem significativa	2000	Artigo	RBEF	Teórica
OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F.	Desenvolvimento de um <i>software</i> para o ensino de fundamentos de física quântica	2006	Artigo	Física na Escola	Teórica
PEIXOTO, L. T.; AZEVEDO, N. E. O.	Simulação gráfica do comportamento quântico da cadeia monoatômica	2000	Artigo	RBEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
PÓVOA, J. M. et al.	Desenvolvimento de “ <i>softwares</i> ” para o ensino de física básica	1997	Artigo	XII SNEF	Teórica
RACHID, L. C.; SILVA, H. C.; FERNANDES, K. C.	Produção de uma animação gráfica sobre a síntese newtoniana	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
REBELLO, A. P.; RAMOS, M. G.	A aprendizagem de associação de resistores por meio de uma unidade de aprendizagem: a importância da construção de maquetes dinâmicas e do uso do computador	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
RESENDE, G. L.	A avaliação da aprendizagem dos conceitos de mecânica numa perspectiva construtivista	2002	Dissertação	UFG	Aplicada
SANTOS, G. H.; OTERO, M. R.; FANARO, M. L. A.	¿Cómo usar software de simulación en clases de Física?	2000	Artigo	CCEF	Teórica
SASAKI, D. G. G.	Ensinando as leis da termodinâmica através de simulações em Java sobre máquinas térmicas	2009	Artigo	XVIII SNEF	Teórica
SCHIEL, D. et al.	Análise digital de ondas em uma cuba de ondas	2003a	Artigo	XV SNEF	Teórica
SCHUCK, A. F.; SERRANO, A.	Um exemplo do uso de experimentos virtuais objetivando a introdução de conceitos de mecânica quântica na disciplina de estrutura da matéria	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
SILVA, D.; MARCHELLI, P. S.	Informática e ensino: visão crítica dos <i>softwares</i> educativos e discussão sobre as bases pedagógicas adequadas para o seu desenvolvimento	1997	Artigo	XII SNEF	Teórica
SILVA, H. C.; COLARES FILHO, J. L.	Imagens interativas no ensino de física: construção e realidade	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
SILVA, J. C. G.; CARVALHO, A. M. P.; CHAVEZ, J. D. A.	Uma simulação de computador como ferramenta de enculturação científica	2008	Resumo	XI EPEF	Teórica
SILVA, W. P. et al.	“LAB FIT ajuste de curvas”: um <i>software</i> em português para tratamento de dados experimentais	2004a	Artigo	RBEF	Teórica
SILVA, W. P. et al.	Um <i>software</i> para experimentos sobre batimento de ondas sonoras	2004b	Artigo	RBEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
SIQUEIRA, M. R. P.; SANTOS NETO, E. R.; PIETROCOLA, M.	Simulações e animações: recursos para o ensino de física de partículas no ensino médio	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
VIANA, D. R.; CORRÊA FILHO, J. A.	Uma análise de <i>applets</i> de física moderna e contemporânea para o ensino médio	2006	Artigo	X EPEF	Teórica
VILAR, A. B. et al.	Um trabalho de iniciação científica para alunos do ensino médio utilizando o sistema operacional Linux e a linguagem C	2007a	Artigo	XVII SNEF	Teórica
VINHA, M. L.	Criatividade e ação: roteiros de animações virtuais elaborados por alunos de ensino médio em física	2007	Tese	USP	Teórica
VINHA, M. L.; NUNES, C.; PIETROCOLLA, M.	Criatividade no processo de elaborar simulações virtuais de física.	2004	Artigo	IX EPEF	Teórica
					conclusão

QUADRO B8 – TÍTULOS REFERENTES À AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
BASTOS FILHO, R. P.	Contribuição de um fórum virtual ao ensino de física no PROEJA	2009	Dissertação	UENF	Aplicada
BOECHAT, V. A. P.	Ambientes virtuais interativos para o ensino de física	2006	Dissertação	UENF	Aplicada
BOECHAT, V. A. P.; OLIVEIRA, M.	Ambientes virtuais interativos para o ensino de física	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
BOECHAT, V. A. P.; SOUZA, M. de O.	Sistema virtual interativo	2009	Artigo	XVIII SNEF	Neutra
CASTRO, M. V.	Uma proposta de um ambiente virtual colaborativo para o ensino de astronomia	2006	Dissertação	UNICSUL	Aplicada
					continua

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T.	Um ambiente virtual para a aprendizagem de conceitos sobre ondas sonoras: concepção e primeiras análises	2008b	Artigo	RBIE	Aplicada
DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T.	Um ambiente virtual para introduzir conceitos sobre ondas sonoras: o desafio “abaixe o volume”	2009	Artigo	XVIII SNEF	Aplicada
DUTRA, G.	A recuperação paralela no ensino de física: uma proposta em ambiente virtual	2008	Dissertação	PUC – MG	Aplicada
FORTE, C. E.	Software educacional potencializado com realidade aumentada para uso em física e matemática	2009	Dissertação	UNIMEP	Aplicada
FREIRE, J.; SOUZA, G. R.; ANDRADE, A. A. M.	Ambiente virtual de aprendizagem colaborativo – metrologia virtual	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
FUTTERLEIB, J. A.	Comunidades virtuais de aprendizagem em física: um estudo do uso do fórum de discussão como ferramenta de aprendizagem	2006	Dissertação	ULBRA	Teórica
LIMA, S. F.	Uso de ferramentas livres para apoiar comunidades de aprendizagem em física	2008	Dissertação	CEFET – RJ	Neutra
MARTINS, S. et al.	Tecnologias computacionais aplicadas à aprendizagem cooperativa em física	2008	Resumo	XI EPEF	Aplicada
MENDES, F. A. C.	Ambientes virtual e presencial de aprendizagem: uma interação dialógica mediada pelo chat	2005	Dissertação	UNESP	Aplicada
MENDES, F. A. C.; MATTOS, C. R.	O ambiente virtual auxiliando o espaço formal de aprendizagem: uma proposta metodológica	2005	Artigo	XVI SNEF	Aplicada
MENEZES, C. S.	Estudo exploratório sobre o uso de ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem no ensino básico de física	2006	Dissertação	CEFET – RJ	Neutra
MIQUELIN, A. F.; ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P. B.	A problematização de sistemas no ensino de física e o monitoramento escolar a distância	2006	Artigo	X EPEF	Aplicada
MORAES, M. B. S. A.; TEIXEIRA, R. M. R.	Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no nível médio	2005	Artigo	XVI SNEF	Neutra
MORAIS, R. F.; MENDES, E. B.	Construção de um ambiente virtual de aprendizagem	2007	Resumo	XVII SNEF	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
MORESCO, S. F. S.; BEHAR, P. A.	Blogs para a aprendizagem de física e química	2006	Artigo	RENOTE	Teórica
NAKAMOTO, P. T.	Utilização de mapas conceituais na construção de ambientes virtuais de aprendizagem	2005	Dissertação	UFU	Teórica
NAKAMOTO, P. T. et al.	O uso de mapas conceituais e realidade virtual para o ensino de física no ensino médio	2004	Artigo	IX EPEF	Teórica
OLIVEIRA, C. A.	Utilização do Moodle no curso de licenciatura em física a distância da UAB/UFAL	2009	Dissertação	UFAL	Aplicada
PEREIRA, A. J. L.	Astrofísica VIRTU-REAL: possíveis aplicações no ensino da física	2003	Artigo	XV SNEF	Teórica
PIRES, M. A.; VEIT, E. A.	Uma análise preliminar sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada
PIRES, M. A.; VEIT, E. A.	Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio	2006	Artigo	RBEF	Aplicada
REAL, C. M. C. R. C.	A linguagem tecnológica em um espaço virtual de aprendizagem: ressignificando a construção do conhecimento no ensino médio	2008	Dissertação	UENF	Aplicada
REIS, E. M.; LINHARES, M. P.	Sobre aulas de física e ambientes de aprendizagem	2007	Artigo	XVII SNEF	Aplicada
REIS, E. M.; LINHARES, M. P.	Argumentação e aprendizagem significativa em aulas de física com apoio de um espaço virtual de aprendizagem	2008	Resumo	XI EPEF	Aplicada
SANTOS, R. F.	Virtual, real ou surreal? - a física do Second Life	2008a	Artigo	RENOTE	Teórica
SANTOS, R. F.	Wikificando a história da física: a web 2.0 na construção colaborativa de conhecimento no ensino	2008b	Artigo	RENOTE	Neutra
SILVA, L. F.	Ambientes distribuídos em realidade virtual como suporte a aprendizagem cooperativa para solução de problemas	2009	Tese	UFU	Teórica
SILVA, L. F.	Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de física	2006	Dissertação	UFU	Neutra
SILVA, V. T.; BASSO, M. V. A.	ECO - comunicação síncrona para matemática e física	2006	Artigo	RENOTE	Teórica

continuação

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
TRINDADE, J.; FIOLEHAIS, C.; GIL, V.	Atomic orbitals and their representation: can 3-D computer graphics help on conceptual understanding?	2005	Artigo	RBEF	Aplicada
VETTORI, M.	Produção escrita em física com uso de grupos de internet: aprendizagens significativas por meio do educar pela pesquisa	2006	Dissertação	PUC - RS	Aplicada
					conclusão

