

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**DOUTORADO EM EDUCAÇÃO**

**IVANDERSON PEREIRA DA SILVA**

**PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS POR INTERFACES DA INTERNET NA  
FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA**

**Maceió-AL**

**2016**

IVANDERSON PEREIRA DA SILVA

**PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS POR INTERFACES DA INTERNET NA  
FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas, na linha de pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado

Maceió-AL

2016

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

S586p

Silva, Ivanderson Pereira da.

Práticas experimentais mediadas por interfaces da internet na formação de professores de Física / Ivanderson Pereira da Silva. – 2016.  
260 f. : il.

Orientador: Luís Paulo Leopoldo Mercado.

Tese (doutorado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Maceió, 2016.

Bibliografia: f. 219-249.

Apêndices: f. 250-255.

Anexos: f. 256-260.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Educação a Distância. 3. Tecnologias digitais.  
4. Professores – Formação. 5. Experimentação. 6. Laboratório. I. Título.

CDU: 37.018.43:53

Universidade Federal de Alagoas  
Centro de Educação  
Programa de Pós-Graduação em Educação

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS POR INTERFACES DA INTERNET  
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

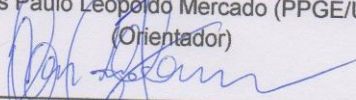
**Ivanderson Pereira da Silva**

Tese de doutorado submetida à banca examinadora, já referendada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 05 de dezembro de 2016.

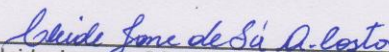
Banca Examinadora:



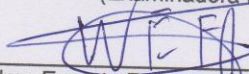
Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado (PPGE/UFAL)  
(Orientador)



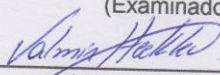
Dr. Elton Casado Fireman (PPGE/UFAL)  
(Examinador Interno)



Dra. Cleide Jane de Sá Araujo Costa (PPGE/UFAL)  
(Examinadora Interna)



Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior (PPGECIM/UFAL)  
(Examinador Externo)



Dr. Valmir Heckler (PPGEC/FURG)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus avós, Olindina e Estelito e meus tios David, Jacinete e Graça por terem me oportunizado esse caminho;

Aos técnicos, professores e coordenadores que compõem o PPGE/UFAL, pela atenção, responsabilidade e compromisso com que conduzem esse programa;

À Emanuely Torres Nunes, minha ex-orientanda, que me auxiliou em parte da coleta dos dados do levantamento bibliográfico;

Ao Prof. Fernando Silvio Cavalcante Pimentel, à época da coleta de dados e da realização desta pesquisa, vice coordenador da CIED/UFAL, por ter fornecido com rapidez os Projetos Pedagógicos dos Cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB;

Aos coordenadores e professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB que voluntariamente aceitaram participar dessa pesquisa;

Aos professores, técnicos e alunos que compõem o curso de Pedagogia da UFAL, Campus de Arapiraca, pela concessão do período de nove meses de afastamento que me permitiram avançar na coleta e na análise dos dados, especialmente aos colegas Maria Betânia Brito, Rosemeire Marcedo, Renata Maynard, Marta Minervino, Adelmo Araujo, Luciano Acciolly e Marcius Oliveira;

Ao PRODEP/UFAL pela concessão das nove bolsas que fomentaram as demandas finais desse estudo;

Aos professores que compuseram a banca de qualificação e de defesa que contribuíram significativamente para a melhoria da qualidade desse estudo, Profa. Cleide Jane Sá de Araújo Costa, Prof. Wilmo Ernesto Francisco Junior, Prof. Valmir Heckler e Prof. Elton Casado Fireman;

À Profa. Elaine Cristina dos Santos Lima, grande amiga, guerreira e exemplo de ser humano, pelos diálogos que me auxiliaram a avançar nesta tese;

Ao Juninho e à Dona Socorro, por terem cuidado da minha mãe nas minhas ausências e assim terem me permitido dar continuidade a essa tese;

Aos amigos de caminhada, Daniele Galdino, Emannoelle Costa, Helena Pimentel, Lilian Figueiredo, Rosana Sarita, Fernando Claudino, Kleber Serra, Wagner Ferreira, Maria do Socorro Seixas, Maria Socorro Dias, Wandearley Dias, Jenner Barreto e Antônio Ornelas;

Ao Adalberto Duarte, meu companheiro. Pela paciência e apoio naqueles momentos em que a vida nos coloca à prova e nos convida a desistir;

Por fim, ao meu orientador, Prof. Luis Paulo Mercado, por acreditar em mim. Por estar comigo na Graduação, no Mestrado e no Doutorado. Agradeço pela atenção e cuidado com que conduziu todo esse percurso. Meu muito obrigado!

Dedico esse trabalho a todos os bravos colegas professores  
que lutam para que seus alunos tenham oportunidades  
nesse mundo desigual.

Dedico ainda, à memória da minha mãe, Dona Maria José  
dos Santos Silva (Lia), pela fibra com que enfrentou a vida  
e por todo valor que atribuía aos estudos.

“A alegria não chega apenas no encontro do achado,  
mas faz parte do processo da busca. E ensinar e  
aprender não pode dar-se fora da procura, fora da  
boniteza e da alegria”.

(Paulo Freire)



## RESUMO

Essa pesquisa parte do seguinte problema: “Como os experimentos mediados pelas interfaces da internet nos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, podem contribuir para garantir que esses possam assumir a identidade de cursos genuinamente a distância?” A partir dessa questão se objetivou de modo geral investigar a existência de práticas de experimentação mediadas pelas interfaces da internet nos cursos de formação desses professores. De modo específico se objetivou: 1) realizar um levantamento bibliográfico das práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet identificando os níveis de ensino em que se concentram, as abordagens experimentais utilizadas e os recursos que são explorados nesse tipo de experimentação; 2) verificar em que medida a esse tipo de experimentação faz parte da identidade desses cursos; 3) apontar quais dessas práticas são exploradas nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB; e 4) evidenciar a percepção dos professores que atuam nesses cursos acerca dessas práticas. O estudo assumiu o formato de uma investigação qualitativa ao longo do percurso metodológico o qual foi realizado nos seguintes movimentos: estudo teórico-bibliográfico; levantamento das produções que enfocavam a experimentação mediada pelas interfaces da internet a partir de revistas, anais de eventos, teses e dissertações; análise documental dos projetos pedagógicos dos cursos em foco; e pesquisa *survey* por meio da aplicação de questionário online junto aos professores que atuam nesses cursos. Como resultados, registramos que o cenário contemporâneo favorece o acesso a uma ampla gama de experimentos mediados pelas interfaces da internet os quais possibilitam alavancar a experimentação em Física, na educação básica e no ensino superior, presencial ou a distância. Especificamente em se tratando da formação a distância de professores de Física, a experimentação mediada pelas interfaces da internet se constitui num elemento importante para a composição da identidade desses cursos. Nesse sentido, em função do grau de refinamento dos recursos digitais disponíveis no cenário contemporâneo e do grau de maturidade das práticas experimentais que utilizam esses recursos e que são exploradas no interior desses cursos, a tese defendida no estudo é de que os experimentos mediados pelas interfaces da internet um dos pilares centrais do currículo nos cursos de licenciatura em Física pois contribuem para o reconhecimento desses como cursos genuinamente a distância.

**Palavras-chave:** Formação de professores. Experimentação. Laboratório. Educação a Distância. Ensino de Física.

## ABSTRACT

This survey of the following problem: "As experiments mediated by the internet interfaces in training courses for physics teachers, offered by UAB, can help to ensure that these can assume the identity of genuinely distance learning courses?" From this question is aimed generally investigate the existence of experimentation practices mediated by the internet interfaces in Physics teacher training courses offered by UAB. Specifically it aimed to: conduct a literature review of the experimental practices mediated by the internet interfaces identifying levels of education in that focus, the used experimental approaches and resources that are explored in this kind of experimentation; check the extent to which this kind of experimentation is part of the identity of the Physics teacher training courses offered through the UAB; point out which of these practices are explored in Physics teacher training courses offered through the UAB; and highlight the perception of teachers who work in these courses about these practices. This research took the form of a qualitative research over the methodological approach which was carried out in the following movements: theoretical and bibliographic study; survey of productions that focused experimentation mediated by the internet interfaces from journals, conference proceedings, theses and dissertations; documentary analysis of the pedagogical projects of training courses for physics teachers offered through the UAB; and research survey by online questionnaire with teachers who work in these courses. As a result, it was possible to say that the contemporary scenario favors access to a wide range of experiments mediated by the internet interfaces which enable leverage experimentation in physics, basic education and higher education, classroom or distance. Specifically in the case of distance training of Physics teachers, experimentation mediated by the internet interfaces constitutes an important element in the composition of the identity of these courses. In this sense, depending on the degree of refinement of digital resources available in the contemporary scene and the degree of maturity of the experimental practices that use these resources and are exploited within the training courses for physics teachers offered by UAB, advocate thesis that the experiments mediated by interfaces the internet one of the central pillars of the curriculum in undergraduate courses in physics, offered through the UAB, as they contribute to the recognition of these as genuinely distance courses.

**Keywords:** Teacher Training. Experimentation Laboratory Distance Education. Physics Teaching.

## RESUMEN

Esta encuesta del siguiente problema: "A medida que los experimentos mediados por las interfaces de Internet en cursos de formación para profesores de física, que ofrece la UAB, pueden ayudar a garantizar que éstos puedan asumir la identidad de los cursos de aprendizaje a distancia genuinamente?" De esta pregunta tiene como objetivo general investigar la existencia de prácticas de experimentación mediadas por las interfaces de Internet en los cursos de formación de profesores de Física ofrecidos por la UAB. En concreto su objetivo era: llevar a cabo una revisión de la literatura de las prácticas experimentales mediadas por las interfaces de Internet identifiquen los distintos niveles de la educación en ese enfoque, los enfoques y los recursos experimentales que se exploran en este tipo de experimentación utilizado; comprobar el grado en que este tipo de experimentación es parte de la identidad de los cursos de formación de profesores de Física que se ofrecen a través de la UAB; señalar cuál de estas prácticas se exploró en los cursos de formación de profesores de Física que se ofrecen a través de la UAB; y poner de relieve la percepción de los maestros que trabajan en estos cursos sobre estas prácticas. Esta investigación tomó la forma de una investigación cualitativa sobre el enfoque metodológico que se llevó a cabo en los siguientes movimientos: estudio teórico y bibliográfico; encuesta de las producciones que se centraron en experimentación mediada por las interfaces de información de revistas, actas de congresos, tesis y disertaciones; análisis documental de los proyectos pedagógicos de cursos de formación para profesores de física que se ofrecen a través de la UAB; y la campaña de investigación mediante un cuestionario en línea con los maestros que trabajan en estos cursos. Como resultado, es posible decir que el escenario contemporáneo favorece el acceso a una amplia gama de experimentos mediados por las interfaces de Internet que permiten que la experimentación influya en la física, la educación básica y la educación superior, el aula o la distancia. Específicamente en el caso de la formación a distancia de profesores en física, la experimentación mediada por las interfaces de Internet constituye un elemento importante en la composición de la identidad de estos cursos. En este sentido, dependiendo del grado de refinamiento de los recursos digitales disponibles en la escena contemporánea y el grado de madurez de las prácticas experimentales que utilizan estos recursos son explotados y dentro de los cursos de formación para profesores de física que ofrece la UAB, abogando tesis de que los experimentos mediados por las interfaces de Internet uno de los pilares centrales del plan de estudios en cursos de graduación en la física, que se ofrecen a través de la UAB, ya que contribuyen al reconocimiento de estos cursos a distancia tan genuinamente.

**Palabras clave:** Formación del profesorado. La experimentación de laboratorio de educación a distancia. Enseñanza de la física.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metáfora do Lego.....	88
Figura 2 – Metáfora do átomo.....	89
Figura 3 – OA do NOA/UFRN.....	97
Figura 4 – Ondas divergentes produzidas por barcos no Rio de Janeiro.....	112
Figura 5 – Interface do Software <i>Modellus</i> .....	118
Figura 6 – Interface do projeto e interface do software <i>SQRLab</i> .....	120
Figura 7 - Modelo do Oscilador Harmônico Simples no <i>SQRLab</i> .....	120
Figura 8 – Interface do projeto e Interface do software <i>Modelab2</i> .....	121
Figura 9 – <i>SimulPhysics</i> .....	125
Figura 10 – “Home” e interface das simulações de Física do <i>Phet Interactive Simulations</i> .....	126
Figura 11 – Simulador de circuitos elétricos.....	130
Figura 12 – Interface da página do <i>Java-Applets Zur Physic</i> .....	131
Figura 13 – Interface da página do <i>Easy Java Simulations</i> .....	132
Figura 14 – Interface do Easy Java Simulations.....	133
Figura 15 – Jogo <i>Energydownnow</i> .....	135
Figura 16 – Interface do <i>KS2 Bitesize</i> e do Jogo <i>Earth, Sun and Moon</i> .....	135
Figura 17 – <i>Videojuegos Serios</i> acerca da resistência de materiais.....	136
Figura 18 – Jogo Digital <i>CineFut</i> .....	139
Figura 19 – Interface do Software <i>Tabulae</i> .....	141
Figura 20 – Interface do Software (padrão para ressonância com a taça de vinho vazia)..	142
Figura 21 – Interface da página do <i>Stellarium</i> .....	143
Figura 22 – Interfaces do Software <i>Stellarium</i> .....	143
Figura 23 – Interfaces do software <i>Crocodile</i> .....	145
Figura 24 – <i>Smart Notebook</i> para os Circuitos Elétricos e componentes Magnéticos.....	146
Figura 25 – Interface do site do software Geogebra.....	146
Figura 26 – Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder (1ª Versão).....	150
Figura 27 – Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder.....	151
Figura 28 – Interferômetro virtual de Michelson.....	151
Figura 29 – Interface do canal “Manual do Mundo”.....	161
Figura 30 – Interface do site do projeto FisFoto.....	162

Figura 31 – Laboratório Baseado em Videos do Centro de Ciencias aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM.....	163
Figura 32 – PracVirt.....	164
Figura 33 – Interface do site para download do software <i>Tracker</i> .....	165
Figura 34 – Fotografia <i>deep-sky</i> .....	167
Figura 35 – Interface do site para acesso ao <i>Second Life</i> .....	170
Figura 36 – Experimento da Colisão entre dois Corpos no <i>Second Life</i> .....	170
Figura 37 – Interface para download do software <i>ACD/ChemSketch 10.0</i> .....	171
Figura 38 – Laboratorio Virtual de Fundamentos Básicos del Computador.....	172
Figura 39 – Laboratório Remoto da Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral na Argentina.....	175
Figura 40 – Interface do site do projeto telespópios na escola.....	176
Figura 41 – <i>WebLab</i> : experimento da pista de autorama.....	178
Figura 42 – Interface do RExLAB.....	179
Figura 43 – Laboratórios Virtuais no <i>Google Play</i> (Sistema Android).....	183
Figura 44 – Interfaces do <i>LabVetor</i> .....	184
Figura 45 – Interface do <i>Algodoos</i> .....	197
Figura 46 – Ementas das disciplinas de Física do PPC do IFAM.....	201

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Termos utilizados na busca realizada no BDTD.....	35
Quadro 2 – Cursos de formação de professores de Física ofertados pela UAB.....	74
Quadro 3 – Categorização das disciplinas.....	79
Quadro 4 – Repositórios de OA.....	92
Quadro 5 – Modelos que inspiram as práticas experimentais.....	99
Quadro 6 – Os três momentos pedagógicos.....	101
Quadro 7 – Método POE.....	102
Quadro 8 – Fases de uma atividade hands-on-tec.....	103
Quadro 9 – Ciclos de Modelagem.....	104
Quadro 10 – Roteiros experimentais.....	106
Quadro 11 – Concepções sobre o papel do laboratório no Ensino Superior.....	106
Quadro 12 – Taxonomia das simulações computacionais.....	124
Quadro 13 – Simulações computacionais de Física.....	127
Quadro 14 – Repositórios de Applets.....	132
Quadro 15 – Softwares para suporte à experimentação em Física.....	140
Quadro 16 – Experimentos virtuais.....	149
Quadro 17 – Avanços e ponderações acerca dos experimentos virtuais.....	153
Quadro 18 – Canais do Youtube com demonstrações experimentais de Física.....	161
Quadro 19 – E-mail aos coordenadores.....	188
Quadro 20 – E-mail aos professores.....	189

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dissertações com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet..	36
Tabela 2 – Teses com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet.....	39
Tabela 3 – Dissertações por nível de ensino.....	40
Tabela 4 – Teses por nível de ensino.....	41
Tabela 5 – Abordagens experimentais nas Teses e Dissertações.....	41
Tabela 6 – Conceitos mais frequentes nas Teses e Dissertações.....	43
Tabela 7 – Eventos de ensino de Física do Brasil.....	45
Tabela 8 – Artigos publicados em anais de eventos por nível de ensino.....	46
Tabela 9 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em anais de eventos.....	47
Tabela 10 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em anais de eventos.....	49
Tabela 11 – Revistas cadastradas no WebQualis e avaliadas nas áreas de Educação/Ensino.	52
Tabela 12 – Artigos publicados em revistas por nível de ensino.....	54
Tabela 13 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em revistas.....	55
Tabela 14 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em revistas.....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dissertações com foco na experimentação mediada pelas interfaces da Internet.....	38
Gráfico 2 – Teses com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet.....	39
Gráfico 3 – Dissertações por nível de ensino.....	40
Gráfico 4 – Teses por nível de ensino.....	41
Gráfico 5 – Abordagens experimentais nas Teses e Dissertações.....	42
Gráfico 6 – Conceitos mais frequentes nas Teses e Dissertações.....	44
Gráfico 7 – Eventos de ensino de Física do Brasil.....	46
Gráfico 8 – Artigos publicados em anais de eventos por nível de ensino.....	47
Gráfico 9 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em anais de eventos.....	48
Gráfico 10 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em anais de eventos.....	49
Gráfico 11 – Revistas cadastradas no WebQualis e avaliadas nas áreas de Educação e Ensino.....	51
Gráfico 12 – Artigos publicados em revistas por nível de ensino.....	54
Gráfico 13 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em revistas.....	55
Gráfico 14 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em revistas.....	57
Gráfico 15 – Participação das universidades na resposta ao questionário.....	191
Gráfico 16 – Uso dos experimentos mediados pelas interfaces da internet.....	191
Gráfico 17 – Recursos dos Experimentos mediados pelas interfaces da internet.....	194
Gráfico 18 – Práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet.....	196



## LISTA DE SIGLAS

AFM – Microscópio de Força Atômica  
AeDi – Assessoria de Educação a Distância  
ACL – Ambientes de Colaboração Local  
ACR – Ambientes de Colaboração Remota  
AMC – Ambientes de Modelagem Computacional  
AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem  
BBC – *British Broadcasting Corporation*  
BDT – Banco de Teses e Dissertações  
BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CAVE – *Cave Automated Virtual Reality Environment*  
CBEF – Caderno Brasileiro de Ensino de Física  
CEAAL – Centro de Estudos Astronômicos de Alagoas  
CEDERJ – Consórcio Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro  
CEDU – Centro de Educação  
CEP – Comitê é Ética em Pesquisa  
CIED – Coordenadoria Institucional de Educação a Distância  
CMPA – Clube de Astronomia e Observatório Astronômico Didático Capitão Parobé  
CNE – Conselho Nacional da Educação  
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CTB-EB – Conselho Técnico-Científico de Educação Básica  
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais  
EaD – Educação a Distância  
EBC – Experimentos de Baixo Custo  
EINA – Encontro Interestadual de Astronomia  
EJA – Educação de Jovens e Adultos  
ENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes  
ENAST – Encontro Nacional de Astronomia  
ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino  
ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências  
EPEAL – Encontro de Pesquisa em Educação em Alagoas

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física  
ESUD – Congresso Brasileiro de Ensino Superior  
FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Alagoas  
FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz  
GPS – *Global Positioning System*  
GT – Grupo de Trabalho  
IAG – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas  
IES – Instituição de Ensino Superior  
IFAM – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Amazônia  
IFPA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
IFPE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPES – Instituições Públicas de Ensino Superior  
IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas  
ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
IVM - Interferômetro Virtual de Michelson  
IVMZ – Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder  
LabSEF – Laboratório para Simulação de Experimentos Físicos  
LDB – Lei de Diretrizes e Bases  
LRA – Laboratório em Realidade Aumentada  
LRV – Laboratório em Realidade Virtual  
LVM – Laboratório Virtual Multimídia  
MEC – Ministério da Educação  
Modelab2 - *Modelling Laboratory 2D*  
Moodle – *Modular Object Oriented Developmental Learning Environment*  
MPE-AL – Ministério Público do Estado de Alagoas  
MRU – Movimento Retilíneo Uniforme  
MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado  
MU – Movimento Uniforme  
MUV – Movimento Uniformemente Variado  
NOA – Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem  
OA – Objetos de Aprendizagem  
OPTMA – Grupo de Pesquisa em Óptica e Materiais  
OVA – Objeto Virtual de Aprendizagem

PET – Programa de Educação Tutorial  
PhET – *Physic Educational Tenology*  
PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica  
PIBIC-Jr – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Junior  
PPC – Projeto Pedagógico do Curso  
PPG – Programa de Pós-graduação  
PPGE – Programa de Pós-graduação em Educação  
PSSC – *Physical Science Study Committee*  
RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física  
RBPEC – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências  
ROA – Repositórios de Objetos de Aprendizagem  
RSC – Repositórios de Simulações Computacionais  
SBF – Sociedade Brasileira de Física  
SD – Sequência Didática  
SENAI-AL – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Alagoas  
SisUAB – Sistema de Gestão dos Cursos da UAB  
SL – *Second Life*  
SMS – Serviço de Mensagens Curtas  
SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física  
SQRLab – *Semiquantitative Reasoning Laboratory*  
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso  
TCLE – Termo de Consentimento Livre Esclarecido  
TIC – Tecnologia da Informação e da Comunicação  
UAB – Universidade Aberta do Brasil  
UECE – Universidade Estadual do Ceará  
UEM – Universidade Estadual de Maringá  
UEPA – Universidade Estadual do Pará  
UEPB – Universidade Estadual da Paraíba  
UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz  
UFAL – Universidade Federal de Alagoas  
UFBA – Universidade Federal da Bahia  
UFC – Universidade Federal do Ceará  
UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-árido

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo  
UFG – Universidade Federal de Goiás  
UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados  
UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora  
UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso  
UFPA – Universidade Federal do Pará  
UFPB – Universidade Federal da Paraíba  
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco  
UFPI – Universidade Federal do Piauí  
UFPR – Universidade Federal do Paraná  
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
UFS – Universidade Federal de Sergipe  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos  
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria  
UFT – Universidade Federal do Tocantins  
UFTPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
UFU – Universidade Federal de Uberlândia  
UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha  
UNAM – *Universidad Nacional Autonoma de Mexico*  
UnB – Universidade de Brasília  
UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso  
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura  
UNESP – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas  
UNICSUL – Universidade Cruzeiro do Sul  
UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá  
UNIFRA – Centro Universitário Franciscano  
UNIREDE – Consórcio REDE Universidade Virtual do Brasil  
URJ – Universidade do Rio de Janeiro  
USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO (2005 – 2015).....</b>	<b>31</b>
<b>2.1</b>	<b>Categorias à priori e categorias emergentes.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2</b>	<b>Teses e dissertações.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3</b>	<b>Anais de eventos.....</b>	<b>45</b>
<b>2.4</b>	<b>Revistas especializadas.....</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>A EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET NOS PPC DE FÍSICA DA UAB.....</b>	<b>59</b>
<b>3.1</b>	<b>As demandas por professores de Física e a UAB.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2</b>	<b>Diretrizes para a formação a distância de professores de Física.....</b>	<b>65</b>
<b>3.3</b>	<b>PPC de formação de professores de Física da UAB.....</b>	<b>73</b>
<b>4</b>	<b>COMPOSIÇÃO E USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS.....</b>	<b>87</b>
<b>4.1</b>	<b>Composição de laboratórios virtuais a partir de objetos de aprendizagem.....</b>	<b>88</b>
<b>4.2</b>	<b>Concepções e abordagens acerca da experimentação no ensino de Física.....</b>	<b>93</b>
<b>4.3</b>	<b>Modelos e estratégias didáticas para as práticas pedagógicas experimentais....</b>	<b>98</b>
<b>4.4</b>	<b>Enfoques e concepções acerca dos laboratórios didáticos de Física.....</b>	<b>105</b>
<b>4.5</b>	<b>Possibilidades para a experimentação didática no ensino de Física.....</b>	<b>107</b>
<b>5</b>	<b>EXPERIMENTOS VIRTUAIS: CONCEITOS, RECURSOS E USOS.....</b>	<b>115</b>
<b>5.1</b>	<b>Modelagem matemática.....</b>	<b>115</b>
<b>5.2</b>	<b>Ambientes de modelagem computacional.....</b>	<b>117</b>
<b>5.3</b>	<b>Conceitos empregados no uso e na análise dos experimentos virtuais.....</b>	<b>122</b>
<b>5.4</b>	<b>Construções conceituais acerca dos experimentos virtuais.....</b>	<b>147</b>
<b>6</b>	<b>LABORATÓRIOS VIRTUAIS E REMOTOS COMO CENÁRIOS DA EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET.....</b>	<b>156</b>
<b>6.1</b>	<b>Laboratórios virtuais.....</b>	<b>158</b>
<b>6.2</b>	<b>Classificação dos laboratórios virtuais quanto à tecnologia empregada.....</b>	<b>159</b>
<b>6.3</b>	<b>Classificação dos laboratórios quanto aos aspectos de colaboração.....</b>	<b>173</b>
<b>6.4</b>	<b>Laboratórios virtuais baseados em tecnologias móveis.....</b>	<b>180</b>

6.5	Tensões entre a experimentação virtual e a experimentação convencional.....	185
7	<b>A EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET NA VISÃO DOS PROFESSORES DA UAB.....</b>	<b>187</b>
7.1	Percurso metodológico.....	187
7.2	Sujeitos da pesquisa.....	190
7.3	Análise Textual Discursiva.....	192
8	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>212</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>219</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>250</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>256</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Essa pesquisa tem como foco de análise um tipo particular de experimentação no ensino de Física: a experimentação mediada pelas interfaces da internet. Trata-se de qualquer prática experimental na qual o experimentador manipula as variáveis envolvidas no fenômeno e observa os efeitos produzidos a partir das interfaces digitais de um computador. Isso se aplica tanto aos experimentos físicos controlados remotamente, quanto às simulações computacionais de fenômenos físicos ou as fotografias e vídeos de experimentos. Para a realização desse tipo de experimento, o computador não precisa necessariamente estar conectado à internet. É possível, por exemplo, que o professor faça o download de simulações de experimentos físicos em repositórios online, as transporte num pen-drive para sua sala de aula e lá, mesmo sem conexão com a internet, as execute no computador da escola. Assim, os experimentos mediados pelas interfaces da internet, nem sempre serão acessados num computador conectado à web, mas todos eles oferecem essa possibilidade.

Ao considerar que “existe um valor subjetivo sob a evidência objetiva” (COSTA e KRÜGER, 2003, p. 2), reconheço que a escolha desse objeto de estudo está implicada da minha trajetória acadêmica. Trajetória essa que apresentarei sinteticamente a partir de minha vivência como aluno da Educação Básica, de cursos técnicos e de graduação; professor de Física da Educação Básica; formador de professores de Física no Ensino Superior e como pesquisador na área de tecnologias da informação e comunicação (TIC) na educação.

É consensual entre os professores e pesquisadores em ensino de Ciências que o ensino de Física não pode se furtar da experimentação (FEITOSA et al., 2011). Paradoxalmente, as práticas pedagógicas em Física, no contexto da Educação Básica, se concentram em torno de aulas expositivas (SILVA et al., 2012). Comumente os alunos atravessam os níveis da Educação Básica sem ter realizado um mínimo de experimentos de Física. Posso afirmar isso a partir das leituras realizadas e da minha própria vivência enquanto estudante. Da Educação Básica não me recordo de ter vivenciado nenhum experimento nas aulas de Física.

Oliveira e Gastal (2009) chamam atenção para caminhos alternativos à escola e que podem conduzir a uma aprendizagem de Ciências. Foram esses caminhos alternativos que me proporcionaram o contato com experimentos de Física antes de concluir a última etapa da Educação Básica. Quando estava cursando o 1º ano do Ensino Médio, no ano de 2002, tive a oportunidade de me inscrever num Curso Técnico em Eletrônica Básica ofertado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-AL). Nesse curso, que durou cerca de três

meses, pude conhecer o Software *Crocodile*<sup>1</sup> que simula circuitos elétricos e eletrônicos interativos. Além das simulações, pude conhecer e manipular componentes eletrônicos, verificar medidas físicas como corrente, tensão, resistência. Pude criar circuitos analógicos com sensores e ver como aquilo se traduzia em benefícios para a vida cotidiana como um poste de iluminação pública, sirene do carro de bombeiros, controle remoto de uma TV.

A experiência no SENAI-AL contribuiu para que me aproximasse cada vez mais da experimentação em Física convencional e da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Quando conclui esse curso estava estudando o 2º ano do Ensino Médio. Nessa oportunidade, a Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de Alagoas (FAPEAL), em conjunto com o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), lançou o Programa de Bolsas de Iniciação Científica Junior (PIBIC-Jr). Ao ser contemplado nesse edital, passei a integrar o grupo de “Óptica e Materiais” (OPTMA)<sup>2</sup> no Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) a partir do qual acompanhei um projeto que se baseava no experimento do interferômetro de Michelson-Morley. Apesar dos meus conhecimentos em Física ainda serem incipientes, a oportunidade de acompanhar a produção do conhecimento na área a partir de laboratórios altamente especializados, fomentou o desejo de ingressar no curso e eleger esse como meu caminho profissional.

Ao longo da graduação (2005 a 2008) pude exercer a docência em Física em escolas de Ensino Médio onde pude desenvolver meus projetos dentre os quais oficinas de construção de experimentos de baixo custo (EBC), observações do céu noturno com o apoio de telescópios, etc. As práticas pedagógicas experimentais que eu desenvolvi no contexto da Educação Básica combinavam o uso de EBC, Kits Experimentais da Usina Ciências<sup>3</sup> e recursos digitais como simulações, animações e softwares. Durante a minha trajetória como professor da Educação Básica, que se estendeu de 2006 a 2012, posso afirmar que em nenhuma das escolas em que atuei pude explorar os laboratórios de Ciências ou de Informática tendo em vista que todos estavam demasiadamente sucateados. A maioria das aulas experimentais que desenvolvi com meus alunos da Educação Básica só foram possíveis por meio da construção de EBC e da parceria com órgãos da UFAL como a Usina Ciências que emprestava os Kits Experimentais de Física.