QUADRO B9 – TÍTULOS REFERENTES À VISÃO DISCENTE

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
FREITAS, H. A.; VITAL, M. L.	Motivação do aluno e o uso do computador em aulas de física	2008	Resumo	XI EPEF	Aplicada
LIMA, G. B.; NASCIMENTO, S. S.	As juventudes e as tecnologias digitais no ensino de física	2004	Artigo	IX EPEF	Teórica
SOUZA, M. O. et al.	Análise do uso de novas tecnologias no ensino de física em quatro escolas públicas do município de Campos dos Goytacazes (RJ)	2005	Artigo	XVI SNEF	Neutra
TAGIKU, A. M.	Os microcomputadores no ensino: o ponto de vista dos alunos	2001	Dissertação	USP	Aplicada
TAGIKU, A. M.; KAWAMURA, M. R. D.	A contribuição da informática para o aprendizado da física na escola média	1998	Artigo	VI EPEF	Neutra
TAGIKU, A. M.; KAWAMURA, M. R. D.	Os microcomputadores na visão dos alunos	2003	Resumo	XV SNEF	Aplicada
TAGIKU, A. M.; KAWAMURA, M. R. D.	Microcomputadores: o ponto de vista dos alunos	2004	Artigo	IX EPEF	Aplicada

QUADRO B10 – TÍTULOS REFERENTES A RECURSOS DA INTERNET

AUTOR(ES)	TÍTULO	ANO	TIPO	PUBLICAÇÃO	PESQUISA
AGUIAR, J. P. P. et al.	Convite à física: análise de utilização do site	2003	Artigo	XV SNEF	Aplicada
BOARETTO, R.; FERREIRA, N. C. F.; KAWAMURA, M. R. D.	A física na internet	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
BORGES, A. C.	Termologia XXI	1999	Artigo	XIII SNEF	Aplicada
CASEMIRO, R. et al.	Estudo de física moderna no ensino médio utilizando a internet: raios cósmicos	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
DEL NERO, H.; FAGAN, S. B.	O uso do computador como proposta de aprimoramento na aprendizagem de termodinâmica	2005	Artigo	XVI SNEF	Teórica
HIRAMATSU, R. N.	<i>Software</i> educativo: uma perspectiva da produção de um hipertexto de óptica	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
MANTOVANI, K.; SCHIEL, D.; BARRERO, A. C. M.	Analisando a aplicação da informática na educação de jovens e adultos: é possível que a informática contribua para a construção de modelos científicos em eletricidade?	2002	Artigo	VIII EPEF	Aplicada
MOREIRA, J. E.	Divulgando a física pela internet	2000	Artigo	Física na Escola	Teórica
MOREIRA, J. E. C.; FREIRE, C.	Página de ensino e divulgação da física na www	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica
REGISTRO, E. L.	Integração da internet ao ensino de física do curso médio das escolas da rede pública	1999	Dissertação	UFSCar	Neutra
REGO, S. C. R.	A utilização de recursos da internet no ensino de física: proposta de uma abordagem para o nível médio	2004	Dissertação	UFRJ	Aplicada
REIS, E. M.	Laboratório didático de ciências e o computador na sala de aula	1999	Artigo	XIII SNEF	Aplicada
RELA, C. M. S.	A internet no ensino médio de física	2002	Dissertação	Mackenzie - SP	Aplicada
SCHIEL, D.; GUERRINI, I. M.	Educação à distância: elaboração de hipertextos para o ensino de física	1999	Artigo	XIII SNEF	Teórica

ANEXO C

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS SOBRE RECURSOS COMPUTACIONAIS NO
ENSINO DE FÍSICA EM: ATAS, PERIÓDICOS, TESES E DISSERTAÇÕES
CONSULTADAS.
(1997 a 2009)**

AGUIAR, C. E. Ótica e geometria dinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

AGUIAR, C. E.; FREITAS, M. A.; LAUDARES, F. A. Medindo a velocidade do som com o microfone do PC. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

AGUIAR, C. E.; LAUDARES, F. A. Aquisição de dados usando LOGO e a porta de jogos do PC. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 371-380, dez. 2001.

AGUIAR, J. P. P. et al. Convite à física: análise de utilização do site. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2362-2369.

AGUIAR, M. S.; CASTRO, R. M. Atividades experimentais e novas tecnologias nas disciplinas de física no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

ALMEIDA, F. C. P. **Uma alternativa para o ensino de física quântica introdutória, numa perspectiva de aprendizagem significativa, através da utilização do software “Física con Ordenador” e de mapas conceituais**. 2004. 212 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2004.

ALMEIDA, F. C. P.; SOUZA, A. R. Uma alternativa para o ensino de física quântica introdutória, numa perspectiva de aprendizagem significativa através da utilização do software ‘Física con Ordenador’ e de mapas conceituais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2498-2508.

ALVARENGA, L. L. **Introdução à física moderna no ensino médio através da discussão do dualismo onda-partícula**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

ALVES, D. T. et al. Aprendizagem de eletromagnetismo via programação e computação simbólica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 201-213, jun. 2002.

ALVES, J. C. N. **Uma proposta pedagógica para uso do computador em ambientes de ensino experimental de física**. 2000. 305 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) - Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

ALVES, V. M.; DOBKE, E. R. P.; KREBS, P. R. Ensinando física através de homepages. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 224-227.

AMADOR L. M.; BETANCOURT, J. F. El gas ideal: modelación en computadora. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 423-428, set. 2005.

AMARANTE, A. R. S. **Os recursos hipermídia e os problemas abertos:** uma proposta para o ensino de conceitos de calor e temperatura no ensino médio. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2005.

AMARANTE, A. R. S. et al. Tecnologia da informação: algumas considerações relacionadas ao processo de elaboração de um protótipo visando o ensino de fenômenos térmicos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004a. 1 CD.

_____. A utilização da história da ciência em conteúdos relacionados à mecânica dos fluidos por intermédio de recursos multimídia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004b. 1 CD.

ANDRADE JUNIOR, J. A.; DANTAS, C. R. S.; NOBRE, F. A. S. Uma experiência de ensino de física utilizando as novas tecnologias da informação e comunicação em sala de aula. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

ANDRADE NETO, A. S.; CAVALCANTE, C. Análise do software Cmap Tools para construção de mapas conceituais sobre física mecânica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006. Londrina, PR. *Atas do X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006. (CD-ROM, arquivo: CD118_1.pdf).

ANDRADE, S. F. S. **O protagonismo juvenil no ensino de física:** alunos elaborando roteiros de simulação no ensino médio. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física, Química e Biologia) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2007.

ANGOTTI, J. A. P.; FROTA, P. R. Tempo, espaço e velocidade - relações entre grandezas a partir de ambiente virtual. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 356-357.

ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em física. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v. 5, n. 3, p. 569-600, dez. 2008.

ARAÚJO, I. S. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral**. 2005. 180 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

_____. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de física usuários da ferramenta computacional Modellus na interpretação de gráficos de cinemática**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, jun. 2004.

ARTUSO, A. R. **O uso da hipermídia no ensino de física: possibilidades de uma aprendizagem significativa**. 2006. 206 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Paraná, 2006.

ARTUSO, A. R.; BRITO, G. S.; GARCIA, N. M. D. O uso da hipermídia no ensino de física: possibilidades de uma aprendizagem significativa. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

BALEN, O.; NETZ, P. A. Utilizando a modelagem e a simulação computacional no estudo dos gases ideais e reais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

BARBETA, V. B.; MARZZULLI, C. R. Experimento didático para determinação da velocidade de propagação do som no ar, assistido por computador. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 447-455, dez. 2000.

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Desenvolvimento e utilização de um programa de análise de imagens para o estudo de tópicos de mecânica clássica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 158-167, jun. 2002.

BARCELOS, L. R. **Ensino da física mediada por computador e as novas tecnologias para alunos do PROEJA**. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”, Rio de Janeiro, 2008.

BASTOS FILHO, R. P. **Contribuição de um fórum virtual ao ensino de física no PROEJA**. 2009. 105 f. Mestrado (Dissertação em Ciências Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Niterói, RJ, 2009.

BEAKLINI, F.; MAKIUCHI, M. F. R.; MAKIUCHI, N. Produção de coursewares em ambiente multimídia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000. Florianópolis. *Resumos do VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2000. p. 173.