Em paralelo às atividades desenvolvidas na graduação, pude participar do clube de astronomia amadora intitulado Centro de Estudos Astronômicos de Alagoas (CEAAL). Nas

---

<sup>1</sup> <http://crocodile-clips1.software.informer.com/3.5/>

<sup>2</sup> <http://www.optma.org>

<sup>3</sup> <http://www.usinaciencia.ufal.br/>



noites de sábado o CEAAL reunia interessados em astronomia e lá pude aprender a manipular telescópios newtonianos, lunetas, binóculos, lasers apontadores, mapas celestes, acompanhar a verificação do brilho de estrelas variáveis, localizar objetos celestes como planetas, galáxias, aglomerados estelares, etc. Também foi lá que aprendi a explorar os softwares de simulação planetária como o *Celestia*<sup>4</sup> e o *Stellarium*<sup>5</sup>.

Além da vivência no CEAAL tive a oportunidade de participar, durante o terceiro e o quarto anos do curso de Licenciatura em Física, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) com um projeto vinculado ao Centro de Educação (CEDU) da UFAL intitulado “Explorando objetos virtuais de aprendizagem com professores do Ensino Médio nas áreas de Química, Física, Matemática e Biologia”. Essa vivência permitiu recuperar os conhecimentos construídos nos cursos de Eletrônica Básica e no CEAAL, o que favoreceu uma articulação desses saberes em favor de novas possibilidades para a docência experimental em Física. As experiências do PIBIC e do CEAAL, associadas à minha prática como professor de Física nas escolas Estaduais, permitiram produzir meu trabalho de conclusão de curso (TCC) que teve como título: “Objetos Virtuais de Aprendizagem e Softwares Planetários: uma abordagem colaborativa na recuperação de alunos na disciplina de Física” (SILVA, 2009).

O interesse pelo uso das TIC na prática pedagógica em Física refletia minha preocupação com o baixíssimo desempenho dos meus alunos nesse componente curricular e, ao mesmo tempo, indicava que a experimentação apoiada por recursos digitais poderia se constituir numa alternativa para a construção de propostas didáticas com alto potencial formativo. Me sentia desafiado a compreender como esses recursos digitais poderiam contribuir para uma melhor prática de ensino de Física e dessa forma fui impulsionado à Especialização em Formação de Professores em Mídias na Educação, ofertada pelo Ministério da Educação (MEC), em parceria com a UFAL, cujo produto final foi o TCC intitulado: “Possibilidades do uso da mídia internet a partir da interface blog para o mapeamento das interações online: reflexões a partir de um curso de cálculo diferencial ofertado a alunos do ensino médio de uma escola pública alagoana” (SILVA, 2010a).

Com a conclusão da graduação, ainda me mobilizava a necessidade de compreender as potencialidades pedagógicas desses recursos digitais para a melhoria da qualidade das aulas de Física. Assim, em paralelo ao desenvolvimento dessa especialização me submeti à seleção do Mestrado em Educação. Ao ser aprovado, me dediquei a investigar quatro situações

---

<sup>4</sup> <http://www.shatters.net/celestia/>

<sup>5</sup> <http://www.stellarium.org/pt/>

didáticas nas quais eram exploradas interfaces da internet na formação de professores de Física, presencial e a distância, e no Ensino de Física no contexto da Educação Básica. Como um dos resultados do Mestrado produzi a dissertação intitulada “Autoria na internet e suas possibilidades didáticas” (SILVA, 2010b) na qual apresento as análises desses quatro estudos de caso.

Nesse percurso, tive a oportunidade de concorrer e ser aprovado na seleção para professor substituto do CEDU da UFAL, para a área: Estágio Supervisionado em Ensino de Física. Em 2009 iniciei minha trajetória como professor universitário contribuindo com a formação de professores de Física na UFAL. Também foi nesse período que inciei minhas atividades como tutor no curso de licenciatura em Física modalidade a distância da UFAL, assumindo no ano seguinte a vaga de professor da disciplina de Estágio Supervisionado nesse curso, atividade que desempenho até hoje. A vivência nos Estágios do curso de licenciatura em Física modalidade a distância na UFAL fortaleceu a inquietação com relação às contribuições das TIC para uma melhor prática pedagógica em Física. De modo especial, observava que a experimentação em Física se constituía num dos maiores desafios para os alunos que moravam nos interiores mais afastados dos polos e também para o próprio curso que lutava junto às prefeituras dos municípios para implementar laboratórios minimamente equipados. Minhas pesquisas indicavam que as TIC favoreciam a realização de experimentos e Física bastante significativos e muitos deles poderiam ser realizados a distância.

Me instigava saber que a experimentação mediada pelas interfaces da internet apresentavam ricas potencialidades pedagógicas para o ensino de Física e essa ocupava um lugar à margem das práticas pedagógicas. Nesse sentido, motivado por esse incômodo, me submeti à seleção do Doutorado em Educação no Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE/UFAL) com o projeto intitulado: “Práticas experimentais mediadas por interfaces da internet na formação à distância de professores de Física”. Nesse, parti do pressuposto de que a docência em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) se diferencia da docência em espaços presenciais sob muitos aspectos. Especificamente ao se tratar da formação de professores de Física na modalidade à distância, sendo essa uma ciência experimental, um dos maiores desafios da docência em AVA é sem dúvidas o da experimentação.

Em face do atual desenvolvimento científico e tecnológico, bem como das necessidades educacionais impostas por esse cenário altamente permeado pelas TIC, professores e pesquisadores do campo das Ciências da Natureza têm investido seus esforços no desenvolvimento de recursos digitais que simulam experimentos virtuais ou que possam favorecer o controle à distância de experimentos reais (LOPES et al., 2009; LOPES;

FEITOSA, 2009). Trata-se de uma nova possibilidade para o trabalho experimental, mediado pelas interfaces da internet, que vem sendo explorado tanto nos cursos presenciais quanto nos cursos a distância, seja na educação básica ou no ensino superior (NUNES et al., 2016).

Apesar desses avanços, o desejo de minimizar as lacunas quantitativa e qualitativa da formação de professores de Física por meio da Educação a Distância (EaD) caminhou lado a lado com a imaturidade teórico-metodológica em se lidar com a modalidade a distância e com o preconceito existente dentro das IES e para além delas (LITTO, 2009; TORRES et al, 2014; COSTA e DURAN, 2012; CORRÊA e SANTOS, 2009). Como reflexo desse cenário e sob o argumento de garantir a qualidade dos cursos a distância, se disciplinou, entre outras questões, por meio de dispositivos legais específicos, que, mesmo em face dos avanços científicos e tecnológicos da área, as atividades de laboratório nos cursos a distância deveriam ser presenciais (§2º, Art. 10º, BRASIL, 2005).

O uso da presença física nos cursos a distância, como garantia de qualidade, é tão marcante que pode ser percebido inclusive quando o Decreto n. 5622/2005 (BRASIL, 2005), exige, no inciso II do Art. 4º, que sejam realizados exames presenciais complementando no §2º desse artigo que “os resultados dos exames citados no inciso II deverão prevalecer sobre os demais resultados obtidos em quaisquer outras formas de avaliação a distância”. Em sintonia com esse discurso, comumente a oferta de cursos a distância se amparou nas mais variadas dimensões de seus equivalentes presenciais como fundamento no discurso da garantia da qualidade (VIANNEY, 2008) limitando o delineamento de uma identidade própria para esses cursos a distância.

Veloso e Andrade Neto (2014) realizaram um estudo sobre as características dos laboratórios didáticos para condução de aulas experimentais nos cursos de Física a distância no Brasil. Ao analisar 20 cursos, entre instituições públicas e privadas, comprovaram que, apesar da literatura acadêmica nacional oferecer muitas outras opções para a experimentação nesse tipo de curso, são utilizados apenas três desses tipos de laboratórios: **laboratório semipresencial** no qual a instituição distribui o material auto-explicativo para as aulas experimentais no ambiente, utiliza exemplos por meio de simuladores e material didático, e explora o laboratório do polo de apoio presencial; **laboratório presencial** no qual a instituição distribui o material didático para as aulas experimentais no polo por meio dos tutores e utiliza unicamente o laboratório real no polo para as explicações e para a execução dos experimentos; **Laboratório por meio de kits** no qual a instituição entrega na residência dos alunos kits e guias explicativos impressos como forma de orientação para as aulas experimentais e utiliza o apoio de vídeo-aulas disponibilizadas no AVA.

A realidade específica da UAB não é tão distante desse cenário mais amplo. Dias et al. (2014) apresentam como vêm sendo desenvolvidas as práticas experimentais na disciplina Introdução às Ciências Físicas I do curso de Licenciatura em Física a distância da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Nessa, os alunos têm acesso aos vídeos que introduzem atividades experimentais a partir do AVA Moodle, debatem sobre esses experimentos nos fóruns online e realizam experimentos nos laboratórios dos polos de apoio presencial. Observa-se assim que a experimentação nos cursos de licenciatura em Física a distância no Brasil se caracteriza pela transposição dos modelos já desenvolvidos à larga nos respectivos cursos presenciais.

Decorridos mais de 10 anos da publicação do Decreto n. 5622/2005, e da criação do Sistema UAB, é possível verificar que se avançou muito no desenvolvimento de produtos e pesquisas relacionadas à EaD e, de modo particular, no campo da experimentação em Física mediada por interfaces da internet. A criação de laboratórios que podem ser controlados remotamente, o uso de recursos multimídia como animações, simulações, applets, jogos digitais, softwares, videogravações, fotografias, o uso de simuladores de realidade virtual ou realidade aumentada, são exemplos de avanços que têm sido experimentados e analisados pelos professores e pesquisadores (NUNES, et al., 2016) do campo do Ensino de Física. Os resultados desses estudos e minha prática de pesquisador, professor, bem como a vivência no CEAAL apontam que tais recursos efetivamente proporcionam a criação de poderosos laboratórios de Física os quais podem ser acessados a partir da tela de um computador de mesa ou mesmo por meio de dispositivos móveis como laptops, tablets ou smartphones.

Nunes et al. (2016) realizaram um levantamento de estudos relacionados ao uso de experimentos mediados por interfaces da internet, no contexto do ensino de Física e constataram um crescimento exponencial a partir de 2005, de experiências enfocando esse tipo de experimentação nos contextos do ensino superior e da educação básica. Uma vez que o início da UAB se deu em 2006 é possível sugerir que a oferta de cursos à distância tem contribuído para que mais e melhores práticas, com o uso deste tipo de experimentação, possam ser desenvolvidas nesses cursos.

Em contraposição ao avanço nos estudos que apontam as potencialidades dos experimentos mediados pelas interfaces da internet, o Decreto n. 5622/2005 estabeleceu a superioridade das práticas experimentais presenciais em relação às práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet para efeitos de atribuição de notas. Esse marco legal criou no cenário nacional um modelo único para a experimentação nos cursos de Licenciatura em Física, ofertados na modalidade a distância, e de modo especial naqueles ofertados por

meio da UAB (VIANNEY, 2008). Nesse sentido, o único formato permitido pela legislação é o semipresencial. Além disso, a legislação também desequilibrou o valor que as atividades a distância teriam diante das atividades presenciais. Desse modo, as atividades experimentais deveriam necessariamente ser presenciais e as demais atividades deveriam obrigatoriamente considerar a realização de exames presenciais, devendo os resultados dos exames presenciais “prevalecer sobre os demais resultados obtidos em quaisquer outras formas de avaliação a distância” (BRASIL, 2005, Art. 4º, Inc. II, §2º).

Diante desse cenário, percebia que os estudos publicados nos espaços de divulgação científica da área da Educação e do Ensino de Ciências apontavam uma ampla variedade de práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet. Porém, a legislação respaldada pelos professores de Física, da educação básica e do ensino superior, limitou a disseminação dessas práticas.

Em paralelo a meu ingresso no Doutorado em Educação, me mantive como professor substituto da UFAL desde 2009 até 2013 quando, por meio de concurso público, ingressei no quadro efetivo docente da UFAL assumindo o código de vaga: “Educação a Distância – Ensino de Física” no Campus de Arapiraca. Em minhas atividades docentes pude observar que as práticas pedagógicas desenvolvidas e aplicadas no curso de licenciatura em Física à distância contribuíam para a melhoria da docência no curso de licenciatura em Física presencial. Dentre essas práticas destaco a experimentação mediada pelas interfaces da internet.

Segundo Costa (2012, p. 291), é extremamente relevante “o desenvolvimento de estudos e pesquisas que tenham como objeto de análise as práticas e as experiências de EaD no ensino superior, de modo particular pelas Instituições Públicas de Ensino Superior (IPES) que integram o Sistema UAB”. Assim, “um dos desafios do Sistema UAB, além da institucionalização da EaD, é o levantamento, a análise e a divulgação de todo o grande volume de informações que a EaD vem gerando nos últimos anos” (COSTA e DURAN, 2012, p. 304). Nesse sentido, em face das lacunas teóricas acerca do papel que a experimentação mediada pelas interfaces da internet tem desempenhado nos cursos de formação de professores de Física na modalidade a distância ofertados por meio da UAB, emergiu o seguinte problema de pesquisa: **“Como os experimentos mediados pelas interfaces da internet nos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, podem contribuir para garantir que esses possam assumir a identidade de cursos genuinamente a distância?”**

A partir disso, apresentarei elementos que sustentem a tese de que é preciso

reconhecer os experimentos mediados pelas interfaces da internet como um dos pilares centrais do currículo nos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, pois assim estaremos contribuindo para o reconhecimento desses cursos como genuinamente a distância e não como transposições frágeis de cursos presenciais.

É preciso reconhecer que as práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet apresentam potencialidades pedagógicas tão significativas quanto as práticas experimentais presenciais. Parto da hipótese de que tais práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet são reconhecidas pelos sujeitos que atuam nesses cursos como caminhos válidos para a formação de professores de Física na modalidade a distância. No entanto, tais práticas ainda não se expressam fortemente dentro desses cursos pela ausência de respaldo legal e de políticas que efetivamente incentivem esse tipo de experimentação.

Além disso, partimos da hipótese, apesar da experimentação mediada pelas interfaces da internet se constituir num debate frequente nas produções científicas da área do Ensino de Física, existe ainda um grande desconhecimento acerca das reais potencialidades desses recursos. Tal desconhecimento, associado à formação conservadora dos formadores de professores que hoje atuam, também contribui sobremaneira para limitar a consolidação da experimentação mediada pelas interfaces da internet como um dos pilares dos projetos pedagógicos dos cursos (PPC) de formação de professores de Física à distância.

Assim, esse estudo assume o objetivo geral de investigar a existência de práticas de experimentação mediadas pelas interfaces da internet nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Como objetivos específicos visa: realizar um levantamento bibliográfico das práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet identificando os níveis de ensino em que se concentram, as abordagens experimentais utilizadas e os recursos que são explorados nesse tipo de experimentação; verificar em que medida a experimentação mediada pelas interfaces da internet faz parte da identidade dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB; apontar práticas de experimentação mediadas pelas interfaces da internet exploradas nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB; e evidenciar a percepção dos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB acerca das práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet.

Para alcançar tais objetivos, o percurso metodológico foi realizado em três movimentos de pesquisa: levantamento bibliográfico das produções que enfocavam a experimentação mediada pelas interfaces da internet; análise documental dos projetos pedagógicos dos cursos de formação de professores de Física ofertados pela UAB; e pesquisa

*survey* por meio da aplicação de questionário online junto aos professores que atuaram nesses cursos. Nesse sentido, trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa (FLICK, 2009, GREY, 2012).

A revisão de literatura considerou, além do material levantado um grande volume de material fornecido pelo orientador dessa tese. Ao longo dessa investigação, articulamos os achados qualitativos obtidos nos movimentos de pesquisa, apresentando à comunidade acadêmica possíveis respostas ao problema proposto. Num primeiro movimento, foram levantados estudos que enfocavam a experimentação mediada pelas interfaces da internet evidenciando seus avanços e contribuições para a formação de professores de Física na modalidade à distância. Esse levantamento considerou:

a) os artigos publicados no período entre 2005 e 2015 nas revistas especializadas voltadas para a divulgação de estudos relacionados ao Ensino de Física, TIC e EaD, cadastrados no WebQualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), avaliados nos estratos “A”, “B”, e “C” nas áreas de Educação e Ensino;

b) os artigos publicados no período de 2005 a 2015 nos anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)<sup>6</sup>, Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)<sup>7</sup> e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)<sup>8</sup>:

c) as teses e dissertações levantadas a partir de dois procedimentos: pelos sites dos programas de pós-graduação reconhecidos pela Capes nas áreas de Educação e Ensino <[www.capes.gov.br/cursos-recomendados](http://www.capes.gov.br/cursos-recomendados)>, e pela Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) <<http://bdtd.ibict.br/vufind/>>.

As referências do material levantado estão disponíveis no link: <<http://migre.me/u3UaV>>. O resultado desse levantamento permitiu não só o mapeamento do estado das pesquisas acerca da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet, mas também o acesso às leituras que proporcionaram o estudo teórico-bibliográfico que

---

<sup>6</sup> XXI SNEF 2015, Uberlândia – SP (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/programa/>),

XX SNEF 2013, São Paulo – SP (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/programa/>),

XIX SNEF 2011, Manaus – AM (<http://www.sbfisica.org.br/~snef/xix/>),

XVIII SNEF 2009, Vitória – ES (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>),

XVII SNEF 2007, São Luis - MA (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/>),

<sup>7</sup> XV EPEF 2014, Maresias – SP (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xv/programa/>),

XIV EPEF 2012, Maresias – SP (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xiv/programa/>),

XIII EPEF 2010, Águas de Lindóia – SP (<http://www.sbfisica.org.br/~epef/xii/>)

XII EPEF 2008, Curitiba – PR (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/programa.asp>)

<sup>8</sup> IX ENPEC 2013, Águas de Lindóia – SP (<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/trabalhos.htm>)

VIII ENPEC 2011, Campinas – SP (<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/trabalhos.htm>)

VII ENPEC 2009, Belo Horizonte – MG (<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/>)

VI ENPEC 2007, Florianópolis – SC (<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/index.html>)

V ENPEC 2005, Baurú – SP (<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/index.htm>)

fundamentou os argumentos utilizados nessa investigação.

Num segundo movimento, foram mapeados e analisados os PPC de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Esses documentos foram solicitados aos gestores da Coordenadoria Institucional de Educação a Distância (CIED) da UFAL e foram recuperados do sistema de gestão de cursos da UAB (SisUAB) no primeiro semestre de 2015. Numa consulta feita no SisUAB <[http://sisuab.capes.gov.br/sisuab/Login\\_input.action](http://sisuab.capes.gov.br/sisuab/Login_input.action)>, no primeiro semestre de 2015, existiam no país, ofertados na modalidade a distância pelo sistema UAB, 24 cursos de Licenciatura em Física e um curso de Licenciatura em Ciências Naturais com habilitação em Biologia, Física e Química. Os PPC foram analisados segundo a perspectiva da Análise de Conteúdo descrita por Oliveira et. al., (2003) e objetivou identificar as unidades de significado relacionadas à experimentação mediada pelas interfaces da internet enunciadas nesses PPC. O corpus de unidades de significado extraídas desse movimento se encontra disponível no link: <<http://migre.me/u3UcR>>.

Num terceiro movimento, foram identificadas as práticas de experimentação mediadas pelas interfaces da internet desenvolvidas e exploradas nos cursos de formação de professores de Física ofertados pela UAB. Para isso, foi realizado um levantamento do tipo *survey* com professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, a partir do uso de um questionário online (Apêndice A) enviado para o e-mail dos coordenadores desses cursos e repassado ao e-mail dos professores, sujeitos da pesquisa.

Este estudo está organizado da seguinte forma: num primeiro momento, apresentamos um inventário da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet; na sequência, discutimos a convergência entre a experimentação mediada pelas interfaces da internet e a identidade dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Posteriormente, faremos uma discussão sobre as abordagens que têm norteado as práticas experimentais em Física convencionais e mediados pelas interfaces da internet. Em continuidade discutiremos o conceito de experimento virtual e os demais experimentos mediados pelas interfaces da internet, apresentando os conceitos mais utilizados na literatura científica para se referir à experimentação virtual e os tipos de laboratórios de experimentos mediados pelas interfaces da internet. Por fim, apresentamos os resultados da pesquisa *survey* com os professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB acerca de como percebem os experimentos mediados pelas interfaces da internet e apontamos nas considerações finais, possíveis respostas ao problema de pesquisa.



## **2 EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO (2005 – 2015)**

O uso das TIC no ensino de Física tem se consolidado como uma linha de pesquisa que vem se desenvolvendo e fortificando ao longo do tempo (ROSA, 1995; MARTINS et al., 2011; FERNANDES et al., 2014; MACÊDO et al., 2014). A cada ano, novos estudos são realizados e divulgados por meio dos anais de eventos, revistas especializadas e bancos de teses e dissertações. Em face desse volume de dados, Romanowski e Ens (2006, p. 38), apontam que “faltam estudos que realizem um balanço [...], que desvende e examine o conhecimento já elaborado”. Esse tipo de pesquisa, entre outros fatores, pode favorecer a identificação de lacunas teóricas em determinados campos do conhecimento (FERREIRA, 2002).

Dessa forma, será apresentado nessa sessão, como primeiro passo desse estudo, um inventário da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Esse inventário considerou as teses e dissertações defendidas no período de 2005 a 2015 e que são oriundas dos Programas de Pós-graduação (PPG) reconhecidos pela Capes nas áreas de Educação e Ensino; foram considerados também os artigos publicados, no mesmo período, nos anais do SNEF, EPEF e ENPEC; bem como os artigos publicados nesse período nas revistas acadêmicas cadastradas no WebQualis da Capes, avaliadas com estratos “A”, “B”, e “C” nas áreas de Educação e Ensino.

De modo específico, o mapeamento desses estudos permitiu visualizar categorias do trabalho experimental em Física a partir da mediação das interfaces da internet. Tais categorias fundamentam os movimentos subsequentes dessa pesquisa. A análise documental dos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, que será discutida na sessão 3, e a construção do instrumento de coleta de dados que foi apresentado aos professores que atuam nesses cursos, e que será discutida na sessão 7, se deram à luz das categorias à priori e emergentes desse inventário. Além disso, a revisão de literatura que apoia os dados coletados e os argumentos dessa investigação, é resultado da leitura e sistematização desses estudos levantados.

Apresentaremos nessa segunda sessão o inventário de produções acadêmicas, divulgadas em teses, dissertações, anais de eventos e revistas especializadas. Para isto, inicialmente apresentaremos as categorias nas quais foram classificados os estudos levantados. Num segundo momento, apresentaremos a categorização das teses e dissertações, anais eventos e por fim, as revistas especializadas.

## 2.1 Categorias à priori e categorias emergentes

Os estudos levantados nesse inventário foram classificados em quatro categorias à priori: a) tipo de pesquisa; b) nível de ensino; c) abordagem experimental; e d) conceito utilizado para discutir a experimentação mediada pelas interfaces da internet. Além das categorias, à priori, é possível apontar também, categorias que emergiram na medida em que os estudos levantados eram consultados.

Com relação ao tipo de pesquisa, os estudos foram subclassificados em: a) estudos teóricos; e b) estudos que envolvem relatos de experiência. Para efeitos dessa classificação, consideramos que, os estudos teóricos são aqueles nos quais os autores não realizaram intervenção didática em sala de aula. Tratam-se de pesquisas bibliográficas, análises de documentos, pesquisas históricas. Por conseguinte, os estudos do tipo relato de experiência, são aqueles que consideraram a descrição ou análise de alguma intervenção didática. Essa segunda categoria foi inspirada no “Caderno Brasileiro de Ensino de Física” que traz como uma de suas sessões, publicações do tipo “Relato de experiência ou proposta didática”. De modo específico, para apontar as múltiplas possibilidades de materialização das práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet, nos interessaram os estudos classificados como relatos de experiência.

A segunda categoria desse inventário foi a classificação por nível de ensino. Nesta, definimos três subcategorias: a) nível fundamental (envolvendo desde as séries iniciais até o nono ano do ensino fundamental); b) ensino médio; e c) ensino superior. Não foram subespecificados estudos relacionados às modalidades de ensino como Educação de Jovens e Adultos, Educação Especial ou EaD. Nessa etapa da categorização nos interessavam os estudos voltados para o desenvolvimento de práticas de experimentação mediadas pelas interfaces da internet desenvolvidas no contexto do ensino superior. Há de se considerar que a classificação por nível de ensino, só foi possível para os estudos categorizados como relatos de experiência.

A terceira categoria se refere à abordagem experimental adotada nos estudos classificados como relatos de experiência. A abordagem experimental, aqui, foi classificada em quatro categorias: a) demonstração; b) experimentação descritiva; c) experimentação comprobatória; e d) experimentação investigativa. Além dessas, já definidas na literatura (GASPAR e MONTEIRO, 2005; PESSANHA, et al., 2010; CARVALHO et al. 2013; SERÉ et al., 2003; SILVA et al., 2012; BASSOLI, 2014; AZEVEDO et al., 2009; LIMA e TEIXEIRA, 2011), outras duas categorias emergiram no mapeamento dos dados; foram, elas:

e) estudo da metodologia; f) avaliação do recurso didático. Os trabalhos classificados como “estudo da metodologia” consistiam em apresentar variadas abordagens experimentais e discutir sobre essas. Já aqueles classificados como “avaliação do recurso didático” consistiam em estudos que buscavam validar simulações, softwares ou outros recursos digitais.

A respeito das abordagens experimentais definidas à priori, consideramos que a demonstração é a prática experimental mais comum (GASPAR e MONTEIRO, 2005). São exemplos de demonstração experimental as aulas nas quais o professor leva para a turma um experimento e o realiza diante dos alunos utilizando o fenômeno para conduzir a aula. Tal demonstração pode ser realizada com o uso de experimentos convencionais ou por meio do apoio de equipamentos de reprodução audiovisual como TV, vídeo, projetor multimídia.

A segunda subcategoria das abordagens experimentais consiste nos trabalhos que descrevem roteiros para a construção de experimentos. Azevedo et al. (2009) ao realizar um levantamento, pelos temas experimento e experimentação, em periódicos da área do Ensino de Ciências, apontaram duas categorias para trabalhos que apresentavam descrições sobre experimentos. São elas: experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples e experimentos quantitativos com aparatos sofisticados. No primeiro caso, são “propostas a partir de aparatos que podem ser montados por professores do ensino médio” (AZEVEDO et al, 2009, p. 8) como é o caso de EBC. No caso dos experimentos quantitativos com aparatos sofisticados, “que se utilizam de aparatos experimentais mais sofisticados e precisos, tais como aqueles utilizados nos laboratórios de física básica das universidades” (idem). Em nossa categorização, por não ser objeto de interesse dessa tese, não fizemos tal subdivisão e consideramos como experimentos descritivos tanto os de arranjo simples, quanto os mais sofisticados.

A terceira categoria para abordagem experimental é a dos trabalhos que têm como viés de percurso, o esforço de comprovar princípios, teorias ou leis por meio de experimentos. Essa abordagem é utilizada quando o professor deseja que seus alunos verifiquem, a partir de práticas experimentais, a validade de algum modelo matemático. Geralmente os alunos seguem um roteiro bem definido com o objetivo de comprovar experimentalmente aquilo que está previsto na teoria. Segundo Lima e Teixeira (2011, p. 8), nos experimentos comprobatórios “os participantes executam o procedimento e etapas pré-definidos por um roteiro, confirmando o que já havia sido discutido anteriormente ou antecipando o que será exposto na teoria, não havendo possibilidade de resultados diferentes dos já pré-determinados”. Caso os resultados sejam divergentes daquilo que está previsto teoricamente, o aluno deverá refazer o experimento no sentido de corrigir o erro cometido.

Nas práticas experimentais formativas, para além das abordagens demonstrativa, descritiva e comprobatória, é possível também encarar a experimentação como um processo de investigação científica. Assim, apontamos a quarta subcategoria das abordagens experimentais: a experimentação investigativa. Para Lima e Teixeira (2014, p. 4533), o experimento investigativo é “aquele que problematiza situações e considera possíveis respostas, sem roteiro pré-definido e rigoroso, e sem resultados pré-determinados na vivência de uma experimentação”. Geralmente a solução desse problema é realizado colaborativamente. Grupos de alunos colaboram uns com os outros sob a supervisão do professor. Para Bassoli (2014, p. 581) os experimentos investigativos envolvem “obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las”.

Com efeito, além da classificação dos estudos por tipo, nível de ensino e abordagem experimental, categorizamos os produtos desse levantamento de acordo com os conceitos utilizados pelos autores para discutir a experimentação mediada pelas interfaces da internet. Verifica-se que os conceitos utilizados pelos autores para discutir esse tipo de prática experimental são os mais variados, dentre eles: software, simulação, objetos de aprendizagem, vídeo, aplicativos, modelagem computacional, jogos digitais, internet, hipermídia, animação, realidade aumentada. Tratam-se de categorias emergentes dos dados e que, do ponto de vista da leitura desses estudos, não se pode determinar muito bem as fronteiras dos significados de cada um deles. Como exemplo disso, verificamos que ao longo desse levantamento foi possível encontrar trabalhos que discutem o software Modellus, tratando-o como um recurso de simulação, como recurso de animação, como ferramenta de suporte à modelagem computacional ou como objeto de aprendizagem (SOARES e CATARINO, 2015; MENDES, 2014; RIBEIRO JUNIOR et al., 2012; HEIDEMANN et al., 2012; DUARTE, 2012; MENDES et al., 2012; RIOS et al., 2012; MAIA e FIREMAN, 2009; RIBEIRO e TELES, 2014). Nesse momento, o enfoque dessa quarta categorização foi identificar os conceitos que evocam a experimentação mediada pelas interfaces da internet, movimento que contribuiu com a análise dos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB e com a construção do instrumento de coleta de dados aplicado junto aos professores que atuam nesses cursos.

Após a apresentação das categorias à priori e emergentes, apontaremos os resultados do inventário na seguinte sequência: num primeiro momento será apresentado o panorama quantitativo de teses e dissertações levantadas; num segundo momento, os artigos levantados

a partir dos anais de eventos; e por fim, aqueles recuperados das revistas acadêmicas listadas no Web Qualis da Capes nas áreas de Ensino e Educação.

## 2.2 Teses e dissertações

Para o levantamento das teses e dissertações, inicialmente foi realizada uma consulta ao portal da Capes <<http://www.capes.gov.br/cursos-recomendados>> para identificar quais eram os PPG reconhecidos e que estavam inscritos nas áreas de Educação e de Ensino. Essa consulta foi realizada no primeiro semestre de 2015. Por meio do Portal foi possível acessar a aba “cursos recomendados/reconhecidos” a partir da qual é fornecido um dispositivo de busca intitulado “opções de consulta” que possibilita acessar a listagem dos PPG em Educação e em Ensino reconhecidos no Brasil. Ao clicar na opção “por área de avaliação”, nos links “educação” e “ensino” acessou-se à listagem completa dos 159 PPG em Educação e dos 123 PPG em Ensino, reconhecidos pela Capes e que estão funcionando no país.