BERGOLD, A. W. B.; RUIZ, V. E. V. FISEXTOR - Tutor de física experimental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

BLEICHER, L. et al. Análise e simulação de ondas sonoras assistidas por computador. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 129-133, jun. 2002.

BOARETTO, R. **Computadores no ensino médio: análise da compreensão de alunos roteiristas**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física, Química e Biologia) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2004.

_____. Tecnologia no ensino médio: análise qualitativa dos resultados do projeto laboratório didático virtual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2484-2493.

BOARETTO, R.; FERREIRA, N. C. F.; KAWAMURA, M. R. D. A física na internet. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 233-234.

BOECHAT, V. A. P. **Ambientes virtuais interativos para o ensino de física**. 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Niterói, RJ, 2006.

BOECHAT, V. A. P.; OLIVEIRA, M. Ambientes virtuais interativos para o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>. Acesso em: 27 jul. 2009.

BOECHAT, V. A. P.; SOUZA, M. O. Sistema virtual interativo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

BONAFINI, F. C. **Explorando conexões entre a matemática e a física com o uso de calculadora gráfica e do CBL**. 2004. 275 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP, 2004.

BONFIM, A. K.; GOBARA, S. T. Influência do uso de situações construídas em um software educativo na aprendizagem de circuitos simples. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2403-2412.

BORGES, A. C. A. Termologia XXI. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p.108-109.

BORGES, P. A. P.; TONIAZZO, N. A.; SILVA, J. C. Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 31, 2309 (2009).

BRIZZI, M. L. S. A educação em física mediada pelo computador. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 155.

CAETANO, T. C.; DIAS, W. S. Introdução à astronomia e a astrofísica: relatos de um curso a distância. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

CAMARGO, F. et al. PHYSLAB: laboratório virtual de física: um pack de modelos computacionais 2D para o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

CAMILETTI, G. G. **A modelagem computacional semiquantitativa no estudo de tópicos de ciências:** um estudo exploratório com estudantes universitários. 2001. 218 f. Dissertação (Mestrado em Física), Universidade Federal do Espírito Santo, 2001.

CAMILETTI, G. G.; COUTINHO, H.; FERRACIOLI, L. Um estudo exploratório sobre a utilização da modelagem computacional no processo de ensino-aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 363-364.

CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L. A modelagem computacional no ensino de física? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000. Florianópolis. *Resumos do VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2000. p. 173.

_____. A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de física. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 18, n. 2, p. 214-228, ago. 2001.

_____. A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema mola-massa. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002a. (CD-ROM artigo COCD11-2.pdf).

CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L. A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema mola-massa. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 110-123, jun. 2002b.

CARLIN FILHO, N. et al. Processamento de imagens: conceitos básicos relacionados com o fenômeno de difração e uso de um computador óptico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

CARMO FILHO, G. P. et al. Conceitos de condução de calor e métodos numéricos trabalhados via programação simbólica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

CARVALHO, D. L.; DUARTE, J. L. M.; PACCA, J. L. A. Um curso a distância sobre eletromagnetismo: o planejamento e o processo de aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

CARVALHO JÚNIOR, J. C. N. **Física e matemática – uma abordagem construcionista: ensino e aprendizagem de cinemática e funções com o auxílio do computador**. 2008. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, SP, 2008.

CARVALHO JÚNIOR, J. H. T. **O software Modellus aliado a estratégia de ensino um estudo comparativo do desempenho dos alunos do ensino médio nas aulas de física**. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Alagoas, 2008.

CASEMIRO, R. et al. Estudo de física moderna no ensino médio utilizando a internet: raios cósmicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 105-108.

CASTILHO, M. I. **Uma introdução conceitual à relatividade especial no ensino médio**. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

CASTRO, M. V. **Uma proposta de um ambiente virtual colaborativo para o ensino de astronomia**. 2006. s/n f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Cruzeiro do Sul, SP, 2006.

CATELLI, F.; MELLO, K. B.; MOSSMANN, V. L. F. Estudo do movimento de corpos submetidos exclusivamente a forças de atrito através de aquisição automática de dados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 82.

CAVALCANTE, C. **Utilização do software Cmap Tools como instrumento para promover a aprendizagem significativa de conceitos de física mecânica**. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2006.

CAVALCANTE, F. F. **O uso de software Modellus como estratégia de ensino da física no conteúdo de conservação de energia**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2007.

CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. Aquisição de dados em laboratórios de física; um método simples, fácil e de baixo custo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>. Acesso em: 27 jul. 2009.

_____. Aquisição de dados em laboratórios de física; um método simples, fácil e de baixo custo: experimentos em mecânica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 30, 2501 (2008).

_____. Aquisição de dados através da entrada de microfone: estudo de lançamento horizontal. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009a. Disponível em: <http://snef2009.org>. Acesso em: 5 ago. 2009.

_____. O ensino e aprendizagem de física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 31, 4505 (2009b).

CAVALCANTE, M. A. et al. Proposta de um laboratório didático em microescala assistido por computador para o estudo de mecânica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 320-325.

_____. Proposta de um laboratório didático em microescala assistido por computador para o estudo de mecânica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 127-135, mar. 1999.

_____. O estudo de colisões através do som. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 150-157, jun. 2002.

CAVALCANTE, M. A.; PIFFER, A.; NAKAMURA, P. O uso da internet na compreensão de temas de física moderna para o ensino médio. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 108-132, mar. 2001.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO C. R. C. Estudo do lançamento horizontal utilizando o computador para aquisição e análise de dados. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 14, n. 3, p. 276-287, dez. 1997.

_____. Transformando o seu PC em um instrumento virtual de medidas físicas e fazendo você mesmo a análise e tratamento de dados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 102-105.

_____. Cuidados na utilização de sistemas de aquisição de dados no ensino de física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 247-258, jun. 2000a.

_____. Projete você mesmo experimentos assistidos por computador: construindo sensores e analisando dados. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 421-425, set. 2000b.

_____. Ondulatória e acústica através de experimentos assistidos por computador. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas*

do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

CENNE, A. H. H. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica.** 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

CORRALLO, M. V.; SADDI, M. Navegando na hidrostática com o Titanic. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 234-235.

CORRALLO, M. V.; TAGIKU, A. M. Utilizando o microcomputador para análise de dados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 12., 1997. Belo Horizonte. *Atas do XII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 513-516.

CORREIA, A.; CARVALHO, W. A utilização de E-Labs na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

COSTA, M. C. B. **Ambiente colaborativo síncrono com o uso de coleta de dados em tempo real de grandezas físicas para o aprendizado de conceitos físicos.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação), Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

COSTA, R. C. et al. Multimídia: algumas contribuições no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 161.

COSTA, V. M. **“Sites educacionais: uma metodologia para avaliar sua estrutura”.** 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado em Cognição e Linguagem), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Niterói, RJ, 2003.

COZENDEY, S. G. et al. ASTROSOLAR, um software didático para a apresentação de conceitos de astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

CUNHA, S. L. S. Reflexões sobre o EaD no ensino de física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 151-154, jun. 2006.

DEL NERO, H.; FAGAN, S. B. O uso do computador como proposta de aprimoramento na aprendizagem de termodinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

DELATORRE, P.; FADEL, V.; AZEVEDO JUNIOR, W. F. Simulação de densidade eletrônica para cristais unidimensionais e bidimensionais. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 63-73, mar. 2001.

DIAS, N. L.; PINHEIRO, A. G.; BARROSO, G. C. Laboratório virtual de física nuclear. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 232-236, jun. 2002.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Pernilongo? Elimine esse zumbido da sua vida: a aprendizagem de ondas sonoras por meio das novas tecnologias. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, X Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 5, n. 2, dez. 2007.

_____. Os recursos da informática como meio para evidenciar os obstáculos epistemológicos e motivar a aprendizagem de ondas sonoras. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008a. p. 53.

_____. Um ambiente virtual para a aprendizagem de conceitos sobre ondas sonoras: concepção e primeiras análises. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 23-36, mai./ago. 2008b.

_____. Um ambiente virtual para introduzir conceitos sobre ondas sonoras: o desafio “abaixe o volume”. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

DIONISIO, G.; MAGNO, W. C. Photogate de baixo custo com a porta de jogos do PC. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 287-294, jun. 2007.

DORNELES, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I – circuitos elétricos simples. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 487-496, dez. 2006.

_____. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte II – circuitos RLC. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 30, 3308 (2008).

DUARTE, A. F. et al. Utilização de novas tecnologias na relação interdisciplinar do ensino de física na UFAC. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 12., 1997. Belo Horizonte. *Atas do XII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 441-443.

DUARTE, S. E. S.; MORAES, R. X. Dinâmica das rotações e simulações computacionais para o ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009.

Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

DUTRA, G. **A recuperação paralela no ensino de física:** uma proposta em ambiente virtual. 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2008.

EICHLER, M. L.; JUNGES, F.; DEL PINO, J. C. Cidade do átomo, um software para o debate escolar sobre energia nuclear. **Física na Escola**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 17-21, mai. 2006.

ELIAS, D. C. N. et al. Características e tendências das propostas de utilização das ferramentas computacionais no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

FAIS, G. **O ensino de física via telemática:** o arcabouço das novas utopias. 2002. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Física e Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2002.

FEHSENFELD, K. M.; FERRACIOLI, L. A definição de objetos e eventos na modelagem de fenômenos relacionados à cinética dos gases utilizando o ambiente de modelagem qualitativa MODELAB. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

FERNANDES JUNIOR, A. S. **Um curso de eletrodinâmica básica à distância.** 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”, Rio de Janeiro, 2006.

FERNANDES, M. R.; FERRACIOLI, L. A integração de um ambiente de modelagem computacional quantitativo no estudo do fenômeno de colisões. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

_____. Estudo do fenômeno de colisões através da modelagem computacional quantitativa. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v. 23, n. 1, p. 93-122, abr. 2006.

FERNANDES, R. G. **Modelos mentais em mecânica introdutória:** uma simulação computacional. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

FERREIRA, C. E. R. **A hipermídia e o ensino de ciências:** aplicação para o ensino introdutório do conceito de campo. 2001. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

FERREIRA, J. M. et al. Utilização do computador como instrumento de ensino – uma perspectiva de aprendizagem significativa. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE

FÍSICA, 12., 1997. Belo Horizonte. *Atas do XII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 502-512.

FERREIRA, J. M. et al. Desenvolvimento de um software de desenhos utilizando uma interface de inteligência artificial: resultados preliminares. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 204-205.

FERREIRA, V. A. **Modelagem computacional semiquantitativa de sistemas físicos, uma experiência no ensino médio**. 2005. 276 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, RS, 2005.

FERREIRA, V. P. O computador e a física dos brinquedos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 232-233.

_____. “Informática”, “física” e “brincadeiras”: valorização da auto-estima com habilidade e competência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2413-2414.

_____. O lúdico e o virtual: uma proposta para o ensino fundamental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

FIGUEIRA, J. S. Easy Java simulations - modelagem computacional para o ensino de física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 613-618, dez. 2005.

_____. **Atividades de aquisição de dados no laboratório de física em cursos de tecnologia**. 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

_____. Einstein, mouse ótico e maisena - uma análise do movimento browniano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 203-212, set. 2004.

_____. Usando o Excel para medidas via porta de jogos de um microcomputador. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

FONTES, M.; CAVALCANTE, M. A.; VICENTE, V. E. J. Um software de simulação do experimento de Thomson para a determinação da carga específica do elétron, com uma abordagem histórica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 99-102.

FORTE, C. E. **Software educacional potencializado com realidade aumentada para uso em física e matemática**. 2009. 215 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Metodista de Piracicaba, SP, 2009.

FRANCO, W. O. Aprendizagem em física básica mediada por computador. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

FREIRE, J.; SOUZA, G. R.; ANDRADE, A. A. M. Ambiente virtual de aprendizagem colaborativo – metrologia virtual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

FREITAS, H. A.; VITAL, M. L. Motivação do aluno e o uso do computador em aulas de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 79.

FROTA, P. R. O. **Velocidade, espaço e tempo** – uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos sensoriais mediados pelo computador. 2000. 268 f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

FUTTERLEIB, J. A. **Comunidades virtuais de aprendizagem em física**: um estudo do uso do fórum de discussão como ferramenta de aprendizagem. 2006. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2006.

GAMA, E. A. R. M. **Física e música no ensino médio à distância**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”, Rio de Janeiro, 2006.

GASTALDO, L. F. **Desenvolvimento de um aplicativo hipermídia com o uso do feedback processual como recurso didático voltado ao ensino de eletricidade no ensino médio**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física e de Matemática), Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2009.

_____. Módulos didáticos hipermídicos para o ensino de eletromagnetismo e óptica no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

GASTALDO, L. F.; OLIVEIRA, G. O. Desenvolvimento de um aplicativo didático de uma hipermídia voltada ao ensino de eletricidade com o uso de um *feedback* processual como ferramenta de controle da navegação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA,

18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

GOBARA, S. T. et al. Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções em mecânica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002a. (CD-ROM artigo COCD15-2.pdf).

_____. Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções em mecânica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 134-145, jun. 2002b.

GOMES, A. D. T. et al. Laboratórios centrados em computador. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 225-227.

GOMES, T. S. **A modelagem computacional qualitativa no estudo de tópicos de ciências: um estudo exploratório com estudantes universitários**. 2003. 180 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, 2003.

_____. **A modelagem computacional qualitativa através do ambiente ModeLab: um estudo exploratório com estudantes universitários desenvolvendo atividades de modelagem expressiva sobre tópicos de ciências**. 2008. 253 f. Tese (Doutorado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, 2008.

GOMES, T.; FERRACIOLI, L. A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 453-462, dez. 2006.

GOMES, T.; MARQUES, R.; FERRACIOLI, L. A investigação da modelagem computacional qualitativa na construção de modelos através do ambiente ModeLab. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 84.

GONÇALVES, E. **Um estudo da modelagem computacional quantitativa através de estruturas causais básicas: um estudo exploratório com estudantes do ensino médio**. 2004. 188 f. Dissertação (Mestrado em Física), Universidade Federal do Espírito Santo, 2004.

GONÇALVES, L. J. **Uso de animações visando à aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

GRALA, R. M.; OLIVEIRA, E. S. Medida da velocidade do som no ar com o uso do microcomputador. **Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 26-28, out. 2005.

GROCH, T. M.; SUCKOV, V.; MUCHENSKI, J. C. EDUCEP-ENERGIA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

GUERRINI, I. M. et al. Simulação de movimentos em linguagem LOGO. Uma técnica adicionada às aulas de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 343-345.

HAAG, R. Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 176-183, jun. 2001.

HAAG, R. Utilizando novas tecnologias no ensino experimental de eletromagnetismo In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 1294-1301.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física? **Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 66-74, maio 2005.

HAAG, R.; OLIVEIRA, L. M.; VEIT, E. A. Utilizando o microcomputador para medidas de tempo no laboratório didático de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 1302-1310.

HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. 2004. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 267-274, jun. 2007.

HIRAMATSU, R. N. Software educativo: uma perspectiva da produção de um hipertexto de ótica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 109-110.

JÁCOME, S. S. B. et al. Visualizando os modos normais de vibração com o computador. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 214-220, jun. 2002.

KOEHLER, L. F.; MAZER, H.; BRINATTI, A. M. Lei de Stefan-Boltzmann – um experimento virtual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2440-2444.

KROETZ, D. A. **O uso de práticas experimentais e simulação computacional para o ensino de teoria cinética dos gases**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2006.

KUROMOTO, N. et al. Desenvolvimento de um aplicativo tipo multimídia como recurso didático para ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 114-115.

LAUDARES, F. A. L.; CRUZ, F. A. O. Lei de Faraday-Lenz: uma demonstração de baixo custo usando a entrada de microfone do PC. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

LAUDARES, F. A. L.; CRUZ, F. A. O.; LOPES, M. C. S. M. Usando LOGO e a porta de jogos para estudar o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado com um trilho de ar de baixo custo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2509-2515.

LIMA, G. B. **Práticas de estudo mediadas pelo CD-ROM física animada – termodinâmica no ensino médio**. 2004. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

LIMA, G. B.; NASCIMENTO, S. S. As juventudes e as tecnologias digitais no ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

LIMA, S. F. **Uso de ferramentas livres para apoiar comunidades de aprendizagem em física**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”, Rio de Janeiro, 2008.

LOPES, R. P.; FEITOSA, E. Applets como recurso pedagógico no ensino de física. aplicação em cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

LOPES, R. P. et al. Experimentação real e virtual de circuitos elétricos simples como ferramenta mediadora no processo de aprendizagem de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

MACEDO, H. T.; MACEDO, C. A. Propriedades mecânicas e geométricas de objetos homogêneos delgados e poligonais. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 196-200, jun. 2002.

MACEDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

MACHADO, D. I. **Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação**. 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, SP, 2000.

_____. **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia**. 2006. 300 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2006.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. A hipermídia no ensino de física moderna e contemporânea. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

_____. Avaliação da hipermídia enquanto recurso didático para o ensino de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006. Londrina, PR. *Atas do X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006a. (CD-ROM, arquivo: CD168_1.pdf).

_____. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-486, dez. 2006b.

_____. Uma proposta de software hipermídia para o ensino de física moderna e contemporânea. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD

_____. Uma proposta para o ensino do princípio da equivalência com a utilização da hipermídia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007b. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

MAGALHÃES, M. G. M. et al. Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 97-102, jun. 2002.