A listagem permitiu a identificação e em seguida a consulta aos sites desses 282 PPG. O objetivo desse acesso foi identificar seus BTS. Como resultado desse mecanismo de busca foi possível rastrear os sites de 248 PPG e os bancos de teses e dissertações de 147 desses. A lista dos PPG e seus respectivos sites está disponível no link: <<http://migre.me/uYQFF>>. Esses BTS foram explorados com a finalidade de recuperar os estudos diretamente relacionados à experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Como resultados dessa exploração foram encontradas 56 dissertações e 3 teses. Num segundo momento desse levantamento, foi consultada a BDTD <<http://bdtb.ibict.br/vufind/>>. Os termos utilizados para localizar as teses e dissertações que enfocam a experimentação em Física mediada por interfaces da internet podem ser visualizados no quadro 1.

### Quadro 1 – Termos utilizados na busca realizada no BDTD

• Animação	• Laboratório de realidade virtual	• Objetos digitais
• Applets	• Laboratório multimídia	• Objetos educacionais
• Audiovisual	• Laboratório remoto	• Objetos virtuais
• Automação	• Laboratório robótico	• Objetos virtuais de aprendizagem
• Experimentação	• Laboratório virtual	• Realidade aumentada
• Experimentação virtual	• Modelagem	• Realidade virtual
• Experimento	• Modelagem computacional	• Simulação
• Experimento virtual	• Modelo	• Software
• Hipermídia	• Objetos de aprendizagem	• Vídeos
• Laboratório		
• Realidade aumentada		

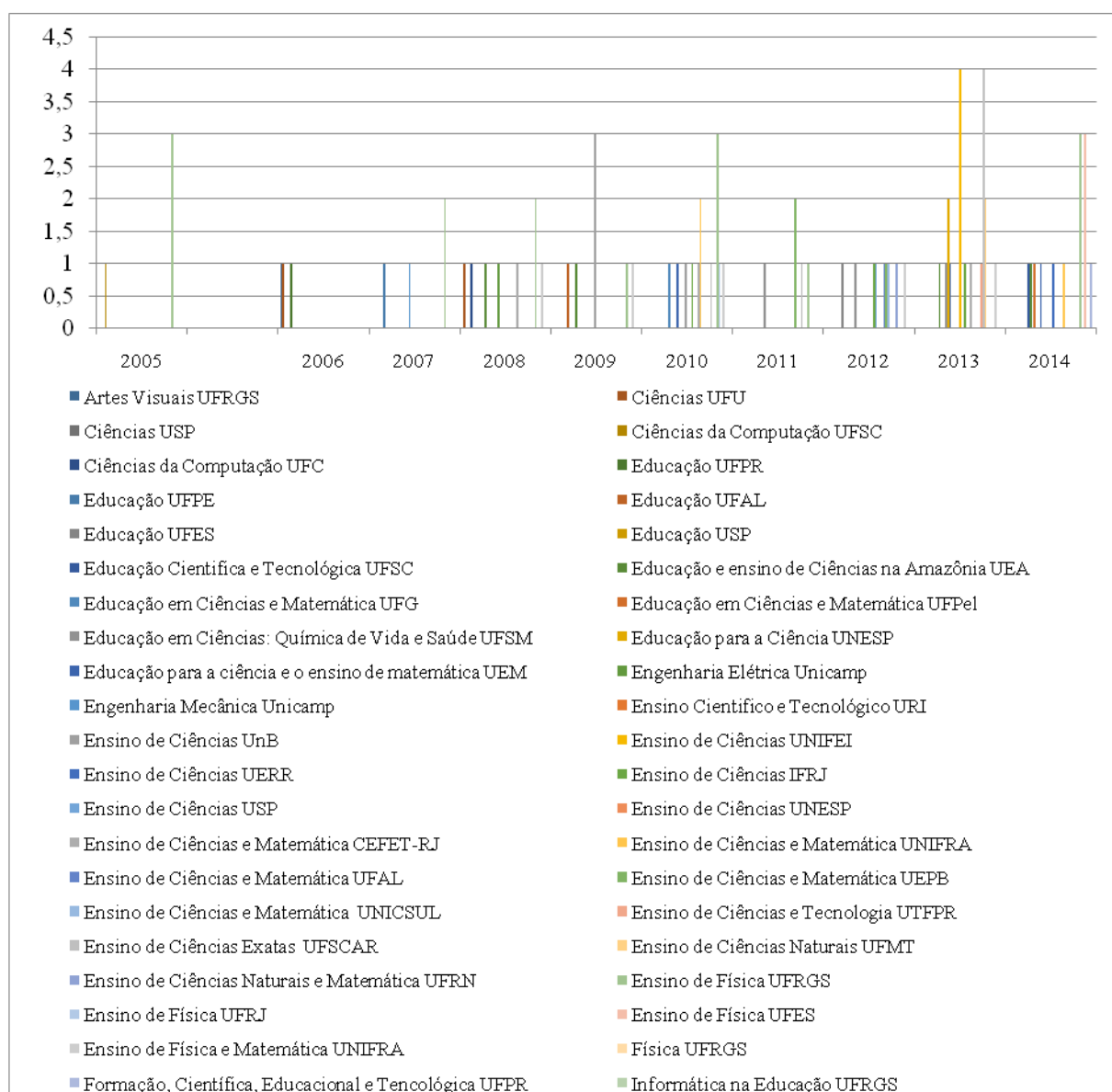
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A busca por meio da BDTD foi realizada entre junho e julho de 2015 e permitiu



Programa de Pós Graduação	Instituição de Ensino	Dissertações										Total			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		2015		
Ensino de Ciências e Matemática	CEFET-RJ				1		1			1					<b>3</b>
Ensino de Ciências e Matemática	UNIFRA						2					1			<b>3</b>
Ensino de Ciências e Matemática	UFAL								1						<b>1</b>
Ensino de Ciências e Matemática	UEPB							2	1						<b>3</b>
Ensino de Ciências e Matemática	UNICSUL								1						<b>1</b>
Ensino de Ciências e Tecnologia	UTFPR									1					<b>1</b>
Ensino de Ciências Exatas	UFSCAR						1	1		4					<b>6</b>
Ensino de Ciências Naturais	UFMT									2					<b>2</b>
Ensino de Ciências Naturais e Matemática	UFRN									1					<b>1</b>
Ensino de Física	UFRGS	3		2	2	1	3	1				3	1		<b>16</b>
Ensino de Física	UFRJ						1								<b>1</b>
Ensino de Física	UFES											3			<b>3</b>
Ensino de Física e Matemática	UNIFRA				1	1	1		1	1					<b>5</b>
Física	UFRGS														<b>0</b>
Formação Científica, Educacional e Tecnológica	UFPR											1			<b>1</b>
Informática na Educação	UFRGS														<b>0</b>
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>4</b>			<b>89</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 1 – Dissertações com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O gráfico 1 é uma representação visual dos dados contidos na tabela 1. Analogamente, o gráfico 2 é uma representação dos dados contidos na tabela 2. Esse movimento de representar em gráficos os dados expostos nas tabelas é próprio dessa sessão e tem o objetivo de possibilitar mais de uma representação dos dados coletados, favorecendo ao leitor um panorama mais claro do quadro atual dessas pesquisas. Os gráficos foram desenvolvidos no software Microsoft Excel 2007 e a opção por barras se fez a partir da necessidade de apresentar os volumes de material coletados ano a ano.

A visualização da tabela 1 e do gráfico 1 nos permite perceber que apenas os PPG em



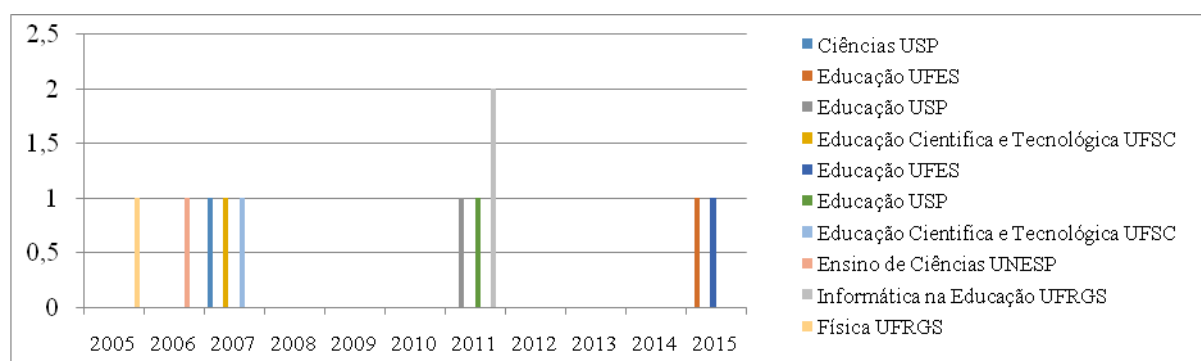
Ensino de Física da UFRGS, Ensino de Ciências e Matemática da Uninfra, Ensino de Ciências da UnB, Ensino de Ciências e Matemática da UEPB, Educação para a Ciência da UNESP, Ensino de Ciências Exatas da UFSCar, Ensino de Ciências Naturais da UFMT e Ensino de Física da UFES, publicaram mais de uma dissertação com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet no mesmo ano. Observa-se também que poucos são os PPG que se mantêm, ao longo do tempo, produzindo dissertações acerca desse tema, dentre esses, é possível destacar os PPG em Ensino de Física da UFRGS e o de Ensino de Ciências Exatas da UFSCar. O panorama das teses pode ser verificado a partir da tabela 2 e do gráfico 2.

**Tabela 2 – Teses com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet**

Programa de Pós Graduação	Instituição de Ensino	Teses											Total		
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015			
Ciências	USP			1											<b>1</b>
Educação	UFES												1		<b>1</b>
Educação	USP									1					<b>1</b>
Educação Científica e Tecnológica	UFSC			1											<b>1</b>
Educação	UFES												1		<b>1</b>
Educação	USP									1					<b>1</b>
Educação Científica e Tecnológica	UFSC				1										<b>1</b>
Ensino de Ciências	UNESP		1												<b>1</b>
Informática na Educação	UFRGS									2					<b>2</b>
Física	UFRGS	1													<b>1</b>
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>11</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 2 – Teses com foco na experimentação mediada pelas interfaces da internet**



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A análise da tabela 2 e do gráfico 2 nos permite perceber que apenas o PPG em Informática na Educação da UFRGS publicou mais de uma tese acerca do tema em foco num

mesmo ano. Consta-se também que nenhum dos PPG que produziram teses sobre o tema deste levantamento, o fez mais de uma vez ao longo do período de 2005 a 2015.

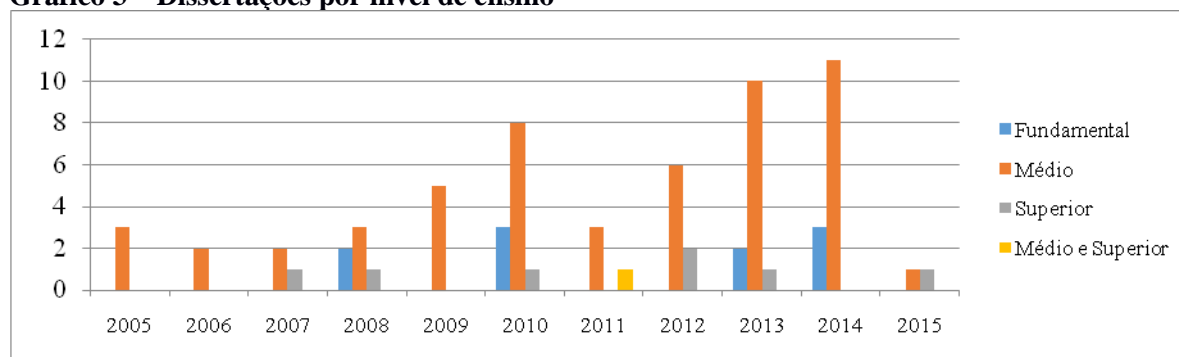
A consulta aos títulos e resumos dessas teses e dissertações nos permitiu verificar que, das 89 dissertações localizadas, 17 eram estudos teóricos e 72 continham relatos de experiência. Do mesmo modo, das 11 teses encontradas, uma era um estudo teórico e sete continham relatos de experiência. Ao categorizar as dissertações que continham relatos de experiência por nível de ensino, foram produzidos a tabelas 3 e o gráfico 3.

**Tabela 3 – Dissertações por nível de ensino**

Nível de Ensino	Dissertações											Total
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Fundamental				2		3			2	3		<b>10</b>
Médio	3	2	2	3	5	8	3	6	10	11	1	<b>53</b>
Superior			1	1		1		2	1		1	<b>7</b>
Médio e Superior							1					<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>72</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 3 – Dissertações por nível de ensino**



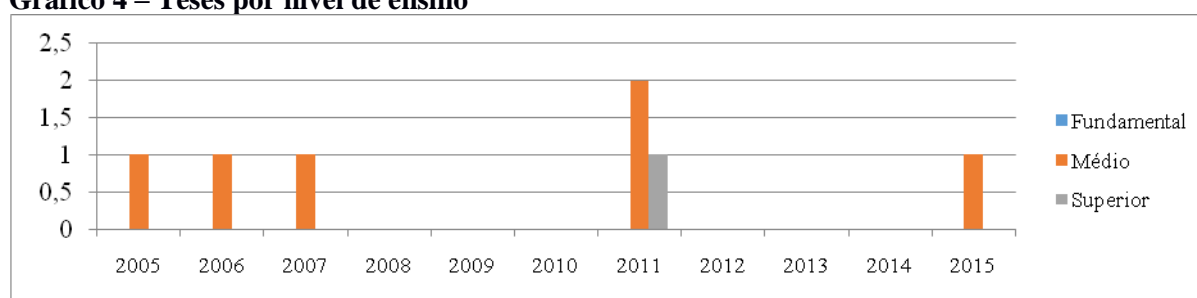
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A visualização da tabela 3 e do gráfico 3, nos permite considerar que o volume de dissertações que enfocam a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet e que tem como cenário de pesquisa o ensino médio, tem crescido ao longo do tempo. Já o quantitativo daquelas que enfocam o ensino superior tem se mantido constante, parâmetro semelhante ao observado nas dissertações que enfocam o ensino fundamental. O padrão apresentado para o ano de 2015 se deve ao fato do momento em que esse levantamento foi realizado não permitir que todas as dissertações produzidas nesse ano tivessem sido disponibilizadas nos BTD e no BDTD. Ao categorizar as teses que continham relatos de experiência por nível de ensino, foram produzidas a tabelas 4 e o gráfico 4.

**Tabela 4 – Teses por nível de ensino**

	Nível de Ensino	Dissertações										Total		
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		2015	
<b>Relatos de Experiência</b>	Fundamental													<b>0</b>
	Médio	1	1	1				2					1	<b>6</b>
	Superior							1						<b>1</b>
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 4 – Teses por nível de ensino**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

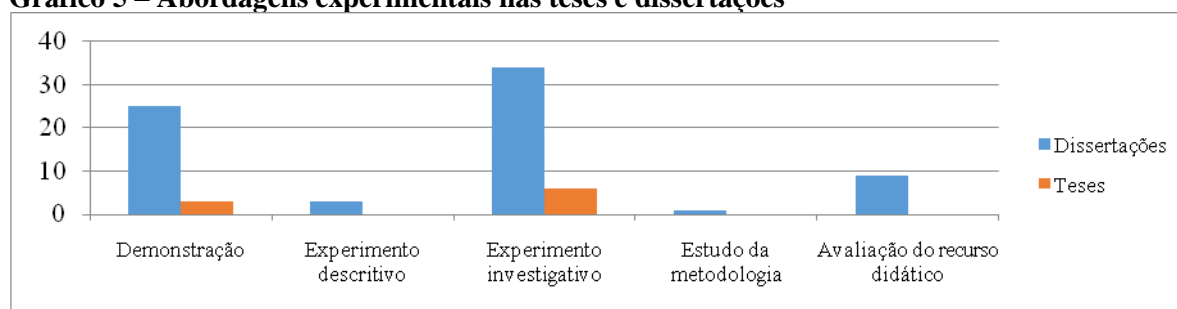
A visualização da tabela 4 e do gráfico 4 nos permite perceber o baixo volume de teses que têm como foco as práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet e que têm como cenário da pesquisa o ensino superior. Esse quadro indica que, 87,5% das teses levantadas foram produzidas a partir de intervenções no contexto da educação básica enquanto apenas 9,7% enfocavam o ensino superior. Constatamos também que apenas uma tese enfocou o ensino superior enquanto as demais enfocaram o nível médio.

A respeito de como as práticas experimentais vêm sendo exploradas no âmbito dessas teses e dissertações, apontamos a tabela 5 e o gráfico 5.

**Tabela 5 – Abordagens experimentais nas teses e dissertações**

Abordagens experimentais	Dissertações	Teses	Total
Demonstração	25	3	<b>15</b>
Experimento descritivo	3		<b>3</b>
Experimento investigativo	34	6	<b>40</b>
Estudo da metodologia	1		<b>1</b>
Avaliação do recurso didático	9		<b>9</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>7</b>	<b>79</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 5 – Abordagens experimentais nas teses e dissertações**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A análise da tabela 5 e do gráfico 5 nos permite identificar que as dissertações que se dedicam a investigar o tema desse levantamento se concentram em torno de práticas experimentais demonstrativas e de experimentos investigativos. Verifica-se também que não foram encontrados estudos que se concentrassem em abordagens comprobatórias. Segundo Bueno e Kovaliczn (2008, p. 2),

Especialistas em didática das ciências com frequência fazem críticas ao trabalho com experimentação, sobretudo, ao que é desenvolvido nas escolas. Apesar das literaturas contrárias ou favoráveis, todas apresentam em comum a idéia de que as atividades experimentais, quando se destinam apenas a ilustrar ou comprovar teorias anteriormente estudadas, são limitadas e não favorecem a construção de conhecimento pelo aluno.

A experimentação comprobatória, apesar de presente nas práticas dos professores de Física (GASPAR, 2005), não é uma abordagem desenvolvida como mote das dissertações e teses que discutem práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet. Os esforços nesse campo de pesquisa estão em sintonia com a apresentação das potencialidades das TIC para demonstrar experimentos de Física que, dificilmente poderiam ser realizados nas escolas de ensino médio ou mesmo nas instituições de ensino superior (IES). Tais esforços se voltam também para o desenvolvimento de arranjos experimentais que podem favorecer uma experimentação investigativa na qual os alunos problematizem e discutam sobre o fenômeno, argumentando e questionando suas formas de pensar sobre como as ciências naturais são constituídas e se desenvolvem.

Os resultados desse levantamento podem ser aplicados tanto no cenário das escolas e universidades com tradição no ensino presencial, quanto nas instituições que se voltam para a EaD. Especificamente nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, as demonstrações experimentais de fenômenos físicos e os experimentos investigativos mediados pelas interfaces da internet possibilitariam aos professores universitários proporem

aos seus alunos atividades experimentais sofisticadas, e tecnicamente referendadas, sem que necessariamente estivessem presentes nos polos de apoio presencial.

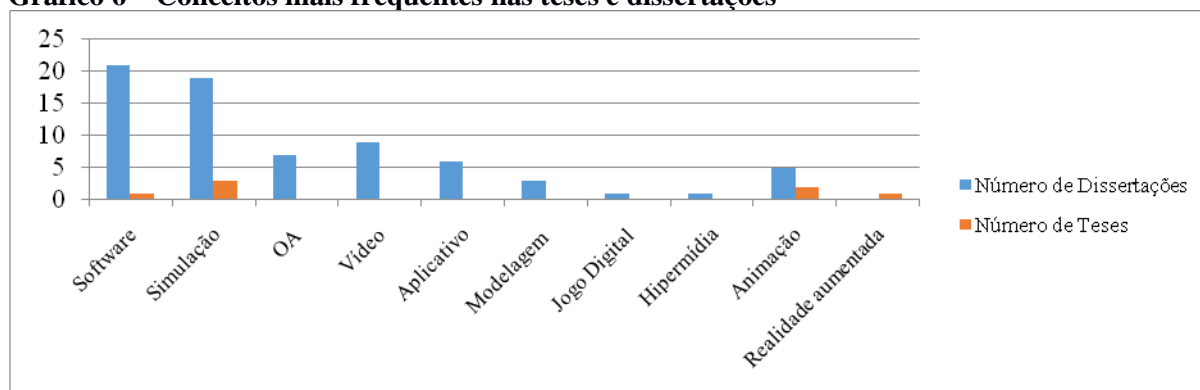
A análise dos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, que será discutida na sessão 3, e a aplicação de questionário junto aos professores que atuam nesses cursos, que será discutida na sessão 7, foram os movimentos subsequentes dessa pesquisa e tiveram por objetivo verificar em que medida o conhecimento produzido acerca da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet estava sendo apropriado por esses cursos. Essa verificação considerou não somente aquilo que foi produzido nas dissertações e teses, mas também os estudos divulgados em anais de eventos e revistas especializadas.

Com relação aos conceitos utilizados para discutir a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet, as teses e dissertações que continham relatos de experiência foram classificadas e o resultado dessa classificação pode ser visualizado partir da tabela 6 e do gráfico 6.

**Tabela 6 – Conceitos mais frequentes nas teses e dissertações**

<b>Tipo de experimento</b>	<b>Número de dissertações</b>	<b>Número de teses</b>	<b>Total</b>
Software	21	1	<b>22</b>
Simulação	19	3	<b>22</b>
OA	7		<b>7</b>
Vídeo	9		<b>9</b>
Aplicativo	6		<b>6</b>
Modelagem	3		<b>3</b>
Jogo Digital	1		<b>1</b>
Hipermídia	1		<b>1</b>
Animação	5	2	<b>7</b>
Realidade aumentada		1	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>7</b>	<b>79</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 6 – Conceitos mais frequentes nas teses e dissertações**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A visualização da tabela 6 e do gráfico 6 nos permite identificar os termos mais frequentes quando as teses e dissertações enfocam a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Verificamos que 29% das dissertações enfocaram o conceito de software e 26% o conceito de simulação. Esse quantitativo informa que esses são os principais termos utilizados pelos autores ao discutir sobre esse tema.

Em continuidade, constatamos que 37,5% desses estudos discutiram os conceitos de objeto de aprendizagem, vídeo, aplicativo e animação, sendo esse conceitos também bastante recorrentes. Registra-se por fim que outros termos como jogo digital, hipermedia e modelagem computacional, apesar de presentes, aparecem com muito menos frequência (7,5%). Nas teses, quase 60% se concentraram em torno dos temas software e simulação, enquanto que as demais se concentraram em torno dos conceitos de animação e realidade aumentada.

Verifica-se que: os PPG que iniciam os estudos acerca desse tema, não costumam produzir mais que uma tese ou dissertação por ano enfocando essa temática, salvo algumas exceções, mas consolidam tais estudos como uma linha de pesquisa; o volume de teses e dissertações como foco no tema desse levantamento é baixo e se concentra predominantemente em torno de investigações que têm como cenário a educação básica, sendo muitos poucos aqueles que têm como pano de fundo práticas desenvolvidas no ensino superior; as dissertações e teses levantadas trazem predominantemente em seu bojo práticas experimentais demonstrativas de fenômenos físicos com apoio das TIC ou práticas investigativas em Física mediadas pelas interfaces da internet, apontando assim possibilidades didáticas que contribuem para oportunizar outros caminhos para a prática experimental em Física tanto nos cursos presenciais quanto nos cursos à distância; por fim, percebemos que os principais conceitos utilizados nas teses e dissertações para discutir a experimentação mediada

pelas interfaces da internet são os de software e simulação.

Para dar continuidade a esse inventário apresentamos na sequência o mapeamento feito nos anais do SNEF, EPEF e ENPEC, realizados no período de 2005 a 2015.

### 2.3 Anais de eventos

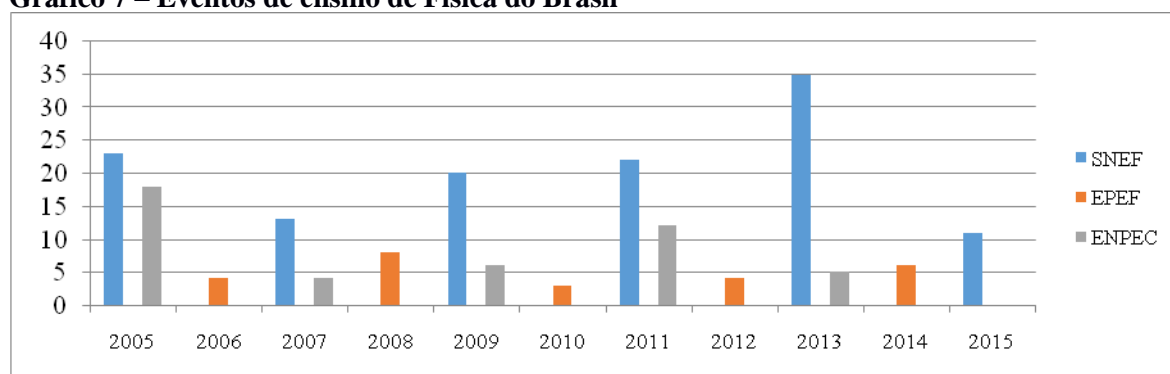
Uma segunda dimensão desse levantamento considerou os anais dos principais eventos brasileiros nos quais as pesquisas em ensino de Física circulam. São eles: SNEF, EPEF e ENPEC. O SNEF e o EPEF são eventos bienais organizados pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o ENPEC é organizado bienalmente pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). A metodologia de levantamento nos anais foi análoga à desenvolvida para levantar as teses e dissertações nos BT-D-PPG. Foram analisados os anais publicados no período de 2005 à 2015. O SNEF e o ENPEC acontecem nos anos ímpares, enquanto o EPEF acontece nos anos pares.

Como resultado da exploração dos anais desses eventos foram encontrados 194 trabalhos relacionados à experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. A busca foi realizada em todos os Grupos de Trabalho (GT) dos eventos e o quadro de artigos em cada um dos eventos analisados pode ser verificado a partir da tabela 7 e do gráfico 7.

**Tabela 7 – Eventos de ensino de Física do Brasil**

<b>Ano</b>	<b>SNEF</b>	<b>EPEF</b>	<b>ENPEC</b>	<b>Total</b>
2005	23		18	<b>41</b>
2006		4		<b>4</b>
2007	13		4	<b>17</b>
2008		8		<b>8</b>
2009	20		6	<b>26</b>
2010		3		<b>3</b>
2011	22		12	<b>34</b>
2012		4		<b>4</b>
2013	35		5	<b>40</b>
2014		6		<b>6</b>
2015	11			<b>11</b>
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>194</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 7 – Eventos de ensino de Física do Brasil**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se a partir da tabela 7 e do gráfico 7 que, em todas as edições desses eventos, foram divulgados estudos relacionados à experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet, indicando que essa é uma área de pesquisa consolidada dentro do Ensino de Física. Esse volume de publicações sinaliza para a existência de uma multiplicidade de práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet e que podem contribuir para que os cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB possam construir novos percursos formativos para seus estudantes no que concerne à experimentação à distância.

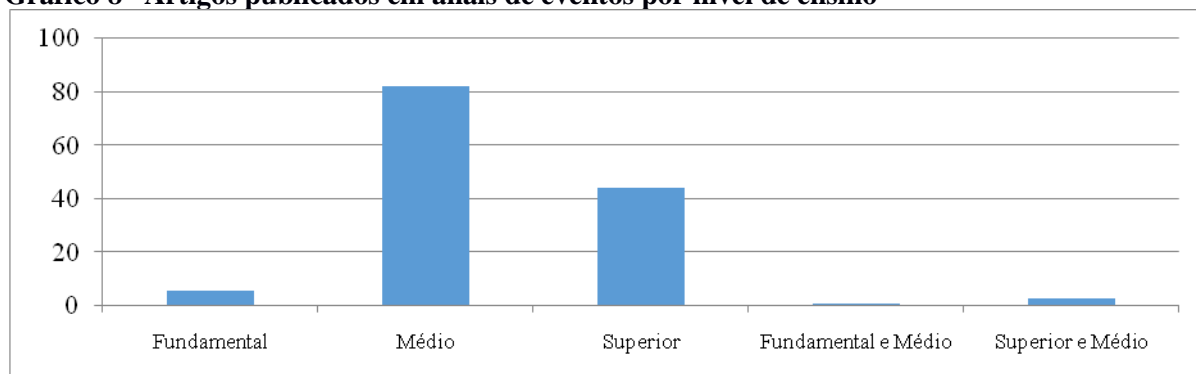
A consulta aos trabalhos levantados nesses anais de eventos permitiu evidenciar que dentre os 194 trabalhos constantes nesse inventário, 136 contém relatos de experiência e 58 são de cunho teórico. Na tabela 8 e no gráfico 8 representamos o quantitativo de relatos de experiência classificados por nível de ensino.

**Tabela 8 – Artigos publicados em anais de eventos por nível de ensino**

Nível de Ensino	Total
Fundamental	6
Médio	82
Superior	44
Fundamental e Médio	1
Superior e Médio	3
<b>Total</b>	<b>136</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)



**Gráfico 8 – Artigos publicados em anais de eventos por nível de ensino**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

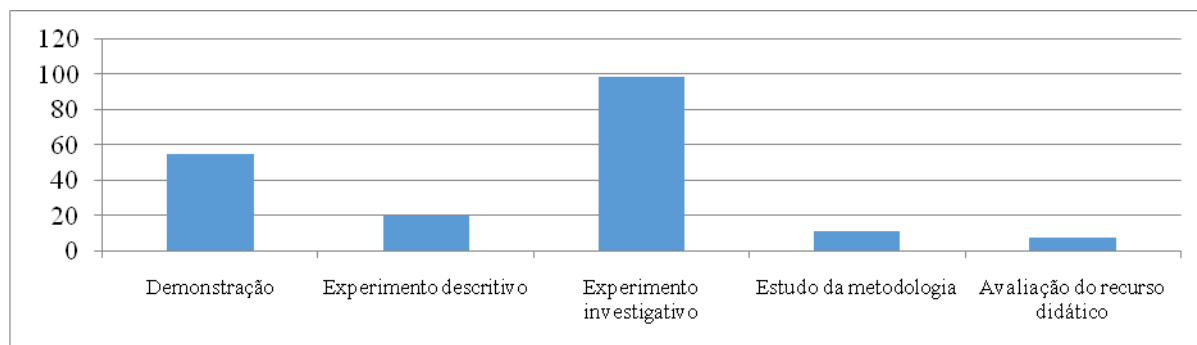
A visualização da tabela 8 e do gráfico 8 nos permite perceber que 65% dessas publicações estão voltadas para a aplicação na Educação Básica, enquanto apenas 32% estão voltadas para aplicações no ensino superior. Essa propensão dos pesquisadores em educação, e também em Ensino de Ciências, para investigações com foco no ensino superior, se deve, em partes, ao fato desse ser um campo de pesquisa recente em relação à tradição dos estudos com foco na Educação Básica (GAMBOA, 1994). Verifica-se que os estudos sobre as práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet contribuem para fortalecer esse, como um campo de pesquisa em crescimento.

Ao consultar os títulos e resumos desses trabalhos, foi possível identificar a forma como os experimentos eram utilizados nessas práticas em Física mediadas pelas interfaces da internet. A tabela 9 e o gráfico 9 trazem o panorama das abordagens experimentais utilizadas nesses 194 estudos classificados como relatos de experiência.