MAGNO, W. C. et al. Realizando experimentos didáticos com o sistema de som do PC. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 117-124, jun. 2004.

MAGNO, W. C.; MONTARROYOS, E. Decodificando o controle remoto com a placa de som do PC. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 497-499, dez. 2002.

MAIA, L. S.; FIREMAN, E. C. O problema do quicar da bola: um desafio de modelagem computacional para alunos de PIBIC-Jr. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

MANTOVANI, K. C. C. **Física para educação de jovens e adultos: uma abordagem em eletricidade através da informática**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a

Ciência) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2002.

MANTOVANI, K.; SCHIEL, D.; BARRERO, A. C. M. Analisando a aplicação da informática na educação de jovens e adultos: é possível que a informática contribua para a construção de modelos científicos em eletricidade? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM artigo COCD11-1.pdf).

MARTINS, A. J.; FIOLHAIS, C.; PAIVA, J. Simulações on-line no ensino da física e da química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 111-117, set. 2003.

MARTINS, C. A. G. **O uso de simuladores computacionais nos processos de ensino aprendizagem de eletricidade:** um estudo com alunos da terceira série do ensino médio. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física e de Matemática) - Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2008.

MARTINS, S. et al. Tecnologias computacionais aplicadas à aprendizagem cooperativa em física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 80.

MATTOS, C. et al. Material didático virtual: disponibilidade e interatividade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MEIRELLES, S.; VIOLANTE-CARVALHO, N. Modelagem computacional da propagação de ondas superficiais no oceano: um subsídio para a compreensão dos fenômenos ópticos. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 555-564, dez. 2007.

MELEIRO, A. **Hipermídia e as representações imagéticas dos modelos teóricos para a estrutura da matéria.** 1998. 265 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios), Universidade Estadual de Campinas, SP, 1998.

MENDES, F. A. C. **Ambientes virtual e presencial de aprendizagem:** uma interação dialógica mediada pelo chat. 2005. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2005.

MENDES, F. A. C.; MATTOS, C. R. O ambiente virtual auxiliando o espaço formal de aprendizagem: uma proposta metodológica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE*

FÍSICA. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

MENDES, F. A. C.; MATTOS, C. R. O uso do chat como meio dialógico para discussões sobre problemas físicos: uma análise do discurso. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

MENDES, J. F. **O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa**. 2009. 185 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, 2009.

MENEZES, A. P. S. **História da física aliada às TIC: organizador prévio como uma estratégia facilitadora da aprendizagem significativa da física na educação básica**. 2009. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade do Estado do Amazonas, 2009.

MENEZES, C. S. **Estudo exploratório sobre o uso de ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem no ensino básico de física**. 2006. 172 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”, Rio de Janeiro, 2006.

MENEZES, D. A. S. Estado, globalização, tecnologias da informação e comunicação (TIC) e suas relações com o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

MENZER, R. C.; SOARES, T. C. Experimentos de mecânica utilizando porta paralela e sensores ópticos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

MIGUEL, A. F.; BEAKLINI, F. Demonstração de conceitos de fluidos e gravitação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 118-120.

MIQUELIN, A. F. **Ensino-investigativo de física: trabalhando numa abordagem sistêmica em ambiente multimídia-telemático**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2003.

MIQUELIN, A. F.; ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P. B. A problematização de sistemas no ensino de física e o monitoramento escolar a distância. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006. Londrina, PR. *Atas do X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2007. (CD-ROM, arquivo: CD81 2.pdf).

MIRANDA JUNIOR, M. R. **Introdução ao uso de informática no ensino de física no ensino médio.** 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MONTARROYOS, E.; MAGNO, W. C.; Aquisição de dados com a placa de som do computador. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 57-62, mar. 2001.

MORAES, M. B. S. A. **Uma proposta para ensino de eletrodinâmica no nível médio.** 2005. 193 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MORAES, M. B. S. A.; TEIXEIRA, R. M. R. Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no nível médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

MORAIS, E. Aulas de física com multimídia: um levantamento de possibilidades. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 71.

MORAIS, R. F.; MENDES, E. B. Construção de um ambiente virtual de aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

MOREIRA, A. F.; BORGES, O. Por dentro de uma sala de aula de física. **Educ. Pesq.**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 157-174, jul./dez. 2006.

MOREIRA, J. E. Divulgando a física pela internet. **Física na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 9-11, out. 2000.

MOREIRA, J. E. C.; FREIRE, C. Página de ensino e divulgação da física na www. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 199-200.

MORESCO, S. F. S.; BEHAR, P. A. Blogs para a aprendizagem de física e química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, VII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 4, n. 1, jul. 2006.

MORRONE, W. et al. Modelagem matemática e a atividade experimental como um modelo de integração no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

MOSSMANN, V. L. F. et al. Determinação dos coeficientes de atrito estático e cinético utilizando-se a aquisição automática de dados. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 146-149, jun. 2002.

NAKAMOTO, P. T. **Utilização de mapas conceituais na construção de ambientes virtuais de aprendizagem**. 2005. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2005.

NAKAMOTO, P. T. et al. Laboratório virtual de eletrodinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

_____. O uso de mapas conceituais e realidade virtual para o ensino de física no ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

NEGRINI NETO, O. Soluções eletrônicas para cálculos de velocidade em acidentes de trânsito. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 124-128, jun. 2002.

NOGUEIRA, A. F. L. Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 445-452, dez. 2006.

_____. O uso da simulação numérica de campos eletromagnéticos como ferramenta de ensino. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 30, 4306 (2008).

NOGUEIRA, A. L. F. S. et al. Uso de simulações computacionais no ensino de física: análise das mudanças conceituais no ensino de quantidade de movimento. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

NOGUEIRA, J. S. et al. Utilização do computador como instrumento de ensino - uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 517-522, dez. 2000.

OLIANI, R. A. M.; CAVALCANTE, M. A. Utilização do computador para experimentos em laboratório didático de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 193.

OLIVEIRA, A. J. A. et al. Um curso de astronomia para alunos do ensino médio: desenvolvido e utilização de recursos de multimídia e internet. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 231-232.

OLIVEIRA, C. A. **Utilização do Moodle no curso de licenciatura em física a distância da UAB/UFAL**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Alagoas, 2009.

OLIVEIRA, C. B. P. **“Utilização da ferramenta de modelagem dinâmica Jlinkit no aprendizado exploratório de física no ensino médio”**. 2009. 196 f. Dissertação (Mestrado em Informática), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

OLIVEIRA, C. R. S. et al. Um ambiente para a prática remota de aulas laboratoriais de física (determinação da viscosidade de líquidos). **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 43-57, jan./abr. 2009.

OLIVEIRA, F. J. **A construção de modelos baseada na utilização de diagramas causais no estudo de tópicos de ciências: um estudo exploratório com estudantes do ensino médio**. 2004. 243 f. Dissertação (Mestrado em Física), Universidade Federal do Espírito Santo, 2004.

OLIVEIRA, R. B. **Modellus: ferramenta de modelagem computacional como motivadora e facilitadora da aprendizagem**. 2005. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Niterói, RJ, 2005.

OLIVEIRA, R. B.; LINHARES, M. P. Uso do software Modellus como motivador e facilitador de aprendizagem em física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

OLIVEIRA, R. S. et al. Produção de um texto eletrônico sobre experimentos de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

OSTERMANN, F.; PRADO, S. D. Interpretações da mecânica quântica em um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 193-204, jun. 2005.

OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. Desenvolvimento de um software para o ensino de fundamentos de física quântica. **Física na Escola**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 22-25, mai. 2006.

PALADINI, S. **Experimentação remota como suporte a ambientes de aprendizagem de física**. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento), Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

PAZ, A. M. **Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino do eletromagnetismo**. 2007. 226 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PAZ, A. M. **Ensino experimental de física, assistido por computador, na escola formal de segundo grau de Institutos de Ensino Superior**. 1999. 161 f. Dissertação (Mestrado em Produção e Sistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

PEIXOTO, L. T.; AZEVEDO, N. E. O. Simulação gráfica do comportamento quântico da cadeia monoatômica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 468-473, dez. 2000.

PEREIRA, A. J. L. Astrofísica VIRTU-REAL: possíveis aplicações no ensino da física In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2343-2351.

PERRETTO, M. et al. Desenvolvimento de um sistema de aquisição e tratamento de dados para o estudo do movimento de um pêndulo. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento e uso de uma ferramenta auxiliar no ensino de conceitos de eletromagnetismo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009a. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

_____. Interação entre luz e matéria: um experimento com acesso a distância através da internet. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009b. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

_____. Modelo experimental automatizado para o ensino de conceitos de velocidade e aceleração. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

PESSANHA, M. C. R. et al. Um modelo para o controle remoto de experimentos de física básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

PESSANHA, M. C. R. et al. Controle e sensoramento a distância, através da internet, de um sistema de polias automatizado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

PIRES, M. A. **Tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 241-248, jun. 2006.