**Tabela 9 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em anais de eventos**

<b>Abordagem experimental</b>	<b>Total</b>
Demonstração	55
Experimento descritivo	20
Experimento investigativo	99
Estudo da metodologia	12
Avaliação do recurso didático	8
<b>Total</b>	<b>194</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 9 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em anais de eventos**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Na análise da tabela 9 e do gráfico 9 percebemos que a maior parte dos estudos publicados estão concentrados em demonstrações experimentais e experimentos investigativos. Verificamos que 28% dos artigos publicados nos anais do SNEF, EPEF e ENPEC, apresentam estudos voltados para discussões relacionadas à demonstração experimental de fenômenos físicos com o apoio das TIC e 51% apresentam estudos voltados para a experimentação investigativa mediada pelas interfaces da internet. Não foram verificados trabalhos baseados numa abordagem experimental comprobatória e é baixo o número de estudos que enfocam a experimentação descritiva, o estudo da metodologia e a avaliação do recurso didático.

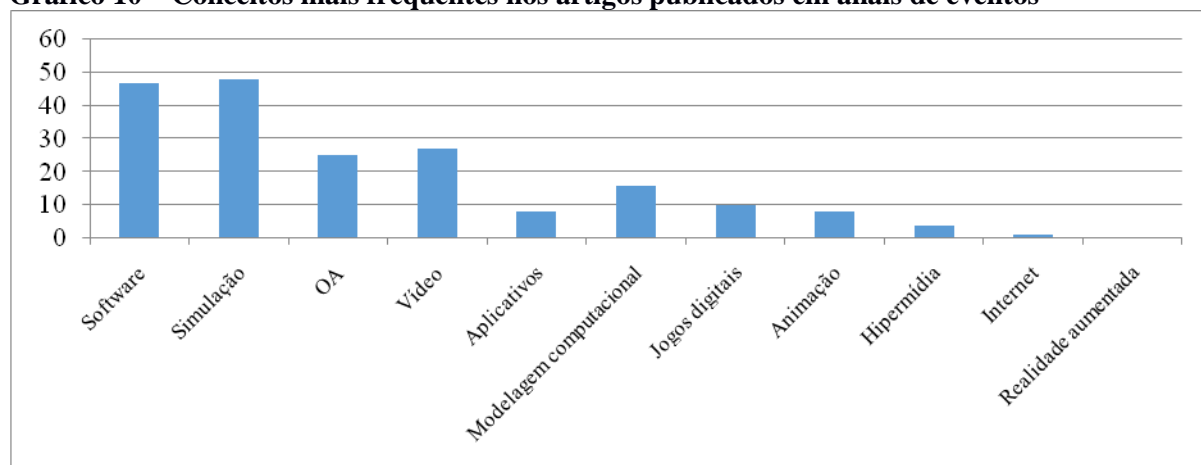
Esse volume de dados apresenta alternativas para que, nos cursos de formação de Física ofertados a distância, novos percursos formativos sejam explorados no sentido de oportunizar àqueles alunos que residem em regiões afastadas dos grandes centros, realizarem o máximo número possível de experimentos de Física, sem necessariamente ter de se deslocar de suas residências. Especificamente com relação aos professores de Física, é possível sugerir que, dada a natureza dos recursos utilizados na experimentação mediada pelas interfaces da internet, o uso mais intenso desses recursos pode contribuir para que os egressos desses cursos consigam ser mais criativos e autônomos no momento de realizar as práticas experimentais com seus alunos nas escolas, uma vez que os aparatos experimentais estão acessíveis a esses sujeitos.

A partir da verificação dos títulos e resumos desses 194 artigos levantados foi possível identificar os conceitos utilizados pelos autores para discutir sobre a experimentação mediada pelas interfaces da internet. O quadro dos conceitos utilizados por esses autores pode ser verificado na tabela 10 e no gráfico 10.

**Tabela 10 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em anais de eventos**

<b>Tipo de experimento</b>	<b>Total</b>
Software	47
Simulação	48
AO	25
Vídeo	27
Aplicativos	8
Modelagem computacional	16
Jogos digitais	10
Animação	8
Hipermídia	4
Internet	1
Realidade aumentada	
<b>Total</b>	<b>194</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 10 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em anais de eventos**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Constatamos a partir da tabela 10 que 49% dos estudos publicados em anais de eventos, levantados nesse inventário, discutem a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet a partir dos conceitos de simulação e software; 27% discutem essa temática a partir dos conceitos de objetos de aprendizagem e vídeo; e 13% discutem a partir dos conceitos de modelagem computacional e de jogos digitais.

As categorias conceituais utilizadas por esses autores indicam os termos utilizados nos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB e que

podem indicar possibilidades para realização de práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet. Do mesmo modo, contribuíram para a construção das questões contidas no instrumento de coleta de dados aplicado junto aos professores que atuam nesses cursos. Assim, embora os estudos publicados nos anais do SNEF, EPEF e ENPEC não tenham sido necessariamente executados em contextos de cursos a distância, pela natureza das práticas experimentais neles contidas, é possível considerar que os resultados desses estudos indicam possibilidades para que os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB possam assim explorá-los.

Nesse sentido, verificamos que foram levantados, a partir dos anais do SNEF, EPEF e ENPEC, 194 estudos que enfocavam a experimentação medida pelas interfaces da internet sinalizando que esse é um campo de estudo em crescimento e que já apresenta volume considerável de encaminhamentos para se ampliar as possibilidades do trabalho experimental em Física nas instituições formativas; verificou-se também que 65% dos 134 estudos que contém relatos de experiência tem como foco a Educação Básica enquanto que 32% desses estão voltadas para aplicações no ensino superior; observa-se que 28% desses trabalhos estão voltados para discussões relacionadas à demonstração experimental apoiada pelas TIC e que 51% estão voltados para a experimentação investigativa mediada pelas interfaces da internet; percebe-se ainda que 49% desses estudos discutem a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet a partir dos conceitos de simulação e software.

Em continuidade a esse levantamento, realizamos um inventário dos estudos que discutem as práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet nas revistas especializadas e classificadas nas áreas de Ensino e Educação na Capes.

## 2.4 Revistas especializadas

Para a realização desse levantamento nas revistas especializadas, inicialmente foi acessado o portal WebQualis<sup>9</sup>. A busca foi feita por “classificação/área” no período de junho a agosto de 2015. Foram verificadas as revistas avaliadas com estratos A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C nas áreas de Educação e de Ensino. Essa busca considerou apenas as revistas que tinham foco na divulgação de pesquisas relacionadas ao ensino de ciências, às TIC ou a EaD, ou que pudessem manter alguma interface com essas áreas. Para exemplificar esse critério de exclusão, é possível citar a revista *Anthropology & Education Quarterly*, avaliada com estrato

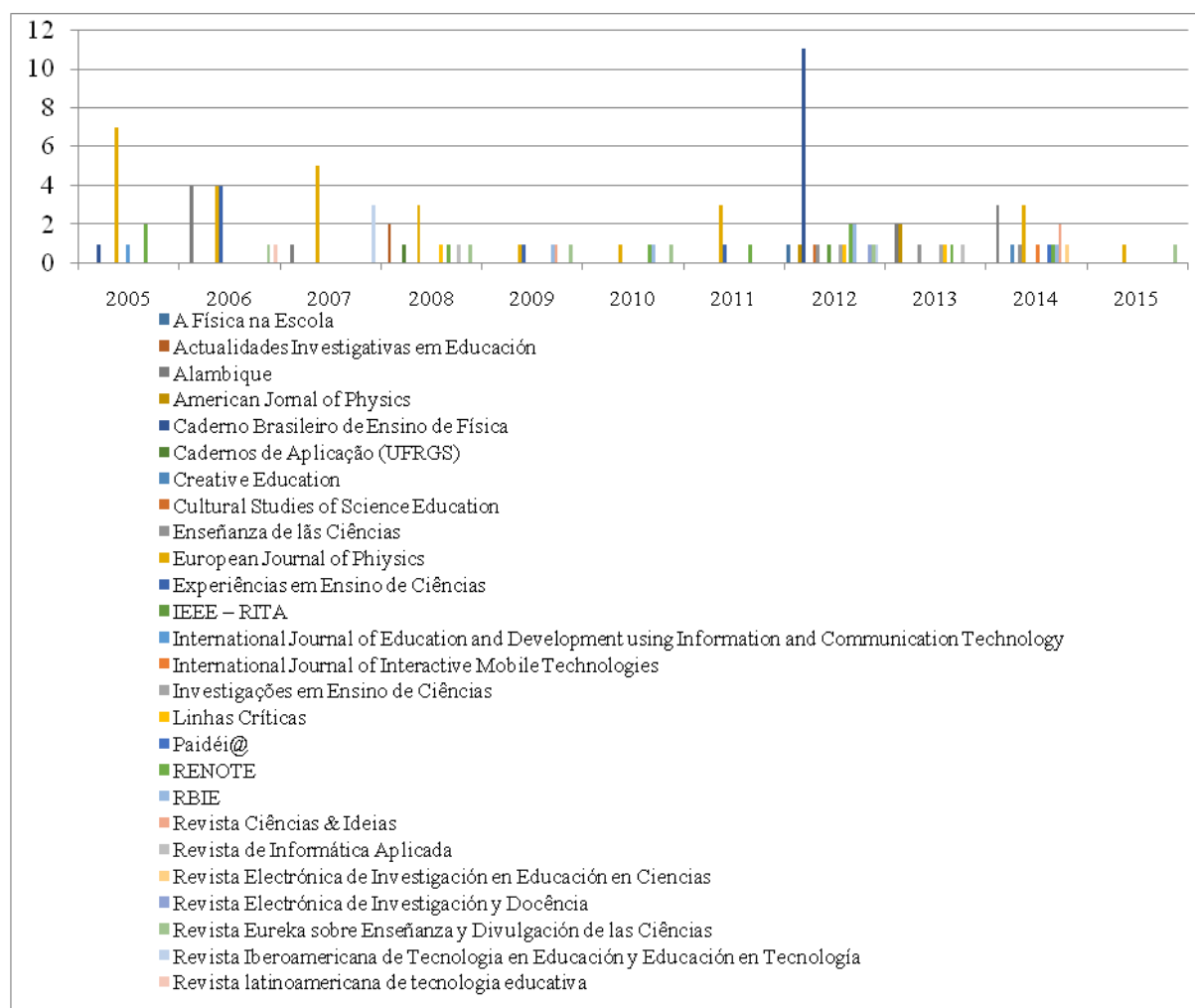
---

<sup>9</sup> <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>

A1 na área de Educação, a qual não foi considerada tendo em vista que seu foco está muito mais ligado às discussões sobre a sociologia da educação do que propriamente às questões de ensino de ciências, TIC ou EaD.

Como resultado desse procedimento de busca foram identificadas 174 revistas a partir das quais foram recuperados 5613 artigos relacionados às áreas de TIC ou EaD. Desses artigos, 109 estavam relacionados à experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet, sendo 56 de cunho teórico e 52 relatos de experiência. Esses 109 trabalhos estão distribuídos em 26 periódicos e o quadro deles pode ser verificado a partir da tabela 11 e do gráfico 11.

**Gráfico 11 – Revistas cadastradas no WebQualis e avaliadas nas áreas de Educação/Ensino**



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Tabela 11 – Revistas cadastradas no WebQualis e avaliadas nas áreas de Educação/Ensino**

Revista	Qualis		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
	Educação	Ensino												
A Física na Escola	B4	B2								1				<b>1</b>
Actualidades Investigativas em Educación	B3					2								<b>2</b>
Alambique	B3	B1		4	1						2	3		<b>10</b>
American Journal of Physics		A1								1	2			<b>3</b>
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	B1	B1	1							11				<b>12</b>
Cadernos de Aplicação (UFRGS)		B2				1								<b>1</b>
Creative Education		B1										1		<b>1</b>
Cultural Studies of Science Education	A1									1				<b>1</b>
Enseñanza de las Ciencias	A1	A1								1	1	1		<b>3</b>
European Journal of Physics	A1		7	4	5	3	1	1	3			3	1	<b>28</b>
Experiências em Ensino de Ciências		B1		4			1		1					<b>6</b>
IEEE – RITA	B4									1				<b>1</b>
International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology		A2	1											<b>1</b>
International Journal of Interactive Mobile Technologies	B5											1		<b>1</b>
Investigações em Ensino de Ciências	A2	A2								1	1			<b>2</b>
Linhas Críticas	B1					1				1	1			<b>3</b>
Paidéi@	B5	B1											1	<b>1</b>
RENOTE	B4	B1	2			1		1	1	2	1	1		<b>9</b>
RBIE	B4	B2					1	1		2		1		<b>5</b>
Revista Ciências & Ideias	B5	B1					1					2		<b>3</b>

Revista	Qualis		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
	Educação	Ensino												
Revista de Informática Aplicada	B5					1					1			2
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	A2											1		1
Revista Electrónica de Investigación y Docência	B5	B5								1				1
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências	B4			1		1	1	1		1			1	6
Revista Iberoamericana de Tecnologia en Educación y Educación en Tecnología		B1			3					1				4
Revista latinoamericana de tecnologia educativa	A2	A2		1										1
<b>Total</b>			<b>11</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>109</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A análise da tabela 11 e do gráfico 11 permite perceber que a maioria dessas revistas publicou num mesmo ano apenas um artigo com foco no tema desse levantamento. Apenas as revistas *European Journal of Physics*, *Alambique*, *RENOTE*, *Experiências em Ensino de Ciências*, *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación*, *Actualidades Investigativas em Educación*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *RIBIE*, *American Journal of Physics* e a *Revista Ciência & Ideias*, publicaram mais de um artigo com foco nessa temática, num mesmo ano. Dentre essas revistas é possível destacar, pelo número de publicações, as revistas *European Journal os Physics*, *Alambique*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* e *RENOTE* que juntas representam 56% de todos os artigos evidenciados nesse levantamento.

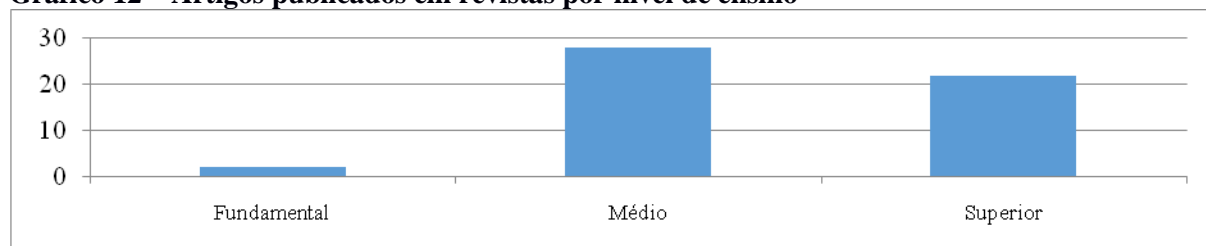
O número de artigos levantados indica que esse é um campo de pesquisa ainda em crescimento mas que já apresenta variadas possibilidades para o desenvolvimento de práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet que podem contribuir para que os cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB consigam realizar novas formas de experimentação à distância. Ao consultar esses 52 relatos de experiência, foi possível classificá-los por nível de ensino. O quadro quantitativo dessa classificação pode ser visualizado a partir da tabela 12 e do gráfico 12.

**Tabela 12 – Artigos publicados em revistas por nível de ensino**

Nível de Ensino	Total
Fundamental	2
Médio	28
Superior	22
<b>Total</b>	<b>52</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 12 – Artigos publicados em revistas por nível de ensino**



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)



A análise da tabela 12 e do gráfico 12 nos permite perceber que o volume de artigos publicados em revistas especializadas que enfocam a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet na educação básica (58%) é maior que o daqueles que enfocam o ensino superior (42%). Constata-se que, mesmo sendo um campo de pesquisa recente em relação aos estudos que enfocam a educação básica (GAMBOA, 1994), é possível verificar que o número de estudos que apresentam práticas e reflexões sobre a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet, e que tem como pano de fundo o ensino superior, é proporcionalmente significativo.

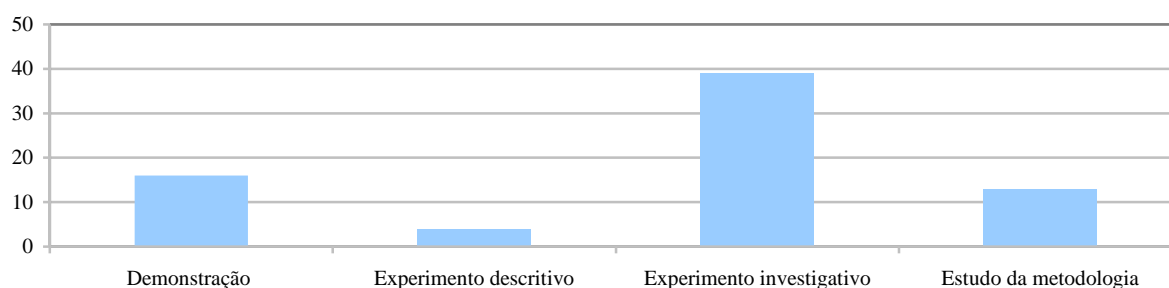
Na sequência da categorização, consultamos os estudos publicados nessas revistas, que fazem parte desse inventário e que foram classificados como relatos de experiência e os classificamos de acordo com a abordagem experimental utilizada. O resultado desse movimento pode ser visualizado na tabela 13 e no gráfico 13.

**Tabela 13 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em revistas**

<b>Abordagem experimental</b>	<b>Total</b>
Demonstração	16
Experimento descritivo	4
Experimento investigativo	39
Estudo da metodologia	13
Avaliação do recurso didático	37
<b>Total</b>	<b>109</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 13 – Abordagens experimentais nos artigos publicados em revistas**



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Ao verificar a tabela 13 e o gráfico 13, verificamos que o número de artigos que

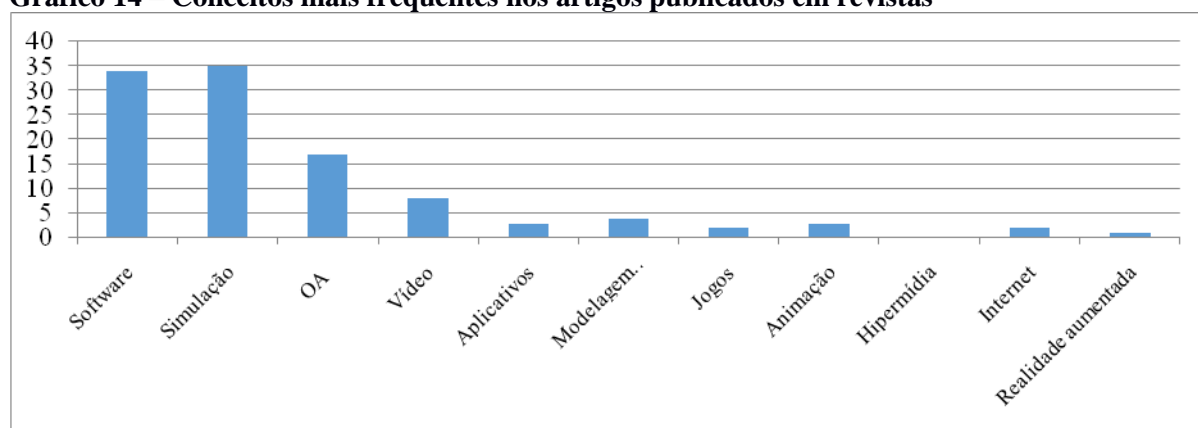
enfocam demonstrações experimentais e experimentações investigativas em Física, mediadas pelas interfaces da internet, representam cerca de 50% do número de artigos levantados. Também não foram verificados trabalhos baseados numa abordagem experimental comprobatória. Observa-se ainda que é clara a preocupação dos pesquisadores dessa área em apresentar avaliações dos recursos didáticos utilizados na experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Essa categoria representa quase 35% do total de estudos levantados. Esses números indicam que os pesquisadores da área têm constantemente se preocupado em aperfeiçoar os materiais e métodos desse tipo de experimentação com objetivo de apresentar à comunidade recursos com alto padrão de qualidade e tecnicamente referenciados.

Do ponto de vista dos conceitos utilizados nesses artigos para encaminhar as discussões sobre a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet, classificamos os 109 trabalhos levantados, e como produto, apresentamos a tabela 14 e o gráfico 14.

**Tabela 14 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em revistas**

<b>Tipo de experimento</b>	<b>Total</b>
Software	<b>34</b>
Simulação	<b>35</b>
Objetos de aprendizagem	<b>17</b>
Vídeo	<b>8</b>
Aplicativos	<b>3</b>
Modelagem computacional	<b>4</b>
Jogos	<b>2</b>
Animação	<b>3</b>
Hipermídia	<b>0</b>
Internet	<b>2</b>
Realidade aumentada	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>109</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

**Gráfico 14 – Conceitos mais frequentes nos artigos publicados em revistas**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A análise da tabela 14 nos mostra que o uso dos conceitos mais explorados nessas publicações foram os de simulação e software que juntos representam cerca de 65% dos conceitos explorados. Quase 25% desses estudos enfocaram os conceitos de OA e Vídeo. Cerca de 10% discutiram acerca da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet a partir de outros conceitos como aplicativos, modelagem computacional, jogos digitais, animação, internet e realidade aumentada. Nesse sentido, a maior concentração de estudos sobre o tema desse levantamento está voltado para termos como simulação e software. Esse material apresenta reflexões e práticas experimentais apoiadas nesses recursos que podem ser exploradas no interior dos cursos de formação de professores de Física presencial e a distância.

Como resultados desse levantamento realizado a partir das revistas, foi possível verificar que ao analisar 26 revistas avaliadas nas áreas de Educação e Ensino foram recuperados 109 artigos que discutiam acerca da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Desses, 57 foram classificados como de cunho teórico e 52 como estudos que envolvem relatos de experiência. Verificou-se que 58% desses estudos estão voltados para práticas de ensino de Física na educação básica e 42% para o ensino superior. Esses dados indicam que existe um grande volume de reflexões e práticas que podem contribuir para melhorar a experimentação desenvolvida nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Nesse inventário, percebeu-se que 50% do número de artigos levantados nas revistas enfocam abordagens experimentais demonstrativas ou investigativas e cerca de 35% desses estudos consistem em avaliações de recursos didáticos. Esse quadro indica que existe uma preocupação dos pesquisadores dessa área em apresentar à comunidade produtos com alto padrão de qualidade e tecnicamente referenciados. Por fim, verificamos que os cerca de 65% dos artigos levantados nas revistas

trabalham com os conceitos de simulação e software para discutirem sobre os experimentos mediados pelas interfaces da internet. Há de se considerar que outros conceitos precisam ser melhor explorados, uma vez que apresentam ricas potencialidades didáticas à experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. É o caso da experimentação remota, da experimentação baseada em realidade virtual, realidade aumentada, jogos digitais, fotografias, vídeogravações, dentre outros.

O inventário dos estudos sobre as práticas experimentais em Física mediadas pelas interfaces da internet, divulgados por meio de teses, dissertações, anais de eventos e revistas especializadas, permitiu identificar essa, como uma área de pesquisa que vem se consolidando ao longo do tempo e que já apresenta volume considerável de reflexões e práticas experimentais que podem contribuir para melhorar a qualidade dos cursos de formação de professores de Física. Constatamos também que o volume de estudos que têm como cenário o Ensino Superior é menor do que aqueles que enfocam a Educação Básica, no entanto, trata-se de um volume significativo de práticas e reflexões desenvolvidas em ambos os níveis de ensino. Percebemos ainda que predominam nesses estudos as abordagens experimentais demonstrativa e investigativa e que os principais conceitos explorados são os de software e simulação. Identificamos ainda que existe uma linha de pesquisa composta por avaliações de recursos didáticos, o que evidencia a preocupação dos pesquisadores dessa área em apresentar à comunidade recursos com alto padrão de qualidade e tecnicamente referenciados.

Assim, o material levantado e apresentado nessa sessão indica que, ao longo do desenvolvimento dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, pesquisadores da área da Educação e do Ensino de Física vêm se dedicando em ampliar as possibilidades do trabalho experimental utilizando para isso as interfaces da internet. Tais estudos apresentam elementos que poderiam elevar a qualidade desses cursos, possibilitando inclusive que esses realizem as atividades experimentais obrigatórias totalmente à distância, não fosse pelo impedimento legal imposto pelo Decreto n. 5622/2005. Nesse sentido, para compreender em que medida os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB têm se apropriado dos conhecimentos produzidos no campo da experimentação mediada pelas interfaces da internet, encaminhamos o percurso metodológico dessa pesquisa para um segundo movimento: a análise dos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Disso, trataremos mais detalhadamente na sessão 3.

### **3 A EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET NOS PPC DE FÍSICA DA UAB**

O segundo movimento de pesquisa dessa tese consistiu na análise dos projetos pedagógicos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Partimos da concepção de que a EaD é “parte de uma política global no campo da formação de professores” (OSÓRIO e GARCIA, 2011, p. 129) e que, no cenário nacional, essa política atingiu seu apogeu no início do século XXI. Para isso contribuíram decisivamente as demandas impostas pela LDB de 1996 (BRASIL, 1996) ao instituir a necessidade do estímulo à oferta de cursos a distância no país (Art. 80) e a Década da Educação (1996-2006) na qual se deveriam “realizar programas de capacitação para todos os professores em exercício, utilizando também, para isto, os recursos da educação a distância” (Art. 87, inciso III).

A EaD no Brasil, antes permitida apenas em caráter experimental, passou a ser uma das mais importantes políticas de formação inicial e continuada de professores cujo expoente é o Sistema UAB, (BRASIL, 2006). Por meio de uma consulta realizada no SisUAB foi possível verificar que, até o primeiro semestre de 2015, integravam esse sistema 25 cursos de formação de professores de Física, sendo 24 cursos de Licenciatura na área e um curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física, Química e Biologia. Tratam-se de cursos semipresenciais uma vez que o Decreto n. 5622/2005 (BRASIL, 2005), que regulamentou o Art. 80 da LDB, estabeleceu um modelo único semipresencial para a EaD no Brasil.

Essa legislação definiu que as práticas experimentais e de laboratório devem, necessariamente, ser realizadas presencialmente nos polos de apoio presencial. Além disso, ao considerar que as avaliações presenciais são imprescindíveis e que as notas emergentes nessas avaliações devem prevalecer sobre aquelas oriundas de atividades desenvolvidas na modalidade a distância, o Decreto condiciona que, caso sejam realizadas atividades com experimentos mediados pelas interfaces da internet, essas devem ter um peso inferior aos exames realizados presencialmente. Ao privilegiar a realização de atividades presenciais nos cursos a distância, a regulamentação da EaD no Brasil pode ser assumida como um dos fatos que contribuí para que as atividades desenvolvidas na modalidade a distância ocupem uma posição de segunda ordem em relação às primeiras.

Os cursos de formação de professores de Física ofertados na modalidade a distância, por definição, compreendem a experimentação como um dos pilares centrais da formação de professores. O levantamento apresentado na segunda sessão dessa tese apontou um significativo volume de estudos contendo práticas e reflexões sobre as potencialidades da

experimentação mediada pelas interfaces da internet. Apesar dos entraves impostos pela legislação vigente, tal levantamento evidenciou que esses saberes podem efetivamente contribuir para ampliar as possibilidades do trabalho experimental utilizando para isso suportes digitais.

Nesse sentido, dadas as suas potencialidades pedagógicas, é possível supor que o conhecimento produzido nesse campo do saber, mesmo em face do que estabelece o Decreto n. 5622/2005, pode estar gradativamente sendo inserido nos currículos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Com base nessa hipótese, é possível questionar em que medida os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB têm se apropriado dos conhecimentos produzidos no campo da experimentação mediada pelas interfaces da internet? Para elucidar essa questão, garimpamos enunciados que fizessem referência direta à a esse tipo de experimentação nos PPC dos 25 cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

Os resultados desse segundo movimento de pesquisa estão organizados ao longo dessa sessão da seguinte forma: inicialmente discutiremos acerca da formação de professores de Física no Brasil com o objetivo de situar o quadro atual das demandas por esses profissionais e apontar a UAB como uma necessidade contemporânea; num segundo momento discutiremos sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a formação de professores de Física e as peculiaridades dos cursos de licenciatura em Física ofertados na modalidade a distância apontando a experimentação mediada pelas interfaces da internet como um componente curricular que deve estar presente em suas propostas pedagógicas; por fim, apresentaremos as análises dos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

### **3.1 As demandas por professores de Física e a UAB**

Ao se discutir sobre as singularidades da formação de professores de Física realizada na modalidade a distância é preciso inicialmente situar que o quadro atual pelo qual atravessam os cursos de licenciatura no Brasil, de um modo geral, não é nada animador. O Mal-estar docente (ESTEVE, 1999), está presente na sociedade mesmo entre aqueles sujeitos que ainda vão concorrer às vagas dos cursos de formação de professores. Tal fenômeno está profundamente ancorado na precarização da educação no país e se associa a “fatores como baixo prestígio social da profissão, má remuneração, exigências constantes, indisciplina, [e] violência escolar” (MACHADO, 2015, p. 16).

Especificamente em se tratando dos cursos de formação de professores de Física, esse quadro é ainda mais alarmante. Há de se considerar que, apesar dos professores da educação básica reconhecerem a importância da experimentação no ensino de Física, por vários fatores essa prática tem sido pouco explorada (MARANDINO et. al., 2009). Numerosos fatores contribuem para limitar tais práticas: falta de espaço físico para o laboratório de física, equipamentos defasados ou desgastados pelo tempo, turmas excessivamente numerosas, pouca quantidade de experimentos, falta de condições para o manuseio de equipamentos sofisticados ou perigosos, formação deficiente do professor, ausência de incentivos à formação continuada e à inovações pedagógicas, falta de tempo para o planejamento e a preparação dos experimentos.

Há de se considerar que o sucateamento que os laboratórios de ciências enfrentam não é distinto do que enfrentam os laboratórios de informática no cenário da educação básica. A esse respeito, em 19 de abril de 2015 o Jornal Gazeta de Alagoas, publicou uma série de matérias nas quais foram divulgados resultados de um levantamento realizado pelo Ministério Público do Estado de Alagoas (MPE-AL), segundo o qual 14,9% das escolas não tinham laboratórios instalados e 53,8% dos laboratórios de Ciências e dos laboratórios de informática não funcionam ou funcionam em condições extremamente precárias (GAZETA DE ALAGOAS, 2015).

Nesse cenário é comum encontrar aparatos experimentais destruídos pela ação do tempo, da poeira, da oxidação, da exposição ou pelo manuseio equivocado. Embora algumas escolas tenham recebido kits para a realização de experimentos na área de Ciências da Natureza, em boa parte dessas instituições não possuem espaço físico adequado para a montagem dos kits experimentais. Associado ao problema da falta de material experimental e a falta de espaço físico adequado, não existem recursos humanos com formação mínima adequada para conduzir a prática experimental em Física.

Situação análoga é a dos laboratórios de informática, que segundo a mesma matéria do Jornal Gazeta de Alagoas assume o significado de peça figurativa em meio a estrutura da escola. Esses laboratórios não conseguem dar conta “das turmas de 40 a 45 alunos porque tem apenas sete computadores funcionando, mesmo assim com uma versão bem antiga do sistema Linux” (GAZETA DE ALAGOAS, 2015, p. D2). Computadores antigos, sistema operacional ultrapassado, internet lenta, são alguns dos fatores que têm contribuído para o agravamento do cenário.