_____. Uma análise preliminar sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

PIRES, W. P. et al. Aprendizagem de física via computação algébrica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

POLONINE, T.; GOMES, T.; FERRACIOLI, L. Módulo educacional sobre o cálculo de velocidade média em uma abordagem experimental utilizando o ambiente de modelagem computacional qualitativa ModeLab. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

PONTELO, I.; MOREIRA, A. F. Atividade com aquisição automática de dados: quando a mediação se torna objeto. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 85.

PÓVOA, J. M. et al. Desenvolvimento de “softwares” para o ensino de física básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 12., 1997. Belo Horizonte. *Atas do XII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 714-723.

QUINTO, T. et al. Tecnologia no ensino de física: uma revisão dos IX e X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

RABBI, M. A.; COELHO NETO, D. M. Utilização de tecnologias de informação e comunicação – TIC’s no ensino de ciências em espaços não formais In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

RABBI, M. A.; FERRACIOLI, L. Estudo preliminar de um módulo educacional sobre métodos numéricos de integração através da modelagem computacional quantitativa. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM artigo POCD1-3.pdf).

RACHID, L. C.; SILVA, H. C.; FERNANDES, K. C. Produção de uma animação gráfica sobre a síntese newtoniana. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

RAMIREZ, A. R. G.; CINELLI, M. J.; IRIGOITE, A. M. Automação para obtenção de dados de uma experiência de física: 2ª lei de Newton. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 609-612, dez. 2005.

REAL, C. M. C. R. C. **A linguagem tecnológica em um espaço virtual de aprendizagem: ressignificando a construção do conhecimento no ensino médio.** 2008. 142 f. Dissertação

(Mestrado em Cognição e Linguagem), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Niterói, RJ, 2008.

REBELLO, A. P.; RAMOS, M. G. A aprendizagem de associação de resistores por meio de uma unidade de aprendizagem: a importância da construção de maquetes dinâmicas e do uso do computador. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

REGISTRO, E. L. **Integração da internet ao ensino de física do curso médio das escolas da rede pública**. 1999. 91 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de São Carlos, SP, 1999.

REGO, S. C. R. **A utilização de recursos da internet no ensino de física**: proposta de uma abordagem para o nível médio. 2004. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

REIS, E. M. Laboratório didático de ciências e o computador na sala de aula. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 116-118.

REIS, E. M.; LINHARES, M. P. Argumentação e aprendizagem significativa em aulas de física com apoio de um espaço virtual de aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba, PR. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 53.

_____. Sobre aulas de física e ambientes de aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

REIS, M. A. F. **O uso de simulações computacionais no ensino de colisões mecânicas**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2003.

REIS, M. A. F.; ANDRADE NETO, A. S.; SAAVEDRA FILHO, N. C. Uso de simulações e aquisição de dados experimentais para o ensino de colisões. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 165.

REIS, M. A. F.; SERRANO, A. Uma análise do uso de simulações computacionais no ensino de colisões mecânicas. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

REIS, M. R. **O uso de recursos computacionais hipermídia na compreensão de conceitos da física moderna no ensino médio**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

RELA, C. M. S. **A internet no ensino médio de física.** 2002. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura), Universidade Presbiteriana Mackenzie, SP, 2002.

RESENDE, G. L. **A avaliação da aprendizagem dos conceitos de mecânica numa perspectiva construtivista.** 2002. 171 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Goiás, 2002.

REZENDE, F. Design instrucional de um sistema hipermídia baseado em diagnóstico conceitual de mecânica básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 227-228.

REZENDE, F.; BARROS, S. S. A hipermídia e a aprendizagem de ciências: exemplos na área de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 63-68, maio 2005.

_____. Navegação hipertextual em um sistema hipermídia de mecânica básica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM artigo COCD11-3.pdf).

RIBAS, R. V.; SOUZA, A. F.; SANTOS, N. Um sistema de aquisição de dados de baixo custo para o laboratório didático. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 293-295, set. 1998.

RIBEIRO, Y. H. L.; JESUS, J. C. O.; ALVES, A. S. Utilização do Modellus na construção de conceitos físicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

RODRIGUES, G. L. **Animação interativa e construção dos conceitos da física:** trilhando novas veredas pedagógicas. 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Paraíba, 2005.

ROSA Jr., A. C. P.; JESUS, J. C. O.; ALVES, A. S. Estudo da transição de fase líquido-vapor da água utilizando a porta paralela do micro PC. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SAAVEDRA, N. et al. Utilização de novas tecnologias em ensino de física para o estudo do movimento acelerado em tempo real. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

SANTOS, A. C. K. et al. Algumas possibilidades de utilização dos princípios de sistemas de Forrester em tópicos de física, através da ferramenta de modelagem quantitativa Stella. **Cad. Cat. Ens. de Fís.**, v. 17, n. 1, p. 81-95, abr. 2000.

SANTOS, A. V.; SANTOS, S. R.; FRAGA, L. M. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 185-195, jun. 2002.

SANTOS, F. R. V. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 18, n. 2, p. 197-213, ago. 2001.

SANTOS, G. H. **Animações interativas do software Modellus: um estudo sobre atitude e perspectiva de alunos de física do ensino médio.** 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Modelagem Computacional), Fundação Visconde de Cairú, Salvador, 2006.

SANTOS, G. H.; OTERO, M. R.; FANARO, M. L. A. ¿Cómo usar software de simulación en clases de Física? **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 17, n. 1, p. 50-66, abr. 2000.

SANTOS, J. N.; TAVARES, R.; GUEDES, I. Uso de ferramentas cognitivas para o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SANTOS, J. R. G. **Investigação do uso de atividades de modelagem computacional no ensino de física e de matemática.** 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Alagoas, 2009.

SANTOS, R. F. Virtual, real ou surreal? - a física do Second Life. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, XII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 6, n. 2, dez. 2008a.

SANTOS, R. F. Wikificando a história da física: a web 2.0 na construção colaborativa de conhecimento no ensino. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, XI Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 6, n. 1, jul. 2008b.

SASAKI, D. G. G. Ensinando as leis da termodinâmica através de simulações em Java sobre máquinas térmicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

SCHIEL, D.; GUERRINI, I. M. Educação à distância: elaboração de hipertextos para o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 237-238.

SCHIEL, D. et al. Análise digital de ondas em uma cuba de ondas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003a. p. 2323-2332.

SCHIEL, D. et al. Mecânica gráfica, um exemplo de ensino de física na www. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 407-412, dez. 1998.

SCHIEL, D. et al. Programação em linguagem LOGO utilizando imagens estroboscópicas de movimentos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003b. p. 2476-2483.

SCHIEL, D. et al. O uso da informática na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM artigo COCD14-1.pdf).

SCHUCK, A. F.; SERRANO, A. Um exemplo do uso de experimentos virtuais objetivando a introdução de conceitos de mecânica quântica na disciplina de estrutura da matéria. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

SEVERINO, E. Z. G. Atividades virtuais de mecânica no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

_____. **Recursos virtuais em aulas de laboratório de física.** 2006. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física, Química e Biologia) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2006.

SHIGUE, C. Y.; BIANCHI, I.; BALDAN, C. A. Implementação de curso de eletromagnetismo para internet. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000. Florianópolis. *Resumos do VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2000. p. 173.

SIAS, D. B. **Aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física térmica do ensino médio.** 2006. 199 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R. A aquisição automática de dados motivando o estudo da física térmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

_____. Aquisição automática de dados e animações no estudo da transmissão do calor. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, VII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 4, n. 1, jul. 2006.

_____. Proposta de atividades experimentais em física térmica para o ensino médio com a utilização do sistema CBL. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SILVA, D.; MARCHELLI, P. S. Informática e ensino: visão crítica dos softwares educativos e discussão sobre as bases pedagógicas adequadas para o seu desenvolvimento. In:

SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 12., 1997. Belo Horizonte. *Atas do XII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 517-525.

SILVA, E. L.; SOUZA, A. R.; MARQUES, E. M. R. Alguns estudos de fluxo de fluido utilizando software gráfico. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 31, 3502 (2009).

SILVA, H. C.; COLARES FILHO, J. L. Imagens interativas no ensino de física: construção e realidade. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

SILVA, J. C. G.; CARVALHO, A. M. P.; CHAVEZ, J. D. A. Uma simulação de computador como ferramenta de enculturação científica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 79.

SILVA, L. F. **Ambientes distribuídos em realidade virtual como suporte a aprendizagem cooperativa para solução de problemas**. 2009. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2009.