Na contramão de todo esse cenário adverso, professores e pesquisadores da área do Ensino de Física têm concentrado esforços no desenvolvimento de EBC (DUARTE, 2012). É

preciso evidenciar que esse movimento se dá unilateralmente da parte dos professores e pesquisadores que atuam na área, mesmo diante das condições adversas impostas à escola. O poder público, que deveria prover os meios necessários e próprios para uma prática experimental saudável têm relegado ao professor a responsabilidade de produzir e executar as atividades experimentais. O esforço dos professores e pesquisadores no desenvolvimento de EBC reflete o desejo dessa comunidade em favorecer uma aprendizagem contextualizada (SILVA JUNIOR et al, 2013).

O ideal era que se pudesse contar com laboratórios de ciências e laboratórios de informática bem equipados e que a estrutura social favorecesse a condução de um bom trabalho pedagógico, inclusive aquele que explora a experimentação, seja ela apoiada em experimentos de bancada, EBC, ou experimentos virtuais. A esse respeito, Duarte (2012) defende que a prática experimental em Física poderia ser mais rica se, num primeiro momento o aluno explorar o experimento convencional e somente depois explorar os experimentos virtuais, pois esses permitem a esses sujeitos alterarem os parâmetros do experimento com muito mais facilidade e forma muito mais rápida. “Essas alterações de parâmetros permitem que o aluno potencialize a sua sensibilidade acerca do fenômeno, sem que, para tanto, tenha que entender ou aplicar, em um cenário totalmente abstrato, a matemática envolvida”. (DUARTE, 2012, p. 541).

Giordan (1999, p. 48) “o papel da experimentação por simulação certamente não é o de substituir a experimentação fenomenológica proposta originalmente”. O autor sugere que num primeiro momento sejam explorados os experimentos convencionais e somente em seguida sejam explorados os experimentos virtuais. Já Bottentuit Junior (2007), afirma que a melhor forma de explorar os laboratórios virtuais com vistas à aprendizagem é por meio da recursividade com a aula teórica em sala de aula e com a aula prática em laboratório real. O autor chama atenção para a importância da “aula teórica”, destacando que, além da combinação dos experimentos reais e virtuais, o professor não pode secundarizar os momentos de reflexão, discussão e argumentação sobre os temas que são propostos nas aulas de Física.

Existe atualmente uma urgente demanda por profissionais habilitados à docência em Física no contexto da Educação Básica (BORGES, 2006). Segundo os dados coletados para o Censo da Educação Superior de 2009 (INEP, 2009), existiam, até o ano de 2007, 260 cursos de Licenciatura em Física, autorizados pelo MEC, ofertados no território brasileiro. No entanto, apenas 57% das vagas oferecidas nesses cursos chegavam a ser preenchidas e apenas 11% dos sujeitos que neles ingressavam, os concluíam.

---



Embora as lacunas por formação de professores de Física apresentadas pelas escolas sejam um bom indicador do número de vagas que precisam ser abertas nos cursos de licenciatura da área, tais demandas não podem ser projetadas apenas com base na diferença entre a lacuna já existente nas redes públicas e privadas de ensino e o número de licenciados em Física que saem regularmente das IES. Segundo Kussada (2012, p. 129) “embora vários tenham optado pelo magistério após se formarem, muitos acabaram abandonando a profissão docente devido a diversas dificuldades”. Uma parte considerável desses sujeitos nem chega a exercer a profissão e entre aqueles que enveredam pela docência, alguns acabam desistindo e seguindo carreira em outras áreas. A pesquisa de Kussada (2012) com os egressos do curso de licenciatura em Física da Unesp de Bauru (1991 a 2008) mostrou que,

dos 52 licenciados (100%) que responderam ao questionário, 40 (76,92%) chegaram a ingressar no magistério após se formar no curso de Licenciatura em Física, sendo que 7 (13,46%) deles tenham atuado exclusivamente no Ensino Superior e 32 (61,53%), em algum momento de sua carreira na Educação Básica. Os dados mostram também que o índice de evasão da docência é grande: dos 40 (76,92%) licenciados que atuaram no magistério, 13 (25%) abandonaram a carreira; 10 (19,23%) destes lecionavam apenas na Educação Básica e 3 (5,76%) no Ensino Superior. (KUSSADA, 2012, p. 20)

Se projetarmos a análise desses dados, podemos afirmar que a cada quatro egressos dos cursos de licenciatura em Física, um abandonou a docência. Os principais fatores apontados para esse fenômeno foram a questão salarial e as péssimas condições de trabalho nas escolas. Nesse sentido, contribuem para alargar as lacunas por professores devidamente habilitados para a docência em Física na Educação Básica, múltiplos fatores que transbordam a diferença entre o número de vagas no mercado de trabalho e o número de egressos das licenciaturas.

Segundo o estudo intitulado “O PNE e os desafios da meta 15” (apud ROSA, 2015), ao longo dos próximos seis anos, quase 50% dos professores do Ensino Médio brasileiro apresentam mais de 40 anos de idade e cerca de 40% de todos os professores que atuam nesse nível de ensino terão condições de aposentadoria até 2021. Além disso, segundo a mesma fonte, chama atenção o fato de que a quantidade de alunos nos cursos de licenciatura se formando caiu 16% no período de 2010 e 2012. Trata-se de assim de uma queda na procura por cursos de licenciatura acompanhada de um vertiginoso aumento da demanda por professores para atuarem no Ensino Médio.

Segundo Marques e Pereira (2002, p. 175), o problema do desestímulo dos sujeitos concorrerem às vagas ofertadas nos cursos de licenciatura não é uma novidade.

No ano de 1997, cerca de 39.800 vagas deixaram de ser preenchidas em 13 diferentes cursos de licenciatura [...]. Desistências, transferências para outros cursos, baixa procura em comparação aos cursos de bacharelado das demais áreas, estes considerados mais nobres, são problemas conhecidos que bem caracterizam, pelo menos nas instituições públicas, o baixo número de formandos. Alguns desses cursos ainda estão concentrados nas universidades federais, como por exemplo o curso de Física. Em 2001, existiam 112 cursos de licenciatura em Física em todo o Brasil, porém somente oito (8) oferecidos nas particulares.

O baixo número de cursos de formação de professores de Física ofertados nas IES privadas também é um indicador da baixa procura por esses cursos. Araujo e Vianna (2011) mostraram que, mesmo sendo a área que mais oferta vagas no mercado de trabalho, o curso de licenciatura em Física é o campeão em vagas ociosas e aquele cuja procura nos exames vestibulares é a mais baixa. Observa-se que “não é somente por questões de preferência pessoal que um terço das vagas ofertadas tenham ficado ociosas em um país com tão poucas oportunidades de cursar uma universidade” (ARAÚJO e VIANNA, 2011, p. 820). Angotti (2006) realizou um estudo por meio do qual estimou que a carência de professores de Física até 2015 para cobrir todas demandas era de pelo menos 65 mil profissionais.

Diversas IPES, preocupadas com esse cenário, decidiram ofertar cursos de formação de professores de Física por meio do Sistema UAB. A exemplo disso, é possível apontar o caso da UFAL, que desde a criação do curso de licenciatura em Física, presencial, no ano de 1974, até o ano de 2014, formou apenas 106 professores. Se partirmos do pressuposto de que o estado de Alagoas está dividido em 102 municípios e combinarmos com os dados apontados por Kussada (2012) e Araujo e Vianna (2008), constataremos que, o número de egressos dessa instituição não tem sido suficiente para atender nem mesmo a demanda local (BARBOSA, 2008). Essa é uma realidade compartilhada por todos os estados da federação brasileira. Os dados apresentados evidenciam que a demanda por professores de Física no Brasil inteiro não só não diminui como aumenta ano a ano, uma vez que não se têm formado um número suficiente para cobrir as lacunas e cada vez menos os egressos dos cursos de licenciatura em Física dão continuidade a sua carreira profissional na docência da educação básica.

A carência por mais e melhores professores no Brasil foi o principal argumento utilizado para que, no cenário da UAB, fossem ofertados cursos de formação de professores de Física. Até o ano de 2015 existiam no cadastro do SisUAB, 24 cursos de licenciatura em Física e 1 curso de licenciatura em Ciências, com habilitações em Física Química e Biologia. Há de se considerar que, se de um lado os cursos da UAB representam uma alternativa para a superação das lacunas na formação de professores de Física no Brasil, por outro lado, o desafio de garantir acesso e permanência dos alunos nesses cursos é ainda maior no cenário da

EaD. Combinam nesse terreno os desafios da formação inicial dos professores de Física e os desafios da própria modalidade a distância. Assim, no que compete a esses cursos, é fundamental que os currículos possam proporcionar experiências significativas que atendam ao perfil dos estudantes e às necessidades contemporâneas da docência.

Uma vez que a experimentação se constitui num dos principais pilares da formação de professores de Física e que os AVA proporcionam aos professores comporem sofisticadas atividades experimentais mediadas pelas interfaces da internet, é possível considerar que esse tipo de experimentação se apresente nos cursos a distância a partir de diferentes formas de expressão: softwares, simulações, vídeos, fotografias, animações, aplicativos, jogos digitais, realidade virtual, realidade aumentada, experimentação remota, dentre outros.

Tais recursos podem apoiar o desenvolvimento de novas formas de experimentação e assim contribuir para que sejam construídas propostas curriculares que favoreçam aos cursos de formação de professores de Física ofertados na modalidade a distância construir uma identidade própria. Assim, a partir de currículos mais ajustados às demandas contemporâneas e à própria realidade da formação de professores, será possível enfrentar os desafios postos na formação de professores de Física e de modo específico àqueles ofertados na modalidade a distância.

### **3.2 Diretrizes para a formação a distância de professores de Física**

A EaD, apesar de não radicalmente antagônica, se diferencia da educação presencial sob muitos aspectos. O planejamento pedagógico nessa modalidade exige diálogo entre os profissionais envolvidos (tutores, designers, programadores, etc.) bem como uma boa exploração das potencialidades dos AVA utilizados. A docência, por sua vez, implica, além de uma interação singular com seus alunos, a produção de um material didático dialógico, que explore diferentes mídias, interaja com os alunos e favoreça, *per si*, experiências significativas de aprendizagem (PIMENTEL, 2010; MERCADO et al, 2016).

Embora a contínua aproximação entre a EaD e a Educação Presencial se identifique como uma macrotendência mundial, é possível considerar que o desenvolvimento de cursos na modalidade a distância não se confunde com a transposição dos cursos presenciais para os cenários dos AVA (BELLONI, 2005; MUGNOL, 2009). Nesse sentido, os currículos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da EaD devem constituir identidade tanto como cursos de formação de professores de Física quanto como cursos genuinamente a distância.

Do ponto de vista legal, aquilo que os identifica como cursos de formação de professores de Física é estabelecido por meio das DCN e aquilo que os faz serem reconhecidos e validados como cursos a distância está estabelecido nas legislações que regulamentam essa modalidade de ensino. O conjunto desses documentos transborda o escopo dessa sessão e nesse sentido, enfocaremos aqui apenas três desses dispositivos: o Parecer n. CNE/CES 1.304/2001, que apresenta as DCN para a formação de físicos; a Resolução n. 2, de 1º de julho de 2015 que institui as DCN gerais para a formação de professores; e o Decreto n. 5622/2005 que regulamenta a EaD no Brasil.

Ao discutir sobre a formação de físicos, o Parecer n. CNE/CES 1.304/2001 afirma que “é praticamente consenso que a formação em Física, na sociedade contemporânea, deve se caracterizar pela flexibilidade do currículo de modo a oferecer alternativas aos egressos” (BRASIL, 2001, p. 1). Tal flexibilidade implica na necessidade de considerar atividades desenvolvidas nas salas de aula e fora delas, obrigatórias e não obrigatórias, presenciais e não presenciais, como componentes curriculares igualmente necessários para a formação de físicos em nível superior (FIOR e MERCURI, 2009).

A estrutura curricular dos cursos de formação de físicos deve ser composta por um núcleo comum e módulos sequenciais. O núcleo comum corresponde a aproximadamente 50% da carga horária e é “caracterizado por conjuntos de disciplinas relativos à física geral, matemática, física clássica, física moderna e ciência como atividade humana” (BRASIL, 2001, p. 7). Os módulos sequenciais específicos da formação do físico-educador

estarão voltados para o ensino da Física e deverão ser acordados com os profissionais da área de educação quando pertinente. Esses sequenciais poderão ser distintos para, por exemplo, (i) instrumentalização de professores de Ciências do ensino fundamental; (ii) aperfeiçoamento de professores de Física do ensino médio; (iii) produção de material instrucional; (iv) capacitação de professores para as séries iniciais do ensino fundamental. Para a licenciatura em Física serão incluídos no conjunto dos conteúdos profissionais, os conteúdos da Educação Básica, consideradas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores em nível superior, bem como as Diretrizes Nacionais para a Educação Básica e para o Ensino Médio (BRASIL, 2001, p. 8).

Transversalmente ao núcleo comum e aos módulos sequenciais, a experimentação pode contribuir para apontar percursos formativos aos egressos. Dependendo da natureza desses cursos, esses egressos podem assumir o perfil de: a) físicos-pesquisadores (no caso dos bacharelados); b) físicos-educadores (no caso das licenciaturas); c) físico-tecnólogo (no caso dos cursos tecnológicos como aqueles que trabalham, por exemplo, nas áreas de dispositivos opto-eletrônicos ou telecomunicações); ou d) físicos-interdisciplinares (no caso dos profissionais que tem uma formação com fronteira com outras áreas como é o caso dos

físicos-médicos, oceanografia física, etc). Independente das especificidades,

O físico, seja qual for sua área de atuação, deve ser um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados em Física, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos e tradicionais e deve estar sempre preocupado em buscar novas formas do saber e do fazer científico ou tecnológico. Em todas as suas atividades a atitude de investigação deve estar sempre presente, embora associada a diferentes formas e objetivos de trabalho (BRASIL, 2001, p. 3).

Para a formação desse perfil profissional, a experimentação em Física deve obrigatoriamente fundamentar o currículo desses cursos superiores. Nesse sentido é preciso considerar que um experimento pode ser entendido como uma tentativa de réplica de “fatos naturais que só acontecem quando intervém nossa ação” (ABBAGNANO, 1998, p. 414). Trata-se de uma réplica reducionista “com planejamentos e orientações metodológicas para as observações e considerações de quem experimenta” (LIMA e TEIXEIRA, 2014, p. 4529). Enquanto o experimento pode ser entendido como um recurso que favorece ao experimentador a verificação e a busca de explicações sobre os fenômenos naturais, identificando e manipulando as variáveis que contribuem para o fenômeno estudado, a experimentação diz respeito à ação de experimentar, ou seja ao uso que se faz do experimento.

Por meio do experimento e da experimentação se buscam conhecimentos que favoreçam a compreensão de fenômenos naturais na construção de modelos explicativos e sua consequente generalização. Nesse sentido, o cientista identifica variáveis que são “manipuladas de maneira pré-estabelecida e seus efeitos suficientemente controlados pelo pesquisador para observação do estudo” (FACHIN, 2006, p. 40). Aproximando os argumentos de Fior e Mercuri (2009), sobre a necessária flexibilização do currículo nos cursos superiores, podemos sugerir que a experimentação nos currículos dos cursos de formação de físicos, deve ser considerada em suas múltiplas formas de apresentação, presencial ou a distância, física ou virtual, obrigatória e não obrigatória, com equipamentos simples ou sofisticados.

Dentro dessa perspectiva, o Parecer n. CNE/CES 1.304/2001 ao definir de modo específico o perfil do físico-educador como aquele sujeito que “dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais” (BRASIL, 2001), chama atenção para as “novas formas de educação científica, como vídeos, ‘software’, ou outros meios de comunicação” (idem). Assim, o uso de vídeos, softwares ou outros meios que possam favorecer a experimentação mediada pelas interfaces da internet, já são considerados, desde a definição do perfil do egresso nas DCN para formação de físicos, como

uma diretriz para esses cursos. Tal diretriz deve contribuir para o desenvolvimento das competências profissionais que os físicos devem possuir:

1. Dominar princípios gerais e fundamentos da Física, estando familiarizado com suas áreas clássicas e modernas;
2. descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais;
3. diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais ou teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados;
4. manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica;
5. desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos. (BRASIL, 2001, p. 4).

A flexibilidade do currículo apoiada nas múltiplas possibilidades para o desenvolvimento do trabalho experimental (convencional ou mediado pelas interfaces da internet) nesses cursos, proporciona aos sujeitos o contato, tanto com os princípios e fundamentos da Física, quanto com a possibilidade de visualização, argumentação e compreensão dos fenômenos apresentados na natureza ou nos meios tecnológicos próprios do nosso tempo. Segundo Lima e Teixeira (2014, p. 4530), a experimentação, “subsidiar o ser humano a elaborar, constatar ou refutar possíveis hipóteses explicativas sobre problemas reais e fenômenos que o experimento busca trabalhar para melhor entendimento do experimentador”, o que claramente contribui para o desenvolvimento das competências apontadas no Parecer n. CNE/CES 1.304/2001.

Dentro dessa perspectiva, o referido parecer afirma que tais competências devem ser alimentadas por habilidades gerais (para todo e qualquer físico) e habilidades específicas (para os bacharéis, tecnólogos e licenciados). Nove são as habilidades gerais apontadas para a formação dos físicos:

1. Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais;
2. resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e a realização de medições, até à análise de resultados;
3. propor, elaborar e utilizar modelos físicos, reconhecendo seus domínios de validade;
4. concentrar esforços e persistir na busca de soluções para problemas de solução elaborada e demorada;
5. utilizar a linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados;
6. utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional;
7. conhecer e absorver novas técnicas, métodos ou uso de instrumentos, seja em medições, seja em análise de dados (teóricos ou experimentais);

8. reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas;

9. apresentar resultados científicos em distintas formas de expressão, tais como relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras (BRASIL, 2001, p. 6).

O uso da matemática como linguagem para expressão de fenômenos naturais, o estímulo à busca de soluções de problemas de Física, a modelagem, a compreensão e apropriação da linguagem científica, o desenvolvimento de técnicas e métodos das ciências naturais, o uso de instrumentos laboratoriais, a articulação dos saberes físicos com outras áreas do conhecimento e a produção do conhecimento na área, perpassam pela experimentação.

De modo específico, a utilização de “diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional” (BRASIL, 2001) está diretamente relacionada com a experimentação mediada pelas interfaces da internet. Assim, é possível considerar que a experimentação se apresenta como possível caminho por meio dos quais os PPC dos cursos de formação físicos podem encaminhar seus alunos ao desenvolvimento das competências e habilidades mínimas necessárias para o exercício profissional.

De modo específico, o Parecer apresenta duas habilidades que devem ser desenvolvidas nos cursos de formação de físicos-educadores:

1. o planejamento e o desenvolvimento de diferentes experiências didáticas em Física, reconhecendo os elementos relevantes às estratégias adequadas;
2. a elaboração ou adaptação de materiais didáticos de diferentes naturezas, identificando seus objetivos formativos, de aprendizagem e educacionais; (BRASIL, 2001)

Além dos saberes específicos da área de Física, esses professores precisam também dominar saberes relacionados à didática e ao desenvolvimento de materiais didáticos. Podemos considerar dessa forma que, para efeitos dessa sessão, a realização de experimentos, embora imprescindível, não é ação suficiente para que os egressos dos cursos de formação de professores de Física possam desenvolver as competências e habilidades mínimas apontadas pelo parecer. É preciso ainda saber construir e utilizar os experimentos como suportes à prática pedagógica.

Embora venhamos ao longo dessa sessão, insistindo que a experimentação convencional e a experimentação mediada pelas interfaces da internet podem se constituir em experiências imprescindíveis aos estudantes dos cursos de formação de físicos, essas não são as únicas vivências que esses sujeitos devem desenvolver ao longo do curso. Além dessas, o Parecer n. CNE/CES 1.304/2001 apresenta outras quatro:

1. ter realizado experimentos em laboratórios;
2. ter tido experiência com o uso de equipamento de informática;
3. ter feito pesquisas bibliográficas, sabendo identificar e localizar fontes de informação relevantes;
4. ter entrado em contato com idéias e conceitos fundamentais da Física e das Ciências, através da leitura de textos básicos;
5. ter tido a oportunidade de sistematizar seus conhecimentos e seus resultados em um dado assunto através de, pelo menos, a elaboração de um artigo, comunicação ou monografia;
6. no caso da Licenciatura, ter também participado da elaboração e desenvolvimento de atividades de ensino.

As duas primeiras vivências apontadas por esse Parecer enfocam a necessidade da experimentação e ao mesmo tempo indicam a necessidade de explorar os recursos das TIC e as interfaces da internet. Além das competências, habilidades e vivências apontadas, os cursos podem estabelecer competências e habilidades específicas para cada PPC. A respeito da formação de professores de Física, é preciso considerar, além das DCN para a formação de físicos, as DCN para a formação de professores.

As atuais DCN para a formação inicial e continuada de professores estão materializadas no texto da Resolução CNE/CP n. 2/2015, fundamentada no Parecer CNE/CP n. 2/2015. Em relação às TIC, as DCN estabelecem o seguinte:

Art. 5º A formação de profissionais do magistério deve assegurar a base comum nacional, pautada pela concepção de educação como processo emancipatório e permanente, bem como pelo reconhecimento da especificidade do trabalho docente, que conduz à práxis como expressão da articulação entre teoria e prática e à exigência de que se leve em conta a realidade dos ambientes das instituições educativas da educação básica e da profissão, para que se possa conduzir o(a) egresso(a):

VI - ao **uso competente das TIC** para o aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) professores(as) e estudantes;

Art. 7º O(A) egresso(a) da formação inicial e continuada deverá possuir um repertório de informações e habilidades composto pela pluralidade de conhecimentos teóricos e práticos, resultado do projeto pedagógico e do percurso formativo vivenciado cuja consolidação virá do seu exercício profissional, fundamentado em princípios de interdisciplinaridade, contextualização, democratização, pertinência e relevância social, ética e sensibilidade afetiva e estética, de modo a lhe permitir:

Parágrafo único. O PPC, em articulação com o PPI e o PDI, deve abranger diferentes características e dimensões da iniciação à docência, entre as quais:

I - estudo do contexto educacional, envolvendo ações nos diferentes espaços escolares, como salas de aula, **laboratórios**, bibliotecas, espaços recreativos e desportivos, ateliês, secretarias;

VIII - desenvolvimento, execução, acompanhamento e avaliação de projetos educacionais, incluindo o **uso de tecnologias educacionais e diferentes recursos e estratégias didático-pedagógicas**;

Art. 11. A formação inicial requer projeto com identidade própria de curso de licenciatura articulado ao bacharelado ou tecnológico, a outra(s) licenciatura(s) ou a cursos de formação pedagógica de docentes, garantindo:



V - projeto formativo que assegure aos estudantes o domínio dos conteúdos específicos da área de atuação, fundamentos e metodologias, **bem como das tecnologias;**

VII - recursos pedagógicos como biblioteca, **laboratórios, videoteca, entre outros, além de recursos de tecnologias da informação e da comunicação,** com qualidade e quantidade, nas instituições de formação; (BRASIL, 2015, grifos nossos)

O uso competente das TIC e a exploração de laboratórios são fazeres docentes enfatizados repetidamente pela Resolução CNE/CP n. 2/2015. Em relação aos professores de Física, um dos pontos em que o uso das TIC e a prática de laboratório se intersectam é na experimentação mediada pelas interfaces da internet. Se entendermos assim, podemos considerar que tanto das DCN para a formação de Físicos, quanto nas DCN para a formação de professores, esse tipo de experimentação contempla o desenvolvimento das competências, habilidades, vivências e fazeres docentes necessários aos professores de Física no cenário contemporâneo.

Quando esses cursos se dão na modalidade a distância, além das DCN que norteiam os cursos de formação de professores de Física, é preciso considerar ainda a legislação que regulamenta a EaD no Brasil. Dentre os dispositivos legais que disciplinam essa modalidade no território nacional, optamos por focar nessa exposição o Decreto n. 5622/2005, por ser ele que regulamenta o Art. 80 da LDB e consequentemente a oferta de cursos a distância no país.

Diferente dos dispositivos legais anteriores e do discurso da própria LDB, o Decreto n. 5622/2005 cita o termo “Educação” e não mais o termo “Ensino” a distância. Segundo Lino e Bueno (2015, p. 183) nessa conjuntura, “a EaD deixa de ter o caráter apenas supletivo, emergencial, que nas legislações anteriores era atribuído às alternativas educativas que utilizavam correspondência, rádio ou televisão para chegar até os alunos, e adquire reconhecimento a partir de suas próprias especificidades”.

Esse decreto apresenta significativos avanços, ao definir em seu Art. 1º, a EaD como modalidade educacional, prever transferência de cursos presenciais para a EaD e vice-versa, dar validade nacional aos diplomas e certificados de cursos e programas a distância e apontar diretrizes para o credenciamento de instituições para a oferta de cursos a distância. Por outro lado, ao estabelecer a obrigatoriedade de momentos presenciais nos cursos a distância, essa legislação institui um modelo único para a EaD. Segundo Vianey (2008, p. 2-3), essa normativa se fundamenta na ideia de que,

uma maior carga de presencialidade nos cursos a distância propiciaria aos alunos um maior contato com os colegas de turma e com professores tutores, serviços de apoio como secretaria, biblioteca e laboratórios de informática, e que a ausência destes

fatores seriam limitadores para uma aprendizagem de qualidade.

O modelo imposto pela legislação obriga os cursos de EaD a se reduzirem à semipresencialidade. Tal modelo, polariza as possibilidades didáticas favorecidas pelo estado atual do desenvolvimento científico e tecnológico da área. Isso pode ser claramente evidenciado logo a partir do Art. 1º do Decreto n. 5622/2005:

Art. 1º Para os fins deste Decreto, caracteriza-se a educação a distância como modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e TIC, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos.

§ 1º A educação a distância organiza-se segundo metodologia, gestão e avaliação peculiares, para as quais deverá estar prevista a **obrigatoriedade de momentos presenciais para:**

**I - avaliações de estudantes;**

II - estágios obrigatórios, quando previstos na legislação pertinente;

III - defesa de trabalhos de conclusão de curso, quando previstos na legislação pertinente; e

**IV - atividades relacionadas a laboratórios de ensino, quando for o caso.**  
(BRASIL, 2005, grifos nossos)

Estabelece ainda no §2º do Art. 4º que “os resultados dos exames citados no inciso II deverão prevalecer sobre os demais resultados obtidos em quaisquer outras formas de avaliação a distância” (idem). No bojo desse enunciado é possível identificar uma significativa cautela com o uso de cursos de EaD na formação inicial. Essa cautela é reforçada no enunciado contido no § 3º do Art. 9º da Resolução CNE/CP n. 2/2015, em que se verifica que a EaD na formação inicial dos professores é uma opção de segundo plano.

Apesar do Parecer que fundamenta essa Resolução fazer menção ao Art. 1º, Inciso VI do Decreto n. 6.755, de 29 de janeiro de 2009 no qual se afirma o compromisso com “a garantia de padrão de qualidade dos cursos de formação de docentes ofertados pelas instituições formadoras nas modalidades presencial e à distância” (BRASIL, 2015, p. 23), o que foi estabelecido no § 3º do Art. 9º da Resolução CNE/CP n. 2/2015, dá margem à problematizar esse entendimento, pois mesmo defendendo a garantia do padrão de qualidade nos cursos presenciais e à distância, no §3º do Art. 9º, a resolução parece sugerir que a qualidade dos cursos presenciais é mais garantida que a qualidade dos cursos a distância.

Apesar do conhecimento acumulado sobre a EaD, oriundo das experiências que precederam a UAB e para além dela, demonstrar que seus resultados podem ser tão significativos quanto os produzidos em outras modalidades de ensino<sup>10</sup> (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009) e que todo este trabalho pode ter fortes repercussões na melhoria do ensino presencial, ainda assim, é possível verificar uma cautela mais acentuada quando se discute sobre essa modalidade (TORRES et al, 2014; CORRÊA e SANTOS, 2009). Para Litto (2009, p. 113), discursos preconceituosos são mais lamentáveis quando emanam da própria comunidade educacional, que ao mesmo tempo em que reclama pela “expansão cada vez maior de acesso ao conhecimento para todas as camadas da sociedade, condena a EaD como se houvesse falta de qualidade, sem justificar essa generalização, contrariando uma vasta literatura científica que demonstra exatamente o contrário”.

Para além das dissonâncias apresentadas nesses dispositivos legais quando se trata da oferta de cursos de formação inicial de professores na modalidade a distância, verifica-se que as DCN para formação de físicos e as DCN para a formação de professores indicam que a experimentação mediada pelas interfaces da internet deve estar presente nos PPC dos cursos de formação de professores de Física. Especificamente nos cursos ofertados por meio da UAB, acreditamos que, por estarem baseados em AVA, uma presença mais significativa da experimentação mediada pelas interfaces da internet em seus PPC poderia ser um elemento que contribuiria para o fortalecimento da identidade desses como cursos genuinamente a distância. Nesse sentido, nos remetemos à consulta e à análise desses PPC.

### **3.3 PPC de formação de professores de Física da UAB**

Na consulta aos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB partimos do pressuposto de que esses documentos eram reflexo do que estava contido nas DCN para formação de físicos e para a formação de professores, bem como das ideias contidas no Decreto n. 5622/2005. Tais documentos poderiam apresentar avanços com relação aos que estava estabelecido nessas legislações, de modo especial em relação à experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Assim, demos início à consulta, leitura e análise desses documentos.

---

<sup>10</sup> “Recentes dados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), com a avaliação de 13 cursos de graduação, mostram que os alunos na modalidade de EaD em 7 de 13 áreas conseguiram resultados superiores comparados aos alunos dos mesmos cursos presenciais” (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009, p. 28).

Inicialmente, para obtenção desses documentos, foi solicitado à Coordenação da UAB/UFAL, que mapeasse no SisUAB os cursos de formação de professores de Física que estavam lá listados e disponibilizasse seus PPC ao autor dessa tese. Como resultado dessa solicitação, foram encontrados 24 cursos de licenciatura em Física e um curso de licenciatura em Ciências Naturais com habilitação em Biologia, Física e Química. A lista com esses cursos pode ser verificada a partir do Quadro 2.