SILVA, L. F. **Associando realidade virtual não-imersiva e ferramentas cognitivas para o ensino de física**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2006.

SILVA, L. F. **Uma experiência didática de inserção do microcomputador como instrumento de medida no laboratório de física do ensino médio**. 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

SILVA, L. F.; FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Atividades de aquisição automática de dados no laboratório de física da escola de ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SILVA, L. F. et al. Realidade virtual e ferramentas cognitivas usadas como auxílio para o ensino de física. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, XI Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 6, n. 1, jul. 2008.

SILVA, M. J. V. T. **Investigando a telefonia celular: ensinando-aprendendo com a interatividade em uma abordagem temática no ensino de física**. 2003. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SILVA, M. L. R. **Metodologias de ensino utilizadas na educação online e sua repercussão na interação professor/aluno/tutor: o caso do curso de física licenciatura da Universidade Aberta do Brasil/UFAL**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Alagoas, 2009.

SILVA, M. S. **Simulação virtual como estratégia facilitadora da aprendizagem**

significativa de fenômenos científicos: uma aplicação à óptica geométrica no estudo da refração em nível de ensino médio. 2009. 167 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, 2009.

SILVA, M. V. D. et al. Investigando forças com sensores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13., 1999. Brasília. *Atas do XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. p. 115-116.

SILVA, M. V. S.; OLIVEIRA, J. C. J. Estudo de transições de fase usando a placa de som do PC. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 1849-1853.

SILVA, R. T. da. Animações interativas e mapas conceituais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SILVA, R. T.; SANTOS, J. N. Animação interativa como organizador prévio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2333-2342.

SILVA, T. Um material didático hipermídia para o ensino de fenômenos astronômicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

SILVA, T.; BARROSO, M. F. Fenômenos astronômicos e ensino a distância: produção e avaliação de materiais didáticos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Resumos do XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 52.

SILVA, V. T.; BASSO, M. V. A. ECO - comunicação síncrona para matemática e física. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS. Porto Alegre, VIII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, v. 4, n. 2, dez. 2006.

SILVA, W. P. et al. Apresentação do software educacional “Vest21 Mecânica”. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 221-231, jun. 2002.

SILVA, W. P. et al. “LAB FIT ajuste de curvas”: um software em português para tratamento de dados experimentais. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 419-428, dez. 2004a.

SILVA, W. P. et al. Velocidade do som no ar: um experimento caseiro com microcomputador e balde d’água. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 74-80, mar. 2003.

SILVA, W. P.; SILVA, D. D. P. S.; SILVA, C. D. P. S. Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v. 21, n. 1, p. 103-110, abr. 2004b.

SIQUEIRA, M. R. P.; SANTOS NETO, E. R.; PIETROCOLA, M. Simulações e animações: recursos para o ensino de física de partículas no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SOARES, R. R.; SOTTO, A. Construindo um termômetro com aquisição de dados via porta de jogos do PC. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

SOUSA, D. F. et al. Aquisição de dados e aplicações simples usando a porta paralela do micro PC. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 413-421, dez. 1998.

SOUTO, T. V. S.; ANDRADE, N. A.; ANDRADE, M. J. P. Uso do aquecimento global para o ensino de física no ensino médio através de uma ferramenta computacional. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

SOUZA, G. L. et al. Experimentação remota no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2391-2396.

SOUZA, G. M. P. **A informática como recurso didático para a aprendizagem de física no ensino médio**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SOUZA, M. O.; BOECHAT, V. A. P. Laboratório virtual: máquinas interativas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2435-2439.

SOUZA, M. O. et al. Análise do uso de novas tecnologias no ensino de física em quatro escolas públicas do município de Campos dos Goytacazes, RJ. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SOUZA, W. **Uma aplicação de recursos de mídia eletrônica no ensino da física: eletrodinâmica**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”, Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, W.; CARDOSO, T. F. L. Uma aplicação de recursos de mídia eletrônica no ensino da física – eletrodinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

SOUZA, W.; MOREIRA, L. F. Permissão para educar uma aplicação de recursos de mídia no ensino da física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

SPOHR, C. B. **O tema da supercondutividade no nível médio:** desenvolvimento de material hipermídia fundamentado em epistemologias contemporâneas. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

SPOHR, C. B. et al. Construindo uma página na internet sobre supercondutividade no ensino médio a partir de fundamentos da epistemologia contemporânea. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

SPOHR, C. B. et al. O tema da supercondutividade no ensino médio: uma experiência didática centrada no uso de material hipermídia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. Vitória. *Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Vitória, ES, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

STENSMANN, B. H. W. **A utilização de novas tecnologias de informação e comunicação como instrumento potencializador visando proporcionar uma aprendizagem mais significativa em física de fluidos.** 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

TAGIKU, A. M. **Os microcomputadores no ensino:** o ponto de vista dos alunos. 2001. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física e Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2001.

TAGIKU, A. M.; KAWAMURA, M. R. D. A contribuição da informática para o aprendizado da física na escola média. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998. Florianópolis. *Atas do VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p. 119-121.

_____. Microcomputadores: o ponto de vista dos alunos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

_____. Os microcomputadores na visão dos alunos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 162.

TALIM, S. L. O uso de simulações por computador na construção de modelos mentais. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000. Florianópolis. *Resumos do VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2000. p. 173.

TAVOLARO, C. R. C.; CAVALCANTE, M. A.; GUIMARÃES, D. Construção de equipamentos didáticos para o estudo da polarização intrínseca do LASER. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

TEIXEIRA, O. P. B. et al. Os recursos multimídia e o ensino de fenômenos térmicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

TEIXEIRA, R. M. R.; TURATTI, A. M. Mapas geográficos contextualizando o estudo de vetores através de modelagem computacional. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2445-2451.

TELLES, E. M.; SARTORI, C. S. Análise de resultados experimentais com programação orientada a objetos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

THOBIAS, M. A. L. S. A internet e o ensino de ciências. 2000. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2000.

TONIATO, J. D.; FERREIRA, L. B.; FERRACIOLI, L. Tecnologia no ensino de física: uma revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006. Londrina, PR. *Atas do X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2007. (CD-ROM, arquivo: CD171_2.pdf).

TRINDADE, J.; FIOLHAIS, C.; GIL, V. Atomic orbitals and their representation: can 3-D computer graphics help on conceptual understanding? **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 319-326, set. 2005.

VASCONCELOS, F. H. L.; BORGES NETO, H.; SANTANA, J. R. Aprendizagem mediada por computador: uma experiência de ensino de física com a utilização da simulação computacional. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

VASCONCELOS, F. H. L. et al. A utilização de software educativo aplicado ao ensino de física com o uso da modelagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. *Atas do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, 2005. 1 CD.

VEIT, E. A.; MORS, P. M.; TEODORO, V. D. Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 176-184, jun. 2002.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002.

VETTORI, M. **Produção escrita em física com uso de grupos de internet: aprendizagens significativas por meio do educar pela pesquisa.** 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2006.

VIANA, D. R.; CORRÊA FILHO, J. A. Uma análise de applets de física moderna e contemporânea para o ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006. Londrina, PR. *Atas do X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2007. (CD-ROM, arquivo: CD6_1.pdf).

VICTOR, R.; FERRACIOLI, L. A utilização da modelagem computacional no laboratório de física básica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002. Águas de Lindóia. *Atas do VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM artigo POCD1-10.pdf).

VIEIRA, S. L. et al. Simulação de conceitos físicos e químicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003. Curitiba. *Resumos do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 163.

VILAR, A. B. et al. Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para o laboratório de termodinâmica do Instituto de Física da UERJ. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007a. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

_____. Um trabalho de iniciação científica para alunos do ensino médio utilizando o sistema operacional Linux e a linguagem C. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. São Luis, MA, jan./fev. 2007b. Disponível em: <<http://www.sb1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

VINHA, M. L. **Criatividade e ação:** roteiros de animações virtuais elaborados por alunos de ensino médio em física. 2007. 259 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2007.

VINHA, M. L.; NUNES, C.; PIETROCOLLA, M. Criatividade no processo de elaborar simulações virtuais de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. Jaboticatubas, MG. *Atas do IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. 1 CD.

WEISS, J. M. **Campo, carga, força:** a importância das simulações computacionais no trato das representações da eletrostática. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2006.

WERLANG, R. B. **O uso de novas tecnologias no ensino de física dos fluidos, aplicado em escolas técnicas.** 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 30, 1503 (2008).

XAVIER Jr., A. L. Modelagem computacional em problemas de eletrostática: efeito de campos de borda em capacitores cilíndricos finitos. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 241-250, jun. 2007.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 215-225, jun. 2001.

ZAN, K. M.; CAMARGO, S. Divulgando e educando na internet: a página web do grupo PET-Física. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15.**, 2003. Curitiba. *Atas do XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 2928-2931.