**Quadro 2 – Cursos de formação de professores de Física ofertados pela UAB**

Curso de Licenciatura	Carga Horária	IPES
Ciências Naturais – Habilitação: Biologia, Física e Química	3.900 h	UEPA – Universidade Estadual do Pará
Física	3.226 h	UECE- Universidade Estadual do Ceará
Física	2.954 h	UEM – Universidade Estadual de Maringá
Física	3.200 h	UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz
Física	3.215 h	UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso
Física	3.080 h	UFC – Universidade Federal do Ceará
Física	2.945 h	UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-árido
Física	3.330 h	UFES – Universidade Federal do Espírito Santo
Física	2.970 h	UFG – Universidade Federal de Goiás
Física	3.000 h	UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados
Física	3.355 h	UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora
Física	3.192 h	UFPA – Universidade Federal do Pará
Física	3.220 h	UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Física	3.275 h	UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Física	2.980 h	UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Física	2.835 h	UFS – Universidade Federal de Sergipe
Física	3.000 h	UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
Física	3.180 h	UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
Física	3.530 h	UFT – Universidade Federal do Tocantins
Física	2.855 h	UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
Física	2.910 h	UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá
Física	3.160 h	UFAL – Universidade Federal de Alagoas
Física	3.120 h	UFPI – Universidade Federal do Piauí
Física	3.260 h	IFPA – Instituto Federal do Pará
Física	2.860 h	IFAM – Instituto Federal da Amazônia

Fonte: SisUAB (2015)

Verificamos que nessa lista constavam 5 universidades estaduais, 18 universidades federais e 2 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Assim, os PPC desses cursos foram lidos e analisados com foco em possíveis enunciações acerca da experimentação mediada pelas interfaces da internet. Num segundo momento, essas enunciações foram agrupadas em categorias. A categorização dos PPC levou em conta tanto as categorias emergentes dos dados quanto às categorias definidas *à priori* como abordagens experimentais; experimentos virtuais; laboratórios virtuais; laboratórios remotos; etc.

Trata-se de um estudo de natureza qualitativa (FLICK, 2009), que enfocou a pesquisa

documental nos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB (SÁ-SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2009; PIANA, 2009; BRETAS, 2006). A análise do material se baseou no movimento de leitura e categorização sinalizado pela análise de conteúdo (CAVALCANTE et al., 2014; MOZZATO e GRZYBOVSKI, 2011; FRANCO, 2008; OLIVEIRA et al., 2003). Nesse sentido, ao considerar as informações disponibilizadas nos PPC dos cursos que se voltam para a formação inicial de professores de Física e que são ofertados por meio da UAB, lançamos mão de uma perspectiva indutiva de análise.

Por meio dessa abordagem foram mapeadas as características em comum que os PPC possuíam em relação à experimentação mediada pelas interfaces da internet. Segundo Oliveira et al. (2003, p. 3-4)

a abordagem de análise de conteúdo tem por finalidade, a partir de um conjunto de técnicas parciais, mas complementares, explicar e sistematizar o conteúdo da mensagem e o significado desse conteúdo, por meio de deduções lógicas e justificadas, tendo como referência sua origem (quem emitiu) e o contexto da mensagem ou os efeitos dessa mensagem.

Dessa forma, foram verificadas as frequências e as ausências de itens, descrição e interpretação das categorias. Na medida em que a leitura dos PPC era feita, era definido o *corpus* de análise. Interessavam a nós todas as unidades de sentido, explícitas e implícitas, acerca da experimentação mediada pelas interfaces da internet, as quais vêm-se chamando “enunciações”. A descrição analítica resultou da categorização do *corpus* e consequente interpretação.

Na medida em que as unidades de significado acerca da experimentação mediada pelas interfaces da internet eram localizadas no PPC, iam compondo o *corpus* de dados para essa análise. Num segundo momento, tais unidades de significado foram agrupadas em categorias de acordo com suas similitudes. As categorias emergentes foram organizadas de acordo com o tópico do PPC em que apareciam e com o tipo de recurso que era empregado na experimentação mediada pelas interfaces da internet. Como resultado desse processo de codificação, emergiram as seguintes categorias: a) O perfil do egresso, os objetivos, as competências e as habilidades; b) ementas das disciplinas; c) laboratórios remotos; e d) infraestrutura.

#### **a) O perfil do egresso, os objetivos, as competências e as habilidades**

A leitura dos PPC nos permitiu verificar que as descrições do perfil do egresso, os objetivos, as competências e as habilidades anunciadas nesses documentos reproduziram de

forma hegemônica, em parte ou totalmente, o conteúdo do Parecer CNE/CES n. 1.304/2001. Foi o caso por exemplo dos PPC da UEM, UFC, UFRPE, UFSC, UFG, UFVJM e da UFAL. Essa percepção se torna mais clara quando encontramos objetivos idênticos em PPC de instituições distintas como é o caso por exemplo da UFSC e da UFVJM que definem como um dos objetivos específicos do curso, fazer com que seus egressos consigam:

Planejar, desenvolver ou adaptar materiais didáticos de Física utilizando textos, imagens e formalismo de modo balanceado, roteiros de laboratório, demonstrações, com **auxílio de simulações em computadores e redes**, identificando os elementos relevantes às estratégias adequadas (UFVJM, 2009, p. 12, grifo nosso).

Planejar, desenvolver ou adaptar materiais didáticos de Física utilizando textos, imagens e formalismo de modo balanceado, roteiros de laboratório, demonstrações, com **auxílio de simulações em computadores e redes**, identificando os elementos relevantes às estratégias adequadas (UFSC, 2009, p. 3, grifo nosso).

Tal fenômeno indica que, se de um lado, o cenário da UAB é recente e se constitui num espaço fértil para a emergência de propostas pedagógicas originais, por outro lado, o lugar que esses PPC têm ocupado pode não favorecer o desenvolvimento de propostas singulares. Segundo Veiga (2003, p. 271), dentro dessa lógica, o PPC se reduz a “um documento programático que reúne as principais idéias, fundamentos, orientações curriculares e organizacionais de uma instituição educativa ou de um curso”. Assim, é possível que, para atender às demandas do processo de avaliação, reconhecimento e credenciamento dos cursos, os PPC tenham mantido o texto contido nas DCN sem adaptação para suas realidades.

Outro fator que pode contribuir para esse fenômeno é a própria formação dos propositores dos cursos e PPCs. Para Veiga (2014, p. 329), “muitos docentes exercem a docência sem terem, de forma geral, recebido formação alguma com vistas a essa prática”. Fazendo dessa “uma das fragilidades na atuação dos profissionais que exercem o magistério na educação superior” (VEIGA, 2012, p. 47). Essa argumentação não nega que um bacharel em Física possa ser um bom professor, ou garante que o licenciado o seja. A questão é de identidade com a profissão docente, identidade dos cursos de formação e identidade do próprio professor. Tem a ver com a compreensão do que é ser professor e dos saberes necessários ao exercício da docência (TARDIF, 2012). A contradição se apresenta quando físicos-pesquisadores ou físicos-tecnólogos, que trilharam sua trajetória acadêmica por cursos que não tinham preocupação com a docência, e eles mesmos não se identificam como formadores de professores, passam a ser os principais responsáveis pela formação dos professores de Física que irão atuar na Educação Básica.

Soares (2011, p. 113) acrescenta que “muitas vezes o licenciado aprecia e admira

aquele que faz pesquisa pura [...] mas o contrário não acontece, ou seja, o bacharel, quase sempre, deprecia aquele que se dedica à arte de ensinar”. Obviamente essa consideração não se constitui numa lei, mas nos ajuda a refletir sobre essa questão, uma vez que mesmo nas disciplinas específicas da área de Física, sendo elas disciplinas que contribuem para a formação dos professores, são elas também disciplinas pedagógicas. Nesse sentido, a forma como constam o perfil do egresso, os objetivos, as competências e as habilidades nos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, pode indicar lacunas na formação pedagógica desses professores universitários.

Outros PPC analisados, apesar de não utilizarem a definição do perfil do físico-educador proposta pelo Parecer CNE/CES n. 1.304/2001, ao definir o perfil de seus egressos, também estabelecem uma relação com a experimentação mediada pelas interfaces da internet. É o caso, por exemplo, dos PPC dos Cursos de Licenciatura em Física modalidade a distância do IFPA, da UFPA, da UECE e da UFSM, como segue:

Os egressos dos cursos de licenciatura oferecidos na modalidade à distância **podem realizar atividades de ensino e pesquisa em educação científica mediada por novas tecnologias**. Neste contexto, poderão resultar novas ferramentas tecnológicas apropriadas à formação de professores, o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas relacionadas a essa forma de mediação, bem como contribuir com novos conhecimentos no campo da pesquisa em educação científica (IFPA, 2010, p. 12 e 13, grifo nosso).

Formar um sujeito capaz de desenvolver a “produção de conhecimento no âmbito científico, em particular na área de ensino, com **a geração de métodos e materiais de ensino inovadores**”. (UFPA, 2012, p. 14, grifo nosso).

criar “**atividades acadêmicas e escolares envolvendo o uso das tecnologias da informação e comunicação como ferramentas pedagógicas. Atividades acadêmicas e escolares que adotem a modalidade de educação a distância**” (UECE, 2012, p. 77 e 78, grifo nosso).

Capaz de criar em laboratórios didáticos ambientes que simulem as situações encontradas no desenvolvimento da ciência em geral e da Física em particular, além de ser capaz de improvisar e criar novos experimentos didáticos fazendo uso da integração de seus conhecimentos em Física, Didática, Eletrônica Básica, Instrumentação para Laboratório e **Computação Básica**. (UFSM, 2011, p. 12, grifo nosso)

Diagnosticar e avaliar a solução de problemas físicos tanto de natureza teórica bem como experimental, **fazendo uso de laboratórios virtuais ou reais**, ou ainda fundamentação matemática adequada; [...] Saber utilizar os diversos métodos científicos (experimentais) e recursos tecnológicos (informática) a luz das teorias pedagógicas de modo reflexivo (IFAM, 2012, p. 14, grifo nosso).

A expectativa sobre esses egressos recai no desejo de formar um sujeito capaz de explorar bem o uso das TIC em suas atividades docentes inclusive na experimentação, sinalizando um esforço desses cursos em apontar um perfil inovador. Segundo Arantes-

Pereira et al. (2014, p. 1059), a inovação nesse contexto pode ser entendida “como o conjunto de alterações que afetam pontos chaves e eixos constitutivos da organização do ensino universitário, provocadas por mudanças na sociedade ou por reflexões sobre concepções intrínsecas à missão da Educação Superior”. Nesse sentido, esses PPC apresentam inovações na definição do perfil dos egressos e nos objetivos que aproximam cada vez mais esses sujeitos da experimentação mediada pelas interfaces da internet.

Esses achados indicam que, ao mesmo tempo em que a universidade se apoia na racionalidade técnica, esse é também um lugar de desenvolvimento científico e inovação. O professor universitário pode resignificar seus olhares sobre a prática pedagógica a partir de diferentes experiências como “participação em movimentos populares e sindicais; associações; grupos interinstitucionais de estudo e pesquisa; em projetos de extensão junto à comunidade” (VEIGA, 2012, p. 47), dentre outras. Nesse sentido, a partir das experiências esse professor “assimila discursos críticos que acabam interferindo em suas práticas docentes, por uma necessidade de garantir a coerência entre o discurso e a prática, expressão de um sujeito politizado que defende a transformação das estruturas macrosociais” (idem).

## **b) Disciplinas**

Assim como no perfil do egresso, objetivos, competências e habilidades apontadas nos PPC verificamos enunciações acerca da experimentação mediada por interfaces da internet nas ementas das disciplinas propostas por esses cursos. No entanto, diferente dos elementos anteriores cujo texto do PPC tinha clara simetria com o texto do Parecer CNE/CES n. 1.304/2001, no caso das ementas das disciplinas em que tais enunciações foram encontradas, não foi possível identificar uma reprodução literal de discursos entre os PPC. A leitura dos ementários exigiu que fosse adotada alguma classificação para as disciplinas desses cursos.

A análise permitiu evidenciar algumas disciplinas cujas ementas enunciavam acerca da experimentação mediada pelas interfaces da internet. Apesar de termos como “simulação”, “modelos”, “tecnologia”, “computador”, “EaD”, “software” indicarem possíveis unidades de significado relacionadas a esse tema, só foram consideradas para o *corpus* dessa investigação, as disciplinas cuja ementa se referia diretamente a essa questão. Para esse mapeamento, termos como “uso da tecnologia” ou “uso do computador na educação” que não enfocavam explicitamente as categorias e subcategorias da experimentação mediada pelas interfaces da internet, não foram não compuseram o *corpus* de dados dessa análise. A categorização dessas disciplinas está representada no quadro 3.



**Quadro 3 – Categorização das disciplinas**

(continua)

<b>Didáticas especiais</b>
Introdução às Tecnologias Educacionais – IFPA
Informática Educativa - UECE
Fundamentos da Informática para a Educação – UEPA
Informática Educativa – UFC
Aprendizagem mediada pelo computador – UFC
Informática Educativa – UFGD
Recursos Audiovisuais – UFPI
Fundamentos de tecnologia educacional – UFS
Informática no Ensino da Física – IFAM
O Computador e o Vídeo no Ensino da Física - UECE
Recursos computacionais e audiovisuais aplicados ao ensino de Física – UEM
Informática no Ensino de Física – UESC
Introdução à Informática Educativa no Ensino de Física – UFES
Física Computacional I - UFG
Física Computacional II – UFG
Informática no Ensino de Física – UFJF
Tecnologia no ensino da Física I - UFPA
Física computacional – UFPA
Informática no Ensino de Física – UFPI
Métodos Computacionais em Física – UFPI
Informática no ensino de Física – UFRJ
Métodos de Física computacional – UFS
Informática no Ensino da Física – UFVJM
Informática no Ensino de Física – UNEMAT
Fundamentos da computação – UEM
Instrumentação para o Ensino de Física 3 – UFAL
Instrumentação para o Ensino de Física 4 – UFAL
Metodologia do ensino de Física- IFAM
Instrumentação para o Ensino de Física- IFAM
Instrumentação para o ensino de Física I - UEM
Instrumentação para o ensino de Física II – UEM
Instrumentação para o Ensino de Física II – UESC
Instrumentação e Prática no Ensino da Física Moderna – UFC
Informação, Ciência & Tecnologia no Ensino de Ciências – UFES
Instrumentação para o Ensino de Física I – UFPI
Instrumentação para o ensino de Física II – UFRN
Instrumentação para o ensino de Física I - UFS
Instrumentação para o ensino de Física II - UFS
Instrumentação para o ensino de Física III - UFS
Instrumentação para o ensino de Física IV – UFS
Metodologia para o ensino de física II – UFT
Didática e formação de professores – UFT
Produção de Material Didático- IFAM
Produção de material didático – UEM
Prática de Ensino III - UNIFEI
Prática de Ensino IV – UNIFEI
Prática de Ensino III – objetos digitais de educação – UFERSA
Metodologia e Prática de Ensino de Física – UFSC
Metodologia e Prática de Ensino de Física II – UFVJM

**Quadro 3 – Categorização das disciplinas**

(conclusão)

<b>Conhecimento específico</b>
Física 1- IFAM Física 2- IFAM Física 3- IFAM Física 4- IFAM Temas de Física III - Formas alternativas de energia: mecanismo e utilizações – UEPA Física Geral I – UNIFEI Laboratório de Física A - UFS Laboratório de Física B - UFS Laboratório de Física C - UFS Laboratório de Mecânica Quântica e de Física Nuclear - UFS Laboratório de Física estatística e da matéria condensada – UFS Equações Diferenciais – UNEMAT
<b>Estágios Supervisionados</b>
Estágio supervisionado em Física IV – UFPA Estágio Curricular Supervisionado de Ensino I – UFPI
<b>Outros</b>
Tópicos de Física Ambiental- IFAM

Fonte: Dados dos PPC dos cursos da UAB (2015)

Categorizamos as disciplinas em quatro grupos: Didáticas especiais, Conhecimento específico, Estágios Supervisionados e Outros. Essa classificação se deu em função dos termos que apresentam relação direta com a experimentação mediada pelas interfaces da internet terem sido localizados na descrição do ementário desses PPC. Não significa dizer que esse tipo de experimentação seja realizado apenas nesses componentes curriculares ou que esses saberes sejam mobilizados apenas no campo dessas disciplinas. Segundo Imbernón (2009, p.63),

a formação inicial deve dotar o futuro professor ou professora de uma bagagem sólida nos âmbitos científicos, cultural, contextual, psicopedagógico e pessoal, deve capacitá-lo a assumir a tarefa educativa e toda a complexidade, atuando reflexivamente com a flexibilidade e o rigor necessário, isto é, apoiando suas ações em fundamentação válida para evitar cair no paradoxo de ensinar a não ensinar, ou em uma falta de responsabilidade social e política que implica todo ato educativo e em uma visão funcionalista, mecânica, rotineira, técnica, burocrática e não reflexiva da profissão, que ocasiona um baixo nível de abstração, de atitude reflexiva e um escasso potencial de aplicação inovadora.

A própria flexibilidade curricular anunciada por Fior e Mercuri (2009) indica que os saberes docentes podem ser mobilizados em componentes curriculares obrigatórios e não obrigatórios, ou mesmo em espaços previstos e não previstos nos PPC. Para Tardif (2012, p.36), “o saber docente é plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, oriundo de saberes da formação profissional, disciplinares, curriculares e experienciais”. Nesse sentido, a categorização das disciplinas indica apenas que, nos PPC, existe uma maior propensão em se anunciar a experimentação mediada pelas interfaces da internet no espaço reservado às ementas das disciplinas e, segundo o quadro 3, nas disciplinas relacionadas às didáticas especiais.

O termo didáticas especiais apenas para enfatizar que se tratam de componentes curriculares que enfocam o ensino e de modo particular o ensino de Física. Segundo Veiga (2011, p. 459), “a didática especial é denominada assim porque deve corresponder a cada ciência ou disciplina específica, objeto de um determinado ensino”. Nesse sentido, enquadrados nessa categoria as disciplinas relacionadas à TIC na educação e de metodologia de Ensino de Física. Na segunda categoria, nominada “Conhecimento específico” foram enquadradas as disciplinas que discutiam especificamente o ensino de conteúdos de Física Teórica, Física Experimental e de Matemática (TARDIF, 2012). Na terceira categoria enquadrados os estágios supervisionado. Por fim, enquadrados outros componentes curriculares.

A experimentação mediada pelas interfaces da internet têm contribuído para o desenvolvimento de competências e habilidades a partir de múltiplos e variados componentes curriculares. Esse dado corrobora com o que preconiza o Parecer CNE/CES n. 1.304/2001 quando sinaliza que a experimentação mediada pelas interfaces da internet atravessa os módulos sequenciais e o núcleo comum dos cursos de formação de físicos-educadores. No entanto, observa-se que existe uma forte tendência em explorar esse tipo de experimentação nas disciplinas de didática especial cujo objeto de estudo são as metodologias de ensino e não necessariamente ensino (teórico ou experimental) dos conteúdos da área de Física e Matemática.

Nesse sentido, é preciso considerar que existem pelo menos duas dimensões curriculares acerca da experimentação mediada pelas interfaces da internet. A primeira delas é entendê-la como um conteúdo, a segunda é entendê-la como uma forma de abordar um conteúdo. Identificamos claramente que, enquanto nas disciplinas de didática especial a experimentação mediada pelas interfaces da internet assume o formato de conteúdos, nas disciplinas de conteúdo específico, de estágio supervisionado e outras, embora bem menos frequente, essa experimentação assume o formato de veículo por meio da qual os conteúdos serão abordados, ou seja, de metodologia de ensino.

Esse quadro sugere que parece ser muito mais frequente a preocupação dos cursos em ensinar aos seus alunos possíveis metodologias de ensino, que tomam por base a experimentação mediada pelas interfaces da internet, do que eles mesmos fazerem uso dessa abordagem em suas aulas de Física teórica/experimental e/ou matemática.

### c) O material didático

No cenário na EaD baseada em AVA, o material didático assume “papel relevante por ser um dos principais recursos para viabilizar a interação entre professores e alunos” (MERCADO et al, 2016, p. 102) e deve contemplar diferentes mecanismos por meio dos quais os sujeitos possam desenvolver seus percursos de aprendizagem. Esses mecanismos podem envolver a “leitura de textos; indicação de leituras complementares; hipertextos, simulações; animações; glossários; estudos dirigidos; trabalho científico autônomo; interações síncronas e assíncronas; recursos auditivos e audiovisuais” (idem.). Nesse cenário, o material didático, ao favorecer uma relação dialógica com os alunos, assume a função de mediador do conhecimento.

Tomando por base essa concepção, foi possível verificar que, ao discutirem sobre a composição do material didático, esses PPC indicam a necessária presença de recursos multimídia nesses cursos de formação de professores de Física ofertados pela UAB. Dentre os recursos multimídia apontados, observa-se claramente a indicação de experimentos mediados pelas interfaces da internet:

material didático com a apresentação dos conteúdos curriculares em mídia eletrônica e impressa; exercícios, guia de estudos e objetos de aprendizagem disponíveis em diferentes sites educacionais, por exemplo, **RIVED; materiais instrumentais para utilização nas aulas práticas de laboratório; kits de laboratório de Física;** materiais audiovisuais (vídeo, filmes, programas televisivos). (UFG, 2011, p. 50, grifo nosso).

materiais audiovisuais (vídeo, filmes, programas televisivos, videoconferências) e **interativos (animações interativas, programas simuladores, experimentos virtuais)** (UESC, 2008, p. 26, grifo nosso).

O aluno terá oportunidade de observar a descrição de um conceito através de textos, imagens, vídeos, animações, simulações etc., bem como ver e rever quantas vezes necessitar **exemplos animados**, explicações, textos e anotações de aula, a análise dos colegas e reconstrução do seu próprio portfólio (UFC, 2011, p. 38, grifo nosso).

O curso prevê em seu material didático o uso de Atividades, guia de estudos e objetos de aprendizagem disponíveis em diferentes sites educacionais, por exemplo, **RIVED;** Materiais audiovisuais (vídeo, filmes, programas televisivos). (UFERSA, 2009, p. 33)

Importante aqui é ressaltar a grande quantidade de objetos de aprendizagem já disponíveis nos diversos “sites” da Internet, materiais audiovisuais: fitas de áudio, vídeo, transmissões de programas por televisão. [...] **kits de física com experimentos virtuais** desenvolvidos pelo [Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN] DFTE e/ ou adquiridos no mercado especializado; suporte informático: sistemas multimeios (cd-rom), videoconferência etc.; Computadores instalados nos pólos na quantidade necessária com facilidades de software e acesso a Internet. (UFT, 2009, p. 96-97, grifo nosso)

Importante aqui é ressaltar a grande quantidade de objetos de aprendizagem já disponíveis nos diversos “sites” da Internet, materiais audiovisuais: fitas de áudio, vídeo, transmissões de programas por televisão. [...] **kits de física com experimentos virtuais** desenvolvidos pelo [Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN] DFTE e/ ou adquiridos no mercado especializado; suporte informático: sistemas multimeios (cd-rom), videoconferência etc.; Computadores instalados nos pólos na quantidade necessária com facilidades de software e acesso a Internet. (UFRN, 2004, p. 33, grifo nosso)

Nesse sentido, sendo o currículo um território em disputa (ARROYO, 2011), no que concerne à análise das ementa das disciplinas ofertadas nos cursos de formação de professores de Física da UAB, observou-se que a experimentação mediada pelas interfaces da internet tem ganhado espaço em meio aos recursos didáticos e às práticas pedagógicas que vêm sendo realizadas nesse cenário formativo.

Por outro lado, chama atenção ainda o fato de ter sido muito recorrente a repetição a expressão “materiais audiovisuais (vídeo, filmes, programas televisivos)” nos PPC dos cursos de UFG, UESC e UFERSA. Chama atenção ainda o fato dos PPC dos cursos da UFRN e da UFT terem reproduzido o mesmo trecho em seus PPC. Essa constatação pode sinalizar para o fenômeno já identificado na discussão apresentada na primeira categoria dessa análise: “perfil do egresso, objetivos, competências e habilidades”, reforçando a ideia de que é preciso aprofundar nesses cursos o debate sobre o papel e a importância dos PPC e ao mesmo tempo avançar no debate acerca da necessária formação pedagógica para os professores que atuam no ensino superior.

#### **d) Laboratórios Remotos**

Ao longo da análise dos PPC, foi recorrente o discurso da necessidade de utilizar recursos multimídia para o apoio às práticas pedagógicas desenvolvidas nos cursos de formação de professores de Física. Por outro lado, quase não se previu a experimentação remota como componente curricular. O PPC do curso de licenciatura em Física a distância da UFRPE prevê a exploração de laboratórios remotos. Segundo esse PPC,

Um dos pontos responsáveis pela deficiência no conhecimento e compreensão de ciência pelos alunos é a falta de laboratórios em escolas. Esse problema é um pouco menor nas universidades. Algumas universidades, da rede pública e privada, possuem bons laboratórios que passam a maior parte do tempo ocioso. Por outro lado, os governos não têm verbas suficientes para construir um laboratório em cada escola. Pensando nesse problema, propomos implementar uma rede de laboratórios que possam ser acessados à distância. Mesmo acreditando que esse recurso não substitui os laboratórios presenciais, **por mais precários que pareçam**, é melhor ter acesso a um laboratório remoto que não ter contato algum com práticas básicas de fenômenos científicos.[...]. O conjunto de recursos e laboratórios disponíveis em

algumas instituições que iniciam a criação deste núcleo com laboratórios controlados remotamente já permitem o uso de uma metodologia que explora quatro abordagens diferentes para um mesmo princípio ou fenômeno científico (UFRPE, 2013, p. 21, grifo nosso).

O curso avança no sentido da proposta de implementação de uma rede de laboratórios remotos nas escolas pernambucanas. No entanto, deixa claro que essa é uma forma de precarização e que não substitui os laboratórios convencionais. Esse tipo de laboratório só deve se apresentar em função da inexistência de laboratórios convencionais, pois “é melhor ter acesso a um laboratório remoto que não ter contato algum com práticas básicas de fenômenos científicos” (idem).

O uso do laboratório remoto aqui, parece estar em sintonia com a ideia dos EBC. Ambos parecem resultar de esforços individuais dos professores, sejam eles da educação básica ou do ensino superior. Na ausência de um projeto nacional que efetivamente reconheça sua importância e que valorize as práticas experimentais nas instituições de ensino, os laboratórios virtuais, os laboratórios remotos e os EBC só serão implementados como resultado dos esforços individuais dos professores e refletirão o aprofundamento da precarização que vivencia a educação brasileira. Há de se registrar que, afora o curso de licenciatura em Física da UFRPE, nessa análise não encontramos registros claros de que outro PPC mencionado os laboratórios remotos.

#### e) **Infraestrutura**

A análise dos PPC nos permitiu verificar ainda que existem grupos já consolidados nas universidades que vêm se dedicando ao desenvolvimento de recursos que favorecem a experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet. Tais grupos, conforme anunciado nesses PPC têm propulsionado as práticas experimentais nos cursos de licenciatura em Física ofertados pela UAB. É o caso, por exemplo, da UFRN, da UFPA e da UERJ, que utiliza materiais do consórcio Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ), como pode ser verificado a partir das seguintes citações:

A utilização de materiais audiovisuais será bastante facilitada na sua produção pela existência na UFRN de dois importantes setores: a **Oficina de Tecnologia Educacional**, tradicional produtora de vídeos educativos (UFRN, 2004, p. 33, grifos nossos).

o **Laboratório de Pesquisa e Experimentação em Multimídia** da [Assessoria de Educação a Distância] AEDi está envolvido ainda no desenvolvimento de um repositório institucional de conteúdos multimídia (usando o Dspace) (UFPA, 2012, p. 28, grifo nosso)

**O Laboratório Didático do Instituto de Física da UFRJ** foi criado em 1988, com o objetivo de preparar e tornar disponível material didático para uso em sala de aula das diversas disciplinas de Física da graduação da UFRJ; prestar atendimento a professores e alunos dos cursos de Física da UFRJ; e prestar atendimento a alunos, professores e escolas do ensino médio. [...] Nessa sala, o laboratório coloca à disposição de interessados seu acervo de experiências (são mais de 150, a maioria construída por monitores e professores no próprio laboratório), vídeos e softwares de ensino de Física para utilização em suas aulas (UFRJ/CEDERJ, S/D, p. 42, grifo nosso).

A produção de conteúdos multimídia para apoio à prática experimental mediada pelas interfaces da internet é o mote da Oficina de Tecnologia Educacional da UFRN, da Laboratório de Pesquisa e Experimentação em Multimídia da UFPA e do Laboratório Didático do Instituto de Física da UFRJ. Tais experiências sinalizam para a estruturação de uma política interna das IPES que reflete o compromisso de desenvolver recursos que apoiem esse tipo de experimentação. No entanto, há de se destacar que várias situações concorrem para que tais laboratórios possam ser criados e consolidados, dentre os quais o apoio institucional, a formação dos professores, o regime de trabalho, os recursos financeiros disponíveis, o espaço físico, a disposição de equipamentos básicos para o desenvolvimento desses laboratórios.

Diante desse panorama, foi possível verificar que os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB têm aspirado um perfil de egresso que explore a experimentação apoiada nas TIC. Essa diretriz se expressa no discurso contido nesses PPC a partir de pelo menos duas dimensões curriculares: 1) a experimentação mediada pelas interfaces da internet como um conteúdo das disciplinas de didática especial; e 2) esse tipo de experimentação como uma metodologia de ensino das disciplinas de Física (teórica ou experimental) ou de Matemática.

Percebemos ainda que, embora esses PPC tenham mencionado a importância do uso de recursos multimídia como apoio às práticas experimentais com esse e até mesmo tenham anunciado a implementação de laboratórios específicos para o desenvolvimento desses recursos, pouco se discutiu acerca da experimentação remota. Verifica-se assim, um avanço no sentido de implementar como diretriz curricular a experimentação mediada pelas interfaces da internet. Por outro lado, observa-se, pela forma como são redacionados esses documentos, que é preciso refletir mais e melhor sobre o lugar que os PPC ocupam no interior desses cursos e mesmo acerca da formação pedagógica do professor universitário que atua na área de Física.

Observamos que alguns PPC descreveram laboratórios de pesquisa e de desenvolvimento de recursos multimídia para suporte à experimentação mediada pelas interfaces da internet. Nesses laboratórios, tanto se produzem os recursos, quanto se explora o

uso desses. A partir desses, os professores podem compor laboratórios virtuais. Para isso é fundamental identificar as características que favorecem a composição desses ambientes bem como as possibilidades de uso desses experimentos. Acerca das possibilidades de composição dos laboratórios virtuais e suas possibilidades de uso, discutiremos na sessão seguinte.



#### **4 COMPOSIÇÃO E USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS**

Experimentos virtuais têm sido desenvolvidos por professores, pesquisadores e programadores para atender às demandas de suas instituições ou de organismos governamentais (FUJII e SILVEIRA, 2006). Esses recursos quando disponibilizados na internet, favorecem a outros sujeitos construírem as mais variadas estratégias de experimentação (ESCANHOELA e STUDARD, 2012; SIQUEIRA e TORRES, 2010). Esse movimento de criação, classificação, organização, distribuição e recuperação de experimentos virtuais por meio da internet, está em profunda sintonia com o conceito de objeto de aprendizagem (OA).

Os OA se caracterizam por serem unidades digitais, granulares, que podem ser reutilizadas e combinadas umas com as outras para formar unidades maiores (PRATA e NASCIMENTO, 2007; ALVES e SOUZA, 2005; SOUZA et al., 2007; GELIZ et al, 2013, p. 6). Essa lógica de composição favorece aos professores, mesmo àqueles que não têm conhecimentos avançados de programação, criarem, a partir de experimentos virtuais unitários, laboratórios que podem ser executados na tela do computador (MERCADO et al, 2009).