ANEXO D

USO PEDAGÓGICO DAS TECNOLOGIAS QUESTIONÁRIO INFORMATIVO

PERFIL DO PROFESSOR E USO PEDAGÓGICO DAS TECNOLOGIAS
Questionário informativo

Nome da Escola: _____

Data: _____

01) Sexo

☐ Feminino ☐ Masculino

2) Idade

☐ 20 a 30 anos ☐ 31 a 40 anos ☐ 41 a 50 anos ☐ 51 a 60 anos
☐ Mais de 60 anos

03) Grau de formação (Registrar somente o último grau completo)

☐ Médio/Técnico ☐ Superior ☐ Especialização
☐ Mestrado ☐ Doutorado

04) Área de formação

☐ Humanas ☐ Exatas ☐ Biológicas

05) Curso: _____

06) Há quanto tempo leciona? _____

07) Etapa da educação básica em que você concentra o maior número de aulas:

☐ 1ª à 5ª séries ☐ 6º ao 9º ano ☐ Ensino Médio ☐ Outros: _____

08) Disciplina(s) que ministra:

09) Número de horas-aula semanais dedicadas ao Sistema de Ensino Público

☐ Até 10 horas ☐ De 11 a 20 horas ☐ De 21 a 30 horas
☐ De 31 a 40 horas

10) Número de horas-aula semanais dedicadas a outras redes de ensino:

☐ Até 10 horas ☐ De 11 a 20 horas ☐ De 21 a 30 horas
☐ De 31 a 40 horas

11) Número de horas semanais dedicadas ao planejamento das aulas por meio de atividades individuais:

☐ Até 1 hora ☐ De 1 a 2 horas ☐ De 3 a 4 horas ☐ Mais de 4 horas

12) Número de horas semanais dedicadas ao planejamento das aulas por meio de atividades coletivas (com outros professores):

☐ Até 1 hora ☐ De 1 a 2 horas ☐ De 3 a 4 horas ☐ Mais de 4 horas

13) Número de estudantes em suas turmas

☐ Até 15 estudantes ☐ De 16 a 20 estudantes ☐ De 21 a 30 estudantes
☐ De 31 a estudantes ☐ mais de 40 estudantes

14) Qual a sua avaliação sobre o livro didático e livro do aluno do sistema de ensino utilizado pela sua escola? Justifique sua avaliação

☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim

15) Você considera a infraestrutura tecnológica de sua escola favorável ao desenvolvimento de projetos digitais com os estudantes?

☐ Sim ☐ Não

Justifique sua resposta identificando o que mais você utiliza ou o que precisa ser providenciado.

16) Com que frequência você utiliza o portal da escola? Justifique sua resposta identificando as causas.

☐ Frequentemente ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não tenho acesso ao portal

17) Você desenvolve projetos e/ou atividades com os estudantes fazendo uso dos computadores?

☐ Sim ☐ Não

Se respondeu sim, cite até três atividades e/ou projetos que considera os mais interessantes.

18) Cite até 3 (três) recursos tecnológicos utilizados para desenvolvimento destas atividades e/ou projetos, mais apreciados pelos estudantes.

19) Esses projetos e/ou atividades envolvem outros professores?

☐ Sim ☐ Não.

Se respondeu sim, de qual(is) disciplina(s)? De que forma ele(s) participa(m)?

20) Você registra estas atividades de modo on-line para avaliá-las?

☐ Sim ☐ Não.

Se sim, você atribui nota? Onde? Como faz a devolutiva para os estudantes?

21) Você compartilha com outros professores?

☐ Sim ☐ Não.

Se respondeu sim, como faz isso? Onde? Quando?

22) Você acredita que atividades pedagógicas com apoio das novas tecnologias, mais especificamente o computador (ou laptop), estimulam os estudantes a aprender? Justifique sua resposta com algum exemplo concreto vivenciado em suas aulas.

23) Você acredita que atividades pedagógicas com apoio das novas tecnologias, mais especificamente o computador (ou laptop), são mais eficientes para promover a aprendizagem do que outros recursos? Justifique sua resposta.

ANEXO E

**LEVANTAMENTO DO QUE EXISTE NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA
PARA USO DOS ESTUDANTES E PROFESSORES**

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Quantos computadores possui o Laboratório de Informática da escola?

2. Quantos desses computadores efetivamente estão funcionando?

3. Qual é o tipo de conexão para a internet na escola?

4. Quantos computadores no Laboratório de Informática têm conexão com a internet?

5. Com que frequência os estudantes costumam agendar a entrada no Laboratório de Informática?

6. Com que frequência os professores costumam agendar o uso do Laboratório de Informática?

7. Com que frequência os professores de Física costumam agendar o uso do Laboratório de Informática?

8. Como poderei ter acesso à plataforma Moodle da escola?

9. Como poderei contar com a sua colaboração?

ANEXO F

USO DA INFORMÁTICA PELOS ESTUDANTES NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA - QUESTIONÁRIO INFORMATIVO

Caro(a) estudante,

As informações contidas neste questionário fazem parte da minha pesquisa de Doutorado. Portanto, suas respostas são muito importantes e devem mostrar a sua realidade. Qualquer dúvida, pergunte ao seu professor evitando pedir informações ao seu colega. Pela sua participação, obrigada.

Profa. Eliana Nunes

Parte I – Informações Pessoais:

Sexo: () M () F Idade: _____ Série: _____ Turma: _____

Parte II – Perfil:

1. Você considera que é importante o uso de computadores no Ensino de Física?

☐ Sim ☐ Não

Justifique sua resposta.

2. Você usa o computador para estudar Física?

☐ Sim ☐ Não

Justifique sua resposta.

3. Que material você usa para estudar Física?

☐ Livro texto ☐ Notas de aulas ☐ Internet ☐ Outro(s)

4. Você tem acesso a computador para estudar Física?

☐ Sim ☐ Não

5. Em que local você acessa o computador para estudar Física?

☐ Casa ☐ Escola ☐ Lan House ☐ Outro(s)

6. Você acessa com frequência a internet para estudar Física?

☐ Sim ☐ Não

7. Quantas horas por semana (aproximadamente) você acessa o computador para estudar Física?

- ☐ Nenhuma ☐ Até 1 hora ☐ De 1 a 2 horas
☐ De 3 a 4 horas ☐ Mais de 4 horas

8. Qual é o tipo de acesso que você utiliza para se conectar a internet?

- ☐ Discado ☐ Banda Larga

9. Das ferramentas existentes na internet indique até 3 (três) que você mais usa para estudar Física?

- ☐ MSN ☐ Orkut ☐ E-mail ☐ Wiki ☐ Blog ☐ Twitter
☐ Sites de Busca Google ☐ Sites de Busca Yahoo

Justifique suas preferências:

10. Indique até 3 (três) assuntos de Física onde o computador facilitou o seu aprendizado.

ANEXO G
CONTEÚDOS DE FÍSICA PARA A 2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Quadro G1 – Conteúdos da 2ª série do Ensino Médio do CEMAB por bimestre

Conteúdos	Conteúdos
1º Bimestre (10.02.2010 – 30.04.2010)	3º Bimestre (26.07.2010 – 04.10.2010)
Concepções científicas e do senso comum acerca do conceito de calor.	Período, comprimento, frequência, amplitude e velocidade de ondas mecânicas.
Evolução histórica dos conceitos de calor e temperatura.	Fenômenos ondulatórios: reflexão, refração, difração, ressonância e interferência.
Escala termométrica e conversões.	Qualidades do som: frequência, intensidade e timbre.
Dilatação de sólidos e líquidos.	Audição humana e problemas causados por poluição sonora.
Formas de propagação de calor.	Intensidade sonora e legislação a respeito.
Equilíbrio químico – Lei Zero da termodinâmica.	Características dos fenômenos sonoros produzidos em instrumentos musicais.
Tipos de calor: sensível e latente.	Qualidades fisiológicas do som e o Efeito Doppler.
Trocas de calor.	
2º Bimestre (03.05.2010 – 09.07.2010)	4º Bimestre (05.10.2010 – 20.12.2010)
Potência térmica e balanço energético.	Fontes de luz e fenômenos ópticos.
Diagramas de fase.	Formação de cores.
Gases ideais e transformações gasosas.	Princípios da óptica geométrica.
Primeira e Segunda Leis da Termodinâmica.	Evolução histórica das ideias sobre fenômenos luminosos.
Máquinas térmicas.	Luz como fenômeno eletromagnético.
Enunciados de Kelvin e Clausius.	Fenômenos luminosos: reflexão, refração, dispersão.
	Leis da reflexão.
	Espelhos planos e esféricos.
	Leis da refração.
	Fenômenos ópticos em lentes esféricas, dioptrópticos planos, prismas ópticos e instrumentos ópticos.
	Visão humana e correção visual.