Esses laboratórios virtuais podem servir a diferentes finalidades didáticas: demonstração, comprovação/verificação, investigação ou problematização (LIMA e TEIXEIRA, 2014; AZEVEDO et al., 2009; GIORDAN, 1999; FRANCISCO JUNIOR et al., 2008; CARVALHO et al., 2013; e BASSOLI, 2014). Tais finalidades dialogam com diferentes perspectivas sobre o que é a Ciência e sobre o seu ensino. Algumas concepções que podem apoiar essas diferentes perspectivas são os paradigmas apriorista, empirista, positivista ou contrutivista (SILVA et al., 2012; CARDOSO e PARAÍSO, 2014; GALIAZZI et al., 2001; ROSA, 1999; SERÉ et al., 2003; GASPAS, 2004; BRICCIA, 2013; GIARDINO, 2007).

No caso específico dos laboratórios virtuais se voltarem para a condução de práticas pedagógicas construtivistas, o professor poderá explorar os experimentos mediados pelas interfaces da internet a partir de variadas estratégias didáticas tais como: a) os três momentos pedagógicos; b) método POE; c) metodologia Hands-on ou Hands-on-Tec; d) os ciclos de modelagem; dentre outras (MACÊDO et al, 2012; MENDES et al., 2012; BACHION e PESSANHA, 2012; SILVA e OLIVEIRA, 2009; BELLUCCO e CARVALHO, 2014; PEREIRA et al., 2014; PEREIRA e ROSA, 2014).

Em face dessas possibilidades de composição e uso dos experimentos mediados pelas

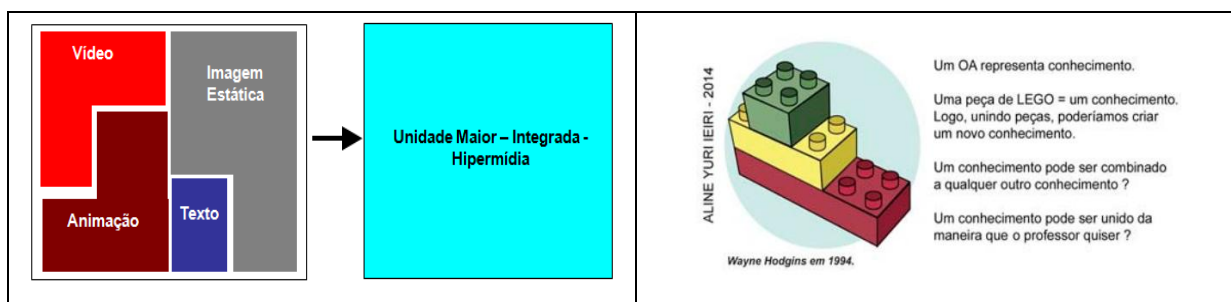
interfaces da internet, tomaremos o espaço dessa sessão para discutir acerca das possibilidades de composição de laboratórios virtuais a partir de OA, bem como sobre os usos que podem ser feitos desses laboratórios. Dessa forma, num primeiro momento discutimos sobre os OA e os repositórios de OA; num segundo momento, apresentamos concepções e estratégias didáticas a partir das quais os professores podem organizar esses laboratórios virtuais; e por fim, indicamos algumas abordagens a partir das quais os professores podem conduzir sua prática experimental mediada pelas interfaces da internet.

#### 4.1 Composição de laboratórios virtuais a partir de objetos de aprendizagem

A temática dos OA vem sendo discutida no Brasil desde a década de 1990 quando o MEC manifestou interesse em desenvolver unidades digitais autocontidas, que não precisavam de orientações externas para seu uso (MERCADO et al., 2009). Comumente, encontram-se na literatura diferentes termos para definir esses conteúdos: objetos de aprendizagem (PRATA; NASCIMENTO, 2007), objeto virtual de aprendizagem (MERCADO, 2008), objetos digitais de aprendizagem (ALVES; SOUZA, 2005), objetos educacionais (SOUZA et al., 2007); “*objetos de enseñanza, pedagógicos, instruccionales, académicos, de conocimiento, de contenido, o de información*” (GELIZ et al., 2013, p. 6).

Não há ainda um consenso sobre quem primeiro utilizou o termo “objetos de aprendizagem” para denotar essas unidades de instrução. Porém, muitos o creditam à Wayne Hodgins, que teria criado o termo ao observar seu filho brincando e construindo coisas com o jogo Lego enquanto pensava sobre estratégias de aprendizagem (MIRANDA et al., 2011). A metáfora do Lego foi a primeira a ser utilizada para explicar a lógica de composição proporcionada pelos OA. Uma representação dessa metáfora pode ser visualizada a partir da Figura 1.

**Figura 1 – Metáfora do Lego**



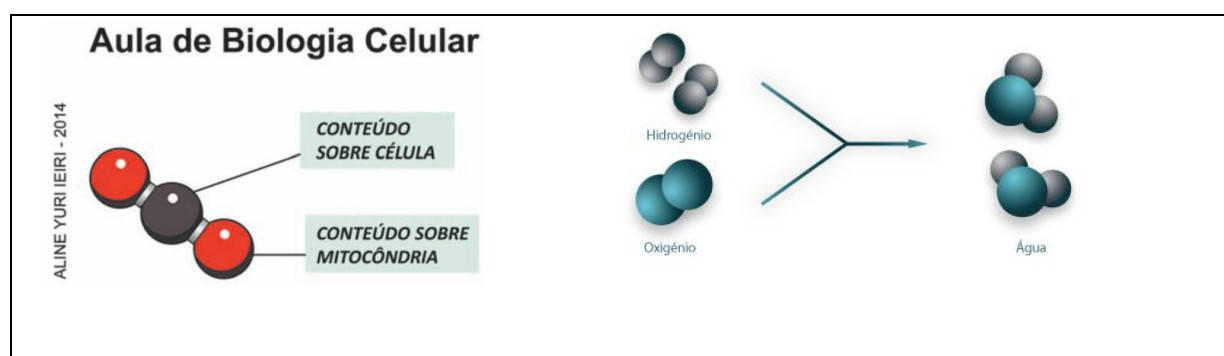
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Fonte: BRAGA (2014)

A partir dessa representação é possível perceber que os OA podem ser unidades tão pequenas quanto um pequeno vídeo, ou texto, ou uma imagem estática, ou mesmo uma animação gráfica. Esses recursos podem ser combinados para formar uma unidade maior, hipermediática e com um propósito educacional bem definido. Sua granularidade permite que um mesmo OA possa ser utilizado em conjunto com outros OA e com isso possa formar novas unidades de conteúdo, favorecendo assim novas experiências de aprendizagem.

A metáfora do Lego, apesar de favorecer a compreensão da lógica compositória dos OA, apresenta uma grave fragilidade, pois transparece a falsa impressão de que, assim como qualquer peça do Lego se combina a qualquer outra peça do jogo, parece que qualquer OA se combina com qualquer outro OA e produz um resultado interessante. Isso não é uma verdade. Nem sempre quando se juntam três ou quatro OA numa mesma unidade, essa combinação é harmônica. Nesse sentido, Wiley (2000) sugeriu a metáfora do átomo em substituição à metáfora do Lego.

**Figura 2 – Metáfora do átomo**



Fonte: BRAGA (2014)

Fonte: <<http://migre.me/v93pQ>>. Acesso: 4 out. 2016

Nessa representação percebemos que, para uma aula de biologia celular, as unidades de conteúdo precisa ser concatenadas de tal maneira que dialoguem entre si e proporcionem ao final da cadeia, atingir aos objetivos propostos para essa aula. A molécula de oxigênio quando combinada com duas moléculas de hidrogênio, produz água que, embora conserve os elementos originais em sua estrutura molecular, se constitui numa substância significativamente distinta de suas geratrizes. Ao tomar essa metáfora, reconhecemos que a composição de OA maiores a partir de OA menores, produz novos recursos que podem assumir funções singulares e distintas dos elementos que o geraram.

Segundo Miranda et al. (2011, p. 3) essa substituição é válida no sentido de que, “(a) nem todo átomo pode ser combinado com outro átomo; (b) átomos só podem ser montados em certas estruturas prescritas pela sua própria estrutura interna; e (c) alguma instrução é

necessária para juntar átomos”. Nesse sentido, um laboratório virtual pode resultar da combinação de diferentes experimentos virtuais desde que exista harmonia nessa combinação.

Para que as atividades propostas nesse laboratório tenha um sentido lógico, os experimentos virtuais precisam dialogar entre si. A combinação entre eles precisa ser harmônica, e a mediação pedagógica precisa estar em sintonia com a estrutura das atividades propostas nesse laboratório.

Desde a década de 1990, quando o termo foi criado, até o momento, ainda não se chegou a uma definição precisa acerca do conceito de OA. Autores como Souza et al. (2012) e o LTSC (2002) entenderam que OA pode ser qualquer recurso digital ou não-digital utilizados em contextos de ensino ou aprendizagem. Outros autores como Behar et al., (2008); Sá Filho e Machado (2003) e Rocha e Oliveira (2014) definiram OA como recursos digitais que podem ser utilizados para suporte às práticas pedagógicas. Escanhoela e Studard (2012) e Siqueira e Torres (2010) consideraram como OA apenas os recursos digitais que foram projetados com fins educacionais. Já para autores como Campos et al. (2014), além de serem digitais, apoiarem as práticas pedagógicas, e terem sido desenvolvidos com propósitos educacionais bem definidos, esses OA precisam ser combináveis com outros OA e em seu bojo é fundamental que exista um desafio cognitivo.

Apesar da polifonia em torno do conceito de OA, existem aspectos gerais que caracterizam esses conteúdos. Segundo Geliz et al. (2013, p. 7), as principais características de um OA são:

- **Reutilización:** Objeto con capacidad para ser usado en contextos y propósitos educativos diferentes y para adaptarse y combinarse dentro de nuevas secuencias formativas.
- **Educatividad:** Con capacidad para generar aprendizaje.
- **Interoperabilidad:** Capacidad para poder integrarse en estructuras y sistemas (plataformas) diferentes.
- **Accesibilidad:** Facilidad para ser identificados, buscados y encontrados gracias al correspondiente etiquetado a través de diversos descriptores (metadatos) que permitirían la catalogación y almacenamiento en el correspondiente repositorio.
- **Durabilidad:** Vigencia de la información de los objetos, sin necesidad de nuevos diseños.
- **Independencia y Autonomía** de los objetos con respecto de los sistemas desde los que fueron creados y con sentido propio.
- **Generatividad:** capacidad para construir contenidos, objetos nuevos derivados de él. Capacidad para ser actualizados o modificados, aumentando sus potencialidades a través de la colaboración.

Dentre as características apontadas, destacamos a reusabilidade e a granularidade como as mais citadas entre os autores. Para Lagresca et al. (2012, p. 546), a reusabilidade diz respeito à capacidade dos OA poderem “ser utilizados em diferentes situações de

aprendizagem”. Silveira et al. (2006, p. 69/70) afirmam que “a granularidade de um objeto refere-se ao grau de detalhe ou precisão da informação nele contida, assim como também refere-se a seu tamanho, capacidade de decomposição e potencial de reuso”.

Se tomarmos a metáfora do átomo proposta por Wiley (2000), podemos afirmar que “OA podem estar dispostos como átomos (OA de alta granularidade), que permitem uma grande variedade de combinações entre si. Ou podem ser como macro-moléculas (OA de baixa granularidade), entidades complexas, porém com menor capacidade de recombinação.” (BEVILAQUA et. al., 2010, p. 4).

A reusabilidade e a granularidade estão relacionadas uma com a outra e são diretamente proporcionais. Segundo Gibbons et al. (2003 apud SILVEIRA et. al. 2006, p. 70), “quanto mais um objeto é reutilizável, mais difícil a automatização do seu reuso. Da mesma maneira, quanto menos reusável um objeto for, mais fácil é a automação de seu reuso”. Fujii e Silveira (2006, p. 214) complementam essa ideia afirmando que “para aumentar o potencial de reutilização dos OA é necessário diminuir o grau de acoplamento entre eles, ao mesmo tempo em que se mantém uma fina granulação de conteúdo”.

Uma vez que se dispõe de quantidade considerável de OA, necessita-se organizá-los e classificá-los. Os bancos de dados que os armazenam são denominados Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA), estes podem ser entendidos como o local no qual os OA são armazenados, classificados, catalogados e acessados. Segundo Fujii e Silveira (2006, p. 213) um repositório de objeto de aprendizagem “não permite somente o armazenamento e a recuperação dos dados, mas também seu compartilhamento e reuso”. Esses ROA são construídos com o objetivo de facilitar a recuperação dos OA pelos usuários, utilizando-se dos metadados para isto. Para Lagresca et al. (2012, p. 546), “um repositório é um local normalmente integrado a um sistema de aprendizagem, no qual os OA ficam organizados e armazenados, facilitando futuros acessos”.

Segundo Giardino (2007, p. 141), “é necessário ajudar o aluno a localizar a informação procurada, e saber avaliar se é confiável, de maneira a estimular a reflexão crítica”. Dessa forma, o desafio de compor um laboratório virtual exige que o professor não só saiba onde encontrar os recursos digitais necessários, como também exige que saiba selecioná-los adequadamente. Para contribuir com essa questão no sentido de indicar possíveis ROA, listamos no quadro 4 alguns desses que têm sido validados e explorados pelos professores e pesquisadores em ensino de Física.

**Quadro 4 – Repositórios de OA**

<b>Repositório</b>	<b>Site</b>
HowStuffWorks? Como tudo Funciona	< <a href="http://www.hsw.uol.com.br/">http://www.hsw.uol.com.br/</a>
e-Física	< <a href="http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/">http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/</a> >
Laboratório e Ciência	< <a href="http://chemlab.byu.edu">http://chemlab.byu.edu</a> >
Experimentos Virtuais da UFRJ	< <a href="http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos">http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos</a> >
Simulations and Games	< <a href="http://www.mrmont.com/games/">http://www.mrmont.com/games/</a> >
Applets Java de Física	< <a href="http://www.walter-fendt.de/ph14br/">http://www.walter-fendt.de/ph14br/</a> >
Physclips	< <a href="http://www.animations.physics.unsw.edu.au/">http://www.animations.physics.unsw.edu.au/</a> >
Fisicanimada	< <a href="http://www.fisicanimada.net.br">http://www.fisicanimada.net.br</a> >
Regents Exam Prep Center Physics	< <a href="http://www.regentsprep.org/Regents/physics/physics.cfm">http://www.regentsprep.org/Regents/physics/physics.cfm</a> >
compadre	< <a href="http://www.compadre.org">http://www.compadre.org</a> >
Domínio Público	< <a href="http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.jsp">http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.jsp</a> >
DSpace	< <a href="http://www.dspace.org/">http://www.dspace.org/</a> >
CAREO	< <a href="http://www.careo.org">http://www.careo.org</a> >
FREE	< <a href="http://www.ed.gov/free">http://www.ed.gov/free</a> >
Maricopa Learning Exchange	< <a href="http://www.mcli.dist.maricopa.edu/mlx/">http://www.mcli.dist.maricopa.edu/mlx/</a> >
MERLOT	< <a href="http://www.merlot.org">http://www.merlot.org</a> >
PhET	< <a href="http://phet.colorado.edu/">http://phet.colorado.edu/</a> >
BIOE	< <a href="http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/">http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/</a> >
Pion	< <a href="http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/">http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/</a> >
CESTA - CINTED	< <a href="http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/cestadescr.html">http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/cestadescr.html</a> >
NUTED	< <a href="http://www.nuted.ufrgs.br/objetos/">http://www.nuted.ufrgs.br/objetos/</a> >
KlickEducação	< <a href="http://www.klickeducacao.com.br/">http://www.klickeducacao.com.br/</a> >
Micro&Gene	< <a href="http://www.ib.usp.br/microgene/index.php?pagina=atividades">http://www.ib.usp.br/microgene/index.php?pagina=atividades</a> >
Copyleft Perason	< <a href="http://www.copyleftpearson.com.br/busca.aspx">http://www.copyleftpearson.com.br/busca.aspx</a> >
Science Netlinks	< <a href="http://www.sciencenetlinks.com/">http://www.sciencenetlinks.com/</a> >
Intute	< <a href="http://www.intute.ac.uk/">http://www.intute.ac.uk/</a> >
Wisc	< <a href="http://www.wisc-online.com/">http://www.wisc-online.com/</a> >
Profetic	< <a href="http://www.profetic.org/">http://www.profetic.org/</a> >
John Kirky's Cell Biology Animation	< <a href="http://www.johnkyrk.com/">http://www.johnkyrk.com/</a> >
Graxaim	< <a href="http://www.graxaim.org/gmt/oa/termo/termolb.html">http://www.graxaim.org/gmt/oa/termo/termolb.html</a> >
Universidade do Minho Vlabs	< <a href="http://vlabs.uminho.pt">http://vlabs.uminho.pt</a> >
Laboratório Virtual da PUC-RJ	<a href="http://www.labvirtual.cbpf.br">www.labvirtual.cbpf.br</a>
Laboratório Virtual de Física da Unileste	< <a href="http://www.virtual.unilestemg.br/laboratorio/index.htm">http://www.virtual.unilestemg.br/laboratorio/index.htm</a> >
Sala de Física	<a href="http://www.saladefisica.com.br">www.saladefisica.com.br</a> >
Laboratório Virtual de Física da UFSC	< <a href="http://www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html">http://www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html</a> >
Ministério de Educacion Y Ciencia – Espanha	< <a href="http://w3.cnice.mec.es/recursos/rec-psb.htm">http://w3.cnice.mec.es/recursos/rec-psb.htm</a> >
Universidade de Oxford – Reuno Unido	< <a href="http://www.ox.uc.uk">http://www.ox.uc.uk</a> >
LabVirt USP	< <a href="http://www.labvirt.futuro.usp.br">http://www.labvirt.futuro.usp.br</a> >
Rede Interativa Virtual de Educação	< <a href="http://rived.proinfo.mec.gov.br">http://rived.proinfo.mec.gov.br</a> >
Genetic Science Learning Center the university of Utah	< <a href="http://learn.genetics.utah.edu/">http://learn.genetics.utah.edu/</a> >

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Uma interface semelhante aos ROA são os Referatory (NASCIMENTO, 2009). Nos ROA os OA os sujeitos podem fazer download ou upload dos conteúdos direto da interface do ROA. Os Referatory não disponibilizam essa possibilidade. Tratam-se de interfaces que reúnem links de conteúdos digitais que são disponibilizados em ROA. A exemplo dos Referatory é possível citar o PET Física UEM <<http://www.pet.dfi.uem.br/>> que

disponibiliza em sua interface vários links que remetem o sujeito a experimentos virtuais contidos em diferentes ROA

Caso o sujeito deseje encontrar um OA para sua aula de Movimento Uniformemente Variado (MUV), numa turma do ensino superior e de preferência com exemplos relacionados à queda livre, ele precisará de instrumentos de busca e descritores que possibilitem a ele, antes de visualizar o OA, ter conhecimento de que esse OA se encaixa nessa descrição. Desse modo, os metadados sobre os OA são fundamentais. Souza et al. (2012, p. 3), definem os metadados como “descrições sobre o objeto, informações a respeito de dados”. Ao disponibilizar os OA nos ROA, é fundamental que os primeiros conttenham os metadados que os descrevam.

Dadas as múltiplas possibilidades de criação de OA, sejam eles pequenas unidades ou unidades que resultam da combinação de unidades menores, os resultados podem variar significativamente e dependerão, em primeiro plano, da necessidade pedagógica do professor. Nesse sentido, é possível recuperar os OA por meio dos ROA ou criar seus próprios OA de acordo com suas próprias necessidades. Geralmente, a criação de OA implica a articulação de uma equipe multidisciplinar a qual envolve: a) profissionais especialistas na área de ensino para a qual o OA está sendo desenvolvido; b) equipe de programação; c) equipe pedagógica e; d) uma equipe de design gráfico.

Assim, se o professor de Física desejar compor um laboratório virtual de Física para explorar as 3 Leis de Newton, por exemplo, ele pode recorrer aos ROA ou aos Referatory, fazer o download dos experimentos virtuais que enfocam a temática do laboratório, organizar a atividade de modo que os diferentes experimentos virtuais possam ser combinados numa sequência lógica e harmônica e que sua exploração possa produzir sentidos e significados junto aos alunos e assim contribuir para a aprendizagem desses sujeitos. Há de se considerar porém que a composição dos laboratórios virtuais pode servir a diferentes propósitos de aprendizagem e a diferentes tipos de experimentação dependendo das concepções e abordagens que se fizerem presentes.

#### **4.2 Concepções e abordagens acerca da experimentação no ensino de Física**

As Ciências Naturais são consideradas ciências empíricas “porque [nelas] a experimentação tem um papel central no processo de produção de novos conhecimentos” (RIBEIRO JUNIOR et al, 2012, p. 1). Nesse sentido parece ser consensual a importância da experimentação no ensino de Física. Para Bassoli (2014, p. 580) “esse aparente consenso

deriva, sobretudo, de uma concepção empírica sobre a ciência e seus métodos, atribuindo a esta, um caráter eminentemente prático”. Em face dessa concepção, as Ciências Naturais se aproximam fortemente de um pensamento Positivista que entende a Ciência como verdade absoluta.

Tal ideário está presente não só entre os professores de Física, mas se encontra difundido nos mais variados grupos sociais e pode ser verificado não só na forma como se apresenta nas escolas, mas também em noticiários jornalísticos, filmes, desenhos animados, programas do governo, folders de escolas e universidades. (CARDOSO e PARAÍSO, 2015). Na contramão desse discurso, Carvalho et al. (2013); Francisco Junior et al. (2008) e Lima e Teixeira (2014) defendem abordagens experimentais mais reflexivas para o ensino e a aprendizagem de Ciências da Natureza, percebendo-a como uma, dentre várias, linguagens (CHASSOT, 2003) e que favorecerá aos sujeitos o instrumental necessário para a leitura do mundo que o cerca (HODSON, 1994; HURD, 1958).

Existem múltiplas visões acerca do papel da experimentação no ensino de Ciências (SILVA et al., 2012; CARDOSO e PARAÍSO, 2014; GALIAZZI et al., 2001). É possível considerar que o papel da experiência no desenvolvimento do conhecimento humano é tão antigo quanto os primórdios da filosofia. Segundo Rosa (1999, p. 289), “desde há muito tempo a Filosofia vem discutindo [...] as formas pelas quais alguém pode vir a conhecer alguma coisa”.

Na Idade Moderna a discussão do conhecimento emerge com a oposição entre Idealismo e Empirismo. No primeiro, trata-se de estabelecer os limites da razão no intento de produzir um conhecimento eminentemente teórico. É o movimento da razão que estabelece os limites e as regras de sua operação. No segundo, trata-se de uma corrente de pensamento que defende que o acesso ao fenômeno se dá por meio dos sentidos básicos do ser humano, responsáveis por captar o experimento e permitir a organização do mesmo pelo entendimento. Para Rosa (1999, p. 289), na perspectiva empirista, “a experiência é a fonte ontológica de todo conhecimento sobre o qual a razão vai trabalhar. [...] Esta experiência pode envolver realidades externas ao sujeito (materialismo) ou internas (de natureza psicológica)”.

Dessas duas correntes de pensamento, surgem dois métodos de investigação: o método dedutivo, proposto por René Descartes, representando o Idealismo; e o método indutivo, proposto por Francis Bacon, representando o Empirismo. Ambos marcam o conhecimento experimental a partir da modernidade.

O método indutivo parte da observação de fenômenos particulares. Assim, “o acúmulo de observações e dados, ambos derivados do estágio de experimentação, permite a formulação



de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência do problema em estudo e do número de experimentos concordantes” (GIORDAN, 1999, p. 43). Se observarmos o céu noturno e virmos que o primeiro objeto que surge cintila aos nossos olhos, o segundo que surge produz o mesmo efeito visual, e assim o terceiro e o quarto apresentam o mesmo comportamento, por indução podemos afirmar que todos os objetos celestes cintilam aos nossos olhos.

Alguns OA são desenvolvidos tomando por base uma estratégia de aprendizagem indutiva. Canto Filho et al. (2013), preocupados com o elevado nível de retenção nos primeiros anos dos cursos de Engenharia, desenvolveram e apresentaram uma metodologia de construção e uso de OA que vem sendo desenvolvida na Escola de Engenharia da UFRGS. Nesses OA, “as proposições são introduzidas através de observações específicas, casos de estudo ou problemas, a partir dos quais o estudante é estimulado a inferir regras e teorias. Tratam-se, portanto de modalidades de aprendizagem por descoberta” (op. cit., p. 4).

Num movimento inverso ao do método indutivo, o método dedutivo proposto por Descartes, estabelece a predominância de um enunciado geral sobre os eventos particulares. Assim, sabemos que todas as estrelas são, na verdade, grandes esferas de plasma. Se Antares, a alfa da constelação do escorpião, é uma estrela, por dedução, sabemos que Antares é também uma grande esfera de plasma. Galafassi et al. (2013) apresentaram o OA “Heráclito” que enfoca o problema da Dedução Natural na lógica proposicional tratado na disciplina de Lógica do curso de Ciências da Computação.

Outra corrente da filosofia da Ciência e que emergiu no final da modernidade foi o Positivismo. Nesse período Augusto Comte apresentou uma nova forma de conceber o conhecimento e assim lançou as bases da filosofia positiva. Na perspectiva positivista, “a Ciência é uma verdade incontestável. Sua validade é defendida e comprovada pelo método científico, o qual não permite a existência de dúvidas quanto ao conhecimento produzido por ela” (SILVA et al, 2012, p. 130). O rigor empírico é o fundamento da prática científica que é a única forma por meio da qual se pode afirmar a verdade. O método então concebe um sistema composto por todos os elementos existentes na realidade. Cada um desses elementos é comparado a um órgão que exerce uma função específica. Se um ou mais desses órgãos deixar de funcionar adequadamente, todo o sistema será comprometido.

Dentro dessa concepção é possível identificar uma verdadeira aversão ao erro sendo esse, algo que deve a todo custo ser evitado. Assim, a rigidez das leis das Ciências Exatas é transposta para o campo das Ciências Humanas e integram uma nova forma não só de se pensar mas também de se realizar os experimentos. Na abordagem Positivista, o experimento

surge como “veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos constituíam a palavra final sobre o entendimento do fenômeno em causa” (GIORDAN, 1999, p. 43).

Esse pensamento foi hegemônico e determinou as práticas pedagógicas em Física, sem ser fortemente questionado, até meados de 1970 quando no Brasil, os programas curriculares e a realidade política da época favoreceram a emergência da pós-graduação em Ensino de Ciências/Física e a realização de eventos científicos da área. Novas correntes de pensamento favoreceram o questionamento do Positivismo nas práticas de ensino e conduziram os pesquisadores a proporem alternativas para esse método.

Os questionadores do Positivismo, problematizam a importância do erro na produção do conhecimento científico por meio da experimentação. Para Giordan (1999, p. 43), “o erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo”. Assim, se entende a Ciência como uma construção humana coletiva na qual se busca um acordo na direção do que se considera cientificamente aceito. Dentro dessa perspectiva, a argumentação e o diálogo se tornam elementos fundamentais na experimentação contemporânea. O erro passa a se constituir como disparador de debates e fonte de aprofundamento técnico-científico. Assim, o papel do professor se faz fundamental no sentido de explorar tais recursos com vistas à uma intensa problematização de sua natureza, da origem do modelo que gerou a representação gráfica bem como das aproximações e distanciamentos do fenômeno natural.

Para Seré et al. (2003, p. 32), “a maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno”. Abordagens mais contemporâneas permitem a problematização dos princípios que estão definidos na literatura, o levantamento de hipóteses, questionamento dos dados e padrões matemáticos alcançados, a comparação por meio de variados arranjos experimentais, avaliação de limites e possibilidades do método, etc.

Como exemplos de OA que podem favorecer essa abordagem problematizadora é possível apontar os que foram produzidos pelo Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA), do professor Romero Tavares, da UFRN. Algumas das interfaces desses OA podem ser visualizadas a partir da Figura 3.

Figura 3 – OA do NOA/UFRN



Fonte: <<<http://migre.me/v94bX>>>

Esses experimentos virtuais podem ser realizados sob diferentes abordagens: verificação (observar se o modelo proposto é válido), comparação de modelos (observar sob que condições modelo proposto pode funcionar ou não), comparação de métodos experimentais (utilizar o mesmo aparato mas mudar a metodologia, por exemplo no experimento da refração da luz, inverter o meio incidente e o meio refrator numa segunda análise e comparar os resultados); conceber um experimento (o aluno desenvolvendo seu próprio aparato e roteiro experimental); etc.

O professor nesse cenário é um maestro, um arquiteto de percursos e um gestor das práticas pedagógicas. Mas não é um transmissor de verdades nem um detentor do conhecimento. Segundo Gaspar (2004, p. 85-88),

Nenhuma experiência é autoexplicativa – sem a orientação do professor, os alunos muitas vezes nem sequer vêem o que se espera ou se deseja que vejam. E mesmo quando vêem e com essa visão se encantam, não há razão para supor que isso seja o bastante para que aprendam os conceitos que dela podem ser extraídos. Não é possível acreditar que, pela simples observação do apagar de uma vela tapada por um copo, um grupo de alunos possa concluir que a chama apagou porque consumiu

o oxigênio aprisionado<sup>11</sup>; ou que observando um bastão atritado com um lenço atrair papeizinhos alguém possa, sem conhecimento teórico prévio, concluir que o lenço cedeu ou tirou elétrons do bastão, este polarizou eletricamente os papeizinhos e assim os atraiu.

Assim, “a tarefa do professor como educador é a de ser um facilitador da aprendizagem” (MACÊDO et al, 2012, p. 608). No trabalho pedagógico com os experimentos virtuais é fundamental que o professor problematize e estimule os sujeitos a participarem do debate, fazendo do momento de experimentação um fórum de discussão. Os possíveis erros cometidos não devem ser reprimidos pois são o combustível para esse debate remetendo o grupo à novas problematizações.

Nesse sentido, segundo Briccia (2013, p. 123), o professor precisa ter equilíbrio na condução do trabalho experimental. Ele não pode promover um trabalho muito guiado pois esse pode impossibilitar aos alunos construir novos caminhos. Por outro lado, o trabalho também não pode ser muito solto pois isso pode “levar a não construção adequada dos conhecimentos, a não observação das ideias dos alunos, impedindo que o professor detecte concepções não adequadas sobre o tema, por exemplo”.

Segundo Giardino (2007, p. 140), a educação “precisa transformar as potencialidades de seus estudantes em realidade, e para tal é necessário que o professor ajude, oriente, apoie, incentive, instigue, provoque, lembrando-se que o aluno é o ator principal e construtor de sua aprendizagem”. Na condução da prática experimental, “os professores devem utilizar estratégias de ensino que ajudem os alunos a reconhecer conflitos e inconsistências no seu pensamento, pois estes favorecem a construção de novos conhecimentos, mais coerentes” (CARVALHO et al, 2013, p. 36) e para esse fim, a problematização é fundamental.

#### **4.3 Modelos e estratégias didáticas para as práticas pedagógicas experimentais**

Os paradigmas modernos e contemporâneos de experimentação repercutem em diferentes modelos de práticas pedagógicas em ensino de Ciências. Para Silva et al. (2012, p. 129), “quando pensamos nas práticas escolares de sala de aula, podemos dizer que existem, de maneira geral, três modelos principais que inspiram as noções de ensino e aprendizagem”. São eles: modelo empirista; modelo apriorista; e modelo construtivista.

Em modelos pedagógicos empiristas, se considera que o conhecimento é externo ao sujeito e que é por meio dos estímulos exteriores captados pelos órgãos dos sentidos que o sujeito pode aprender. Nesse modelo o professor é detentor do conhecimento uma vez que ele

---

<sup>11</sup> Ver Galiazzi et al (2005)

próprio se constitui num estímulo externo devendo sua fala e seus movimentos serem captados pelos sentidos dos alunos. O ato de ensinar é ao mesmo tempo um estímulo e um organizador dos demais estímulos do ambiente. O aprendizado se traduz na capacidade dos alunos de absorverem o que é transmitido pelo professor e pelo ambiente no qual estão imersos. A experimentação nesse modelo está baseada em demonstrações experimentais e na reprodução de experimentos com base em roteiros rígidos que devem ser executados passo a passo.

O modelo apriorista toma por base o Idealismo que, em última instância entende que a realidade só existe a partir do sujeito. Nesse sentido, “o professor apriorista acredita que seu aluno aprende porque possui características *a priori* ou inatas que o permitem aprender” (idem, p. 91). Uma espécie de bagagem hereditária a partir da qual é possível classificar os sujeitos em pelo menos dois grupos: aqueles que tem as condições e querem desenvolver e os demais que, sem motivação para tal não lograriam êxito. Aos primeiros, bastaria favorecer o acesso aos recursos necessários e por suas próprias capacidades conseguiria aprender. Assim, “o apriorismo serviria para explicar por que alguns não aprendem pela experimentação: neste caso não seriam possuidores de dom ou talento inatos para serem cientistas e investigadores” (SILVA et al., 2012, p. 132).

Por fim, o modelo construtivista, que, segundo Silva et al. (2012, p. 133) “para este professor, toda aula necessita partir de questionamentos, pois estes revelam o que já conhecemos do objeto a ser conhecido e o que desejamos aprender”. Nessa linha de argumentação, o primeiro movimento de uma atividade experimental precisa ser a problematização. O quadro 5 sintetiza esses modelos.

**Quadro 5 – Modelos que inspiram as práticas experimentais**

(continua)

Modelos	Características epistemológicas	Características pedagógicas	Características das atividades experimentais
<b>Empirismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O conhecimento está fora do sujeito.</li> <li>- A experiência sensorial e os estímulos exteriores levam à aprendizagem.</li> <li>- Os modos de conhecer dependem de condicionamento do comportamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O professor é detentor do conhecimento.</li> <li>- O ensino gera a aprendizagem através da organização dos estímulos.</li> <li>- Aprendem todos os que podem absorver o que é transmitido pelo professor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstração da prática.</li> <li>- Repetição pelo aluno do que foi demonstrado.</li> <li>- Materiais bem organizados e roteiros passo a passo.</li> <li>- Criação de um cotidiano artificializado.</li> </ul>

**Quadro 5 – Modelos que inspiram as práticas experimentais**

(conclusão)

<b>Apriorismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O conhecimento provém exclusivamente do sujeito.</li> <li>- Os dons e os talentos inatos determinam as possibilidades de aprender.</li> <li>- O conhecimento depende da bagagem hereditária e do amadurecimento das estruturas biológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O aluno detém o conhecimento e o professor não pode intervir.</li> <li>- A aprendizagem surge da capacidade inata de conhecer, então a aula é para despertar esse conhecimento preexistente.</li> <li>- Aprendem os que têm vocação e dom para o campo de conhecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação dos mais aptos e com talento natural.</li> <li>- Materiais atrativos para despertar o conhecimento.</li> <li>- Perspectiva lúdica e de recreação, a fim de identificar os que gostam.</li> <li>- Parte apenas do desejo dos alunos.</li> </ul>
<b>Construtivismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os processos de conhecer situam-se em uma interação entre sujeito e objeto.</li> <li>- Aprender é síntese entre os conhecimentos prévios e as novas aquisições.</li> <li>- A ação é a origem do conhecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O professor é um problematizador das situações.</li> <li>- As situações didáticas mobilizam experiências anteriores e procuram desafiar os alunos para irem além.</li> <li>- Aprendem aqueles que podem agir sobre seus objetos de conhecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O experimento mobiliza saberes existentes, mas procura avançar.</li> <li>- O experimento é organizado para proporcionar feedback.</li> <li>- Envolve reelaboração e construção de hipóteses e novidades.</li> </ul>

Fonte: SILVA et al (2012).

O uso do termo “construtivismo” está sendo feito no sentido mais amplo que ele pode oferecer e não necessariamente limitado à visão estruturalista na qual se origina e se desdobra no pensamento de nomes como Piaget e Ausubel.

O modelo construtivista apontado por Silva et al. (2012) representa o conjunto de esforços teórico-metodológicos daqueles que defendem que a prática pedagógica no ensino de Ciências, principalmente a prática pedagógica experimental, não pode secundarizar e muito menos se furtar de seu elemento primeiro que é a problematização. No conjunto de propostas ou abordagens teórico-metodológicas construtivistas, para usar os termos de Silva et al. (2012), diversos métodos de ensino têm se apresentado tais como: os três momentos pedagógicos, o método POE (prever-observar-explicar), a metodologia Hands-on ou Hands-on-Tec, os ciclos de modelagem.

Todas essas, tomam por base a construção de sequências didáticas (SD). Para Bachion e Pessanha, (2012, p. 2), “a SD permite a articulação entre diferentes disciplinas, o que favorece a interdisciplinaridade. Desta forma, o conteúdo é explorado dentro de um contexto, o que passa a fazer sentido ao aluno”. As SD enfocam a interdisciplinaridade para favorecer a aprendizagem das coisas e partem de uma problematização. Esses autores entendem que

a presença da problematização em sequências didáticas é essencial, pois possibilita o levantamento e a valorização do conhecimento prévio dos alunos, permitindo a construção de esquemas mentais, que levam a reorganização de ideias e ao avanço no processo ensino-aprendizagem. [...] problematizar não se trata de formular qualquer problema, mas questões que mobilizem o educando à aprendizagem, que proporcionem conflitos que levem o aluno a repensar suas explicações (idem, p. 7).

Há de se considerar que, para além de sua definição geral, as SD têm sido apresentadas em variadas subcategorias: Sequências Didáticas Interativas (SILVA e OLIVEIRA, 2009); Sequências de Ensino por Investigação (BELLUCCO e CARVALHO, 2014), etc. Para as considerações tecidas aqui, tomaremos a definição mais geral do termo.

Os três momentos pedagógicos foram propostos em meados da década de 1980 por Demétrio Delizoicov. Nessa abordagem, a organização da prática pedagógica deve se dar a partir do esquema: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A descrição desses momentos pode ser verificada no quadro 6.

#### Quadro 6 – Os três momentos pedagógicos

<b>a) Problematização inicial</b>	Este momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao conteúdo que será estudado, tendo o professor papel relevante nas discussões. No primeiro momento: São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completamente ou corretamente, porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.
<b>b) organização do conhecimento</b>	Na organização do conhecimento, considerando a orientação metodológica, poderão ser utilizadas as mais variadas estratégias de modo que os estudantes se apropriem do conhecimento científico (conceitos, definições, leis, relações, etc.) e possam ser capazes de responder às questões estabelecidas na problematização inicial.
<b>c) aplicação do conhecimento</b>	O objetivo deste momento é aplicar o conhecimento, até então construído, na análise e interpretação da problematização inicial, bem como em outras questões e/ou situações que podem ser compreendidas por meio do mesmo conhecimento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016) - Adaptado de MACÊDO et al. (2012)

Como exemplos das aplicações dos OA no contexto dos três momentos pedagógicos é possível apontar as experiências de Bulegon e Tarouco (2015); Roldi et al. (2016) e Salomão e Auth (2013). Bulegon e Tarouco (2015) exploraram o uso de OA para fomentar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes de uma escola estadual do Rio Grande do Sul. Para isso, elaboraram um conjunto de atividades com o uso de OA referente ao conteúdo de Termodinâmica nas aulas de Física. As atividades foram organizadas no modelo metodológico dos três momentos pedagógicos e foram disponibilizadas no AVA Moodle. Roldi et al. (2016) exploraram o uso de OA com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Santa Teresa-ES, para a composição de uma SD baseada nos três

momentos pedagógicos na qual estava em foco o estudo da química celular. Já Salomão e Auth (2013) exploraram os OA no interior de um projeto de intervenção cujo tema foi “Horta Escolar”. O projeto foi realizado numa turma de 6º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública de Goiás. A proposta pedagógica contou com o desenvolvimento de planos de aulas elaborados com base nos três momentos pedagógicos e enfocou o conceito de “Fotossíntese”.

Uma segunda abordagem didática na qual podem ser explorados os OA é o método POE. Segundo Carvalho et al. (2013, p. 54), “ao utilizar a experimentação numa perspectiva demonstrativa, com vista à familiarização com fenômenos e acontecimentos científicos, parece ser substancialmente relevante a estratégia de ensino conhecida genericamente por “Prever-Observar-Explicar”. O método POE consiste numa alternativa para deixar o laboratório menos prático e mais reflexivo. Segundo Mendes et al. (2012, p. 6), no método POE, “deve-se pedir aos estudantes que façam uma previsão do que ocorrerá em uma determinada situação, relatando-a e, após a atividade experimental, apontar o que se observou e expor (explicar) qualquer discrepância entre a observação e sua previsão”. O quadro 7 apresenta a descrição dos quatro passos sequenciais dessa abordagem.

#### Quadro 7 – Método POE

<b>Momento inicial</b>	i) inicialmente, o professor descreve detalhadamente aos alunos a atividade que irá ser efetuada
<b>Prever</b>	ii) de seguida, pede-se que efetuem uma previsão escrita do que vai acontecer
<b>Observar</b>	iii) durante a demonstração/experimentação, realizada por professor ou pelos alunos, estes registram as suas observações e é então feita uma confrontação entre estas e as previsões efetuadas
<b>Explicar</b>	iv) segue-se um debate, do qual deverá resultar a explicação do fenómeno observado. Considera-se implícito que na fase de explicação, cada aluno deve efetuar uma reflexão sobre as suas próprias concepções, compará-las com as dos colegas e confrontá-las com os conhecimentos cientificamente aceites, o que lhe permite fundamentar a explicação do fenómeno

Fonte: Elaborado pelo autor (2016) - Adaptado de CARVALHO et al. (2013).

Como exemplos de aplicações do método POE, com o apoio dos OA, é possível apontar as experiências de Araujo et al. (2012); Dorneles et al. (2006) e Piepper e Andrade Neto (2015). Araujo et al. (2012) apresentaram o uso de uma ferramenta para o delineamento de atividades computacionais potencialmente significativas, o diagrama AVM (Adaptação do V de Gowin para a Modelagem). Durante o processo de criação do diagrama AVM como um instrumento heurístico para a modelagem e simulação computacionais aplicadas ao ensino de Física (OA) foram considerados elementos da metodologia P.O.E. Pieper e Andrade Neto (2015) exploraram o uso de OA num curso técnico de Automação Industrial do campus



Camaquã/RS do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio Grandense. O conceito focado foi a Lei de Faraday-Lenz e a proposta de ensino tomou por base o método P.O.E. Dorneles et al. (2006, p. 488) enforaram o uso de simulação e modelagem computacionais, especificamente com o software Modellus no ensino de circuitos simples, constituídos somente por baterias e dispositivos resistivos, e de circuitos RLC”. Nesse estudo os autores propõem uma estratégia de ensino que envolve além de atividades computacionais, atividades presenciais baseadas no método P.O.E.

Outra abordagem construtivista é a Metodologia Hands-on ou Hands-on-Tec, que traduzindo do inglês significa “Mãos na massa” ou “mãos na tecnologia”. Para Pereira et al. (2014, p. 125-127) essa metodologia “foi criada para contribuir com a inovação do ensino de Ciências, com o propósito de dar oportunidade à criança de ter um primeiro contato com esse campo do conhecimento, levando-a a observar, manipular, registrar e refletir sobre determinados fenômenos”. Assim como nos casos anteriores, tal metodologia se apresenta numa ordem de passos, ou fases, que devem ser cumpridos. As fases da metodologia Hands-on ou Hands-on-tec são apresentadas por Pereira e Rosa (2014) e podem ser visualizadas no quadro 8.

**Quadro 8 – Fases de uma atividade hands-on-tec**

<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>
Apresentação	Socialização com o grande grupo	Utilização das Tecnologias Educacionais
Problematização	Contextualização do professor	Relatório Individual
Levantamento de hipóteses		
Experimentação		

Fonte: Elaborado pelo autor (2016) - Adaptado de PEREIRA; ROSA (2014)

Para Pereira et al. (2014, p. 132) “a estratégia pedagógica Hands-on-Tec potencializa a figura do aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Durante as discussões, não é o professor que fornece as respostas, mas os alunos que as identificam dentre as várias opiniões apresentadas e testadas”.

Para exemplificar possíveis usos dos OA em estratégias didáticas Hands-on-Tec, é possível apontar os trabalhos de Pereira e Schuhmacher (2013) e Lapolli et al. (2009). Pereira e Schuhmacher (2013) utilizaram a estratégia Hands-on-Tec (observação, investigação, registro e discussão) no ensino de conceitos de Física Moderna e Contemporânea, durante uma oficina pedagógica com alunos de ensino médio em uma escola no interior de Santa Catarina. A SD envolveu o estudo das escalas de medidas, o estudo do átomo e o estudo da luz e se apoiou no uso de OA. Lapolli et al. (2009) apontou a abordagem hands-on-tec como uma metodologia ágil e que pode contribuir para o desenvolvimento de OA. Segundo esses

autores, a metodologia hands-on-tec pode facilitar esse processo permitindo a modelagem das funcionalidades baseadas nos requisitos de comportamento do aluno.

Por fim, mas sem a pretensão de esgotar as possibilidades metodológicas para o trabalho experimental em Física mediado pelas interfaces da internet, apontamos os ciclos de modelagem, cuja descrição de seus estágios pode ser verificada a partir do Quadro 9.

#### Quadro 9 – Ciclos de Modelagem

<p><b>Primeiro Estágio:</b> Desenvolvimento do modelo</p>	<p>1) Discussão pré-laboratorial: professor apresenta o problema</p> <p>2) Investigação: em pequenos grupos, os alunos trabalham no planejamento e na condução de experimentos</p> <p>3) Discussão pós-laboratorial: em conjunto os alunos apresentam e justificam as suas conclusões na forma oral e escrita por meio dos quadros brancos.</p>
<p><b>Segundo Estágio:</b> Implementação do modelo</p>	<p>Alunos implementam o modelo recém confeccionado em outras situações</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas</li> <li>• Novos experimentos</li> <li>• Implementação computacional</li> </ul>

Fonte: HEIDEMANN et al. (2012)

Hestenes (1996 apud Heidemann et al., 2012), propõe que o ensino de Ciências seja desenvolvido por meio de ciclos de modelagem. Esses ciclos por sua vez estão estruturados em dois estágios principais: a) desenvolvimento do modelo e b) implementação do modelo. Os OA podem protagonizar esses dois estágios, presencialmente ou a distância. Por meio do Software Modellus os sujeitos podem desenvolver OA e implementá-los. Como exemplos disso, podemos citar as experiências descritas por Maia e Firteman (2009) e Ribeiro e Teles (2014).

Maia e Fireman (2009) exploraram o uso do software Modellus com 8 alunos do ensino médio envolvidos no PIBIC-Jr da UFAL. Esses alunos foram desafiados a reproduzir no Modellus o fenômeno do “quicar da bola”, quando uma bola é lançada a partir do chão para o alto, sobe desacelerando, atinge a altura máxima, para, e retorna em movimento acelerado sob a ação da gravidade atingindo o chão com a mesma velocidade em que foi lançada, considerando um sistema ideal. No entanto, o princípio de conservação da energia de um sistema, faz com que esse movimento não cesse quando a bola chega ao chão, ela “quica”. A reprodução desse fenômeno a partir do software Modellus, envolveu a combinação de muitas equações dentre elas as que descrevem o MUV e o princípio de conservação da

energia de um sistema.

Outro exemplo do uso de atividades de modelagem com o software Modellus é a experiência descrita por Ribeiro e Teles (2014, p. 11), com 10 estudantes do 3º período do Curso de Licenciatura em Matemática a distância do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) que cursavam o componente curricular “Física” no 1º semestre de 2011. Esses autores exploraram a modelagem de fenômenos relacionados ao Movimento Uniforme (MU) disponibilizando no AVA Moodle “atividades de investigação, construção e formulação de hipóteses através de simulações virtuais utilizando o software Modellus” (RIBEIRO e TELES, 2014, p. 11).

Verifica-se que em todas as abordagens construtivistas citadas, embora os diferentes momentos, etapas ou fases possam receber diferentes elementos, a primazia de todas elas é da problematização. Esse é o principal elemento definidor dessa abordagem construtivista para o ensino de Ciências.

#### 4.4 Enfoques e concepções acerca dos laboratórios didáticos de Física

A sala de aula de Física (presencial ou a distância) ao se constituir num cenário de experimentação, pode ser considerada um laboratório de atividades experimentais. Para Rosa (2003 apud PEREIRA et al., 2012, p. 681-682) o laboratório de Física pode assumir pelo menos três enfoques:

- a) **laboratório programado**: faz uso de roteiros estruturados de forma a facilitar, para o aluno, a aprendizagem de conceitos, relações, leis e princípios já estabelecidos;
- b) **laboratório com ênfase na estrutura do experimento**: tem o mesmo objetivo do programado, mas busca isso por meio da identificação da estrutura do experimento por parte do aluno em um tipo de laboratório não estruturado;
- c) **laboratório sob enfoque epistemológico**: assim como o anterior, trata-se de um laboratório não estruturado, buscando, por meio do relacionamento de vários aspectos, levar o estudante a identificar a natureza do conhecimento e o modo como ele é produzido. (grifo nosso)

A forma como os roteiros são utilizados podem variar em função do tipo de laboratório que o professor deseja construir em sua sala de aula. Na perspectiva do laboratório programado, os alunos poderão estar sozinhos ou em grupos, interagindo com o experimento, tomando por base um roteiro o qual pode orientar todas as etapas de montagem, execução e inclusive de análise do experimento. Roteiros desse tipo podem ser encontrados na internet a partir de uma variedade de endereços como pode ser verificado no quadro 10.

**Quadro 10 – Roteiros experimentais**

Site	Endereço Eletrônico
Mão na Massa: ABD da Educação Científica	< <a href="http://www.cdcc.usp.br/maomassa/experimental.html">http://www.cdcc.usp.br/maomassa/experimental.html</a> >
Experimentos de Física para o Ensino Médio e Fundamental com Materiais do dia-a-dia	< <a href="http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/">http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/</a> >
Experimentoteca	< <a href="http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/">http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/</a> >
Ciências para professores	< <a href="http://educar.sc.usp.br/ciencias/">http://educar.sc.usp.br/ciencias/</a> >
Física com ordenador	< <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm</a> >

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os laboratórios com ênfase na estrutura dos experimentos buscam a aprendizagem de conceitos, relações, leis e princípios já estabelecidos, no entanto, o papel do roteiro não é tão central. Trata-se de uma perspectiva não estruturada do laboratório a partir da qual os sujeitos, com o apoio do professor, poderão ser desafiados a manipular o experimento de uma forma mais aberta e menos engessada. Os roteiros podem ser utilizados nesse tipo de laboratório, no entanto funcionam muito mais como instrumentos de apoio do que como uma sequência de regras a serem seguidas. Os laboratórios sob enfoque epistemológico são também não estruturados, mas sua ênfase não está no experimento em si, mas nos fundamentos históricos e filosóficos que ele traz consigo.

Os enfoques dados aos laboratórios de Física se ampliam quando o cenário é o ensino superior. Salinas et al. (1992 apud HIGA; OLIVEIRA, 2012), organizaram uma síntese dos papéis que esse laboratório pode desempenhar no ensino superior. Essa síntese pode ser visualizada a partir do conteúdo exposto no Quadro 11.

**Quadro 11 – Concepções sobre o papel do laboratório no Ensino Superior**

(continua)

Atividades práticas como	Modelo de aprendizagem	Concepção epistemológica	Objetivos e características
<b>Mera ilustração da teoria</b>	Transmissão-recepção de conhecimentos já elaborados. Aluno é sujeito passivo, receptor do conhecimento que emana do professor	Orientação rígida e dogmática. Critério de verdade: autoridade da teoria, do professor, do livro-texto. Relação com a realidade: Física formal desconectada de seus referentes empíricos.	Verificar princípios e fatos já aprendidos, inquestionáveis. Aulas teóricas separadas das aulas práticas.
<b>Estratégia de descoberta individual e autônoma</b>	Aprendizagem por descoberta. Aluno é indivíduo intuitivamente questionador, capaz de reconstruir o conhecimento de forma individual e autônoma.	Conhecimento científico é reduzido à elaboração individual baseada no senso comum, fruto de processo indutivo a partir da observação de fatos.	Atividades não só centradas no aluno, mas também dirigidas por eles.

**Quadro 11 – Concepções sobre o papel do laboratório no Ensino Superior**

(conclusão)

<b>Treinamento nos “processos da ciência”</b>	Supõe que os métodos da ciência são generalizáveis através de diferentes domínios.	Supõe-se a existência de um “método científico” como um algoritmo, do qual é possível se abstrair todo o conteúdo conceitual.	Introduzir os alunos nos “métodos da ciência” (receita estereotipada).
<b>Questionamento de paradigmas</b>	Aprendizagem por mudança conceitual, enfatizando o conflito cognitivo.	Trabalho de questionamento de paradigmas.	-----
<b>Investigações coletivas em torno de situações problema</b>	Modelo construtivista de elaboração histórica e genética do conhecimento científico.	Filosofia da ciência construtivista; a construção de conhecimento é tentativa de dar resposta a situações problemáticas; método e conteúdo são inseparáveis.	Tratamento coletivo de situações problemáticas abertas, significativas, interessantes e passíveis de serem desenvolvidas, sob orientação do professor.

Fonte: HIGA; OLIVEIRA (2012).

Segundo Higa e Oliveira (2012), o laboratório no ensino superior pode ser utilizado para ilustração da teoria; como lugar para descoberta individual e autônoma; espaço de treinamento nos “processos da ciência”; ambiente de questionamento de paradigmas; ou para investigações coletivas em torno de situações problema. Especificamente nos cursos de formação de professores de Física o uso do laboratório deve se voltar para a compreensão dos conceitos físicos e para o desenvolvimento de competências experimentais que favoreçam a sua prática pedagógica.

Esses enfoques e concepções se aplicam tanto aos laboratórios convencionais onde se estuda, se aprende e se produz conhecimento experimental por meio da pesquisa; quanto aos laboratórios virtuais, onde também se estuda, se aprende e se produz conhecimento no campo da Física Teórica por meio da pesquisa. De um ponto de vista didático, a composição dos laboratórios favorece diferentes possibilidades a experimentação no ensino de Física. Acerca dessas questões discutiremos a seguir.

#### **4.5 Possibilidades para a experimentação didática no ensino de Física**

O trabalho pedagógico com o uso de experimentos virtuais pode ser conduzido a partir de diferentes abordagens. O papel do professor, do aluno e a relação dos sujeitos com esses recursos varia em cada uma dessas abordagens. Lima e Teixeira (2014, p. 4533), defendem que “para acontecer a experimentação, o estudante necessita se envolver no processo para experimentar, submeter-se à situação e aos procedimentos que simulam o fenômeno e os possibilitam evidenciar acontecimentos particulares ao fenômeno em estudo”. Esse

envolvimento se dá nos vários momentos da abordagem didática: problematização, questionamento, levantamento de hipóteses, montagem e/ou execução do experimento, coleta, discussão e análise dos dados. Nesse sentido, com base nos estudos de Lima e Teixeira (2014); Azevedo et al. (2009); Giordan (1999); Francisco Junior et al. (2008); Lima e Teixeira (2011); Carvalho et al. (2013) e Bassoli (2014), foi possível classificar as possibilidades experimentais, mediadas pelas interfaces da internet, em pelo menos três categorias: experimentação demonstrativa, experimentação comprobatória; e experimentação investigativa<sup>12</sup>.

#### **a) Experimentação demonstrativa**

Segundo Pessanha et al. (2010, p. 2), a demonstração experimental “é uma oportunidade de visualização da ação dos conceitos abordados em aula”. Para Carvalho et al. (2013, p. 44), as experiências demonstrativas são utilizadas para favorecer “a visualização de fenômenos, verificação de leis ou medição de constantes físicas”. Trata-se de uma excelente estratégia de contextualização dos conteúdos, bem como um bom recurso para apresentar um procedimento, ou aparato a toda a turma.

São exemplos de demonstração experimental as aulas nas quais o professor leva para a turma um experimento e o realiza diante dos alunos utilizando o fenômeno para conduzir a aula. Tal demonstração pode ser realizada com o uso de experimentos convencionais ou por meio do apoio de equipamentos de reprodução audiovisual como TV, vídeo, projetor multimídia, etc. Segundo Gaspar e Monteiro (2005, p. 227/228), alguns fatores podem favorecer a demonstração experimental. São eles:

a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem.

Nesse sentido, para a realização de demonstrações, o investimento financeiro e o tempo dispendido são menores uma vez que dispensa o ambiente do laboratório e podem ser realizadas ao longo da aula. A demonstração por si só não reflete o enfoque ou a estratégia didática utilizada uma vez que, se para o professor empirista a atividade experimental demonstrativa se reduz a mais um momento de brilho do professor no qual ele expõe e

---

<sup>12</sup> A experimentação investigativa pode acontecer em modelos interacionistas/dialógicos que estão além do construtivismo.

confirma modelos e teorias, “possivelmente para o professor construtivista ela é uma ótima oportunidade de problematizar conteúdos e conceitos e fazer pensar. Já o professor sustentado por uma epistemologia apriorista pode ver nas experimentações maneiras de despertar os conhecimentos inatos de seus alunos” (SILVA et al., 2012, p. 147).

No cenário dos experimentos virtuais, “as simulações podem servir como demonstrações em aulas expositivas” (ARANTES et al., 2010, p. 29) e podem favorecer uma visualização mais ampla a partir de projetores multimídia. O professor pode repetir diversas vezes o experimento com agilidade e se utilizar dos recursos que a simulação dispuser. Nesse caso é possível inclusive demonstrar experimentos que jamais seriam possíveis de ser realizados no ambiente escolar como é o caso daqueles que envolvem animais, que são perigosos ou muito caros. As simulações podem contribuir de modo especial para demonstrar experimentos que enfocam conceitos abstratos e que desafiam as concepções que emergem da realidade cotidiana dos sujeitos, como por exemplo relatividade especial, Física de altas temperaturas, interações fundamentais da matéria (NUNES et al., 2016).

## **b) Experimentação comprobatória**

A abordagem experimental comprobatória, é utilizada quando professor deseja que seus alunos verifiquem, a partir de práticas experimentais, a validade de algum modelo matemático. Geralmente os alunos seguem um roteiro bem definido com o objetivo de comprovar experimentalmente aquilo que está previsto na teoria. Segundo Lima e Teixeira (2011), nos experimentos comprobatórios “os participantes executam o procedimento e etapas pré-definidos por um roteiro, confirmando o que já havia sido discutido anteriormente ou antecipando o que será exposto na teoria, não havendo possibilidade de resultados diferentes dos já pré-determinados”. Caso os resultados sejam divergentes daquilo que está previsto teoricamente, o aluno deverá refazer experimento no sentido de corrigir o erro cometido.

Para Lima e Teixeira (2014, p. 4533), o experimento comprobatório “se presta a retratar um fragmento, uma etapa específica ou acontecimento particular de um experimento para a observação dos participantes e confirmação por esses”. Nesse caso, os experimentos funcionam com o objetivo que comprovar na prática experimental aquilo que se discutiu na teoria. Os alunos devem seguir um roteiro experimental e executar o experimento fielmente de modo que ao final possa ver verificada a veracidade da teoria explorada.

Um bom exemplo de experimentação comprobatória mediada pelas interfaces da internet é o “Projeto Eratóstenes”. Segundo Santos et al. (2012), esse projeto nasceu nos EUA

em 2005 como uma das ações de comemoração do ano mundial da Física, foi eleito um dos dez experimentos mais belos, e atualmente é realizado a partir da colaboração de escolas de vários países do mundo. No Brasil, colaboramos junto com os países da América Latina por meio de escolas e outras instituições de ensino. O projeto consiste em desafiar os alunos a determinarem o diâmetro da Terra utilizando um Gnomon (que consiste numa haste fincada perpendicularmente no solo), uma régua e um software planetário. Inicialmente, para participar desse projeto, é necessário fazer o cadastro no site: <<https://sites.google.com/site/projetoerato/>>.

Após o cadastro site é preciso definir as datas nas quais serão realizadas as das medidas que permitirão aos alunos, após o adequado tratamento matemático, determinar o diâmetro da Terra. Na sequência, é preciso procurar escolas parceiras e para o intercâmbio de dados e medidas. Segundo Santos et al. (2012, p. 11419), “os organizadores recomendaram que as escolas parceiras estivessem em paralelos cuja distância mínima fosse de 400 km, minimizando os erros envolvidos no cálculo do raio da Terra”. Verifica-se assim, que os alunos utilizam os OA, interagem por meio da internet com estudantes de outros países, realizam medidas, colaboram uns com os outros e protagonizam a experimentação.

No ensino superior, a pesquisa no campo da Física Teórica se apoia fortemente no desenvolvimento de simulações que favoreçam a visualização gráfica de um modelo matemático. A pesquisa nesse campo busca evidências que comprovem a validade do modelo e nesse sentido, se aproxima de uma experimentação virtual comprobatória. Por outro lado, a exploração dos experimentos virtuais precisa ser muito bem acompanhada e problematizada para que a visualização da simulação não seja apreendida pelos sujeitos como uma reprodução do fenômeno tal como se apresenta na natureza (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002). A construção do experimento virtual se apoia em modelos que, apesar de nos auxiliarem na compreensão do mundo natural, não correspondem fielmente à realidade.

### **c) Experimentação investigativa**

Nas práticas experimentais, para além das abordagens demonstrativa e comprobatória, é possível também considerar a experimentação investigativa. Segundo Lima e Teixeira (2011, p. p. 10), a abordagem experimental investigativa amplia “o sentido dos fenômenos e o significado das descrições científicas presentes nas discussões e atuação do ensino das ciências”. Para Carvalho et al. (2013, p. 56), “ao realizar estas investigações, os alunos desenvolvem uma melhor compreensão acerca da natureza e processos da ciência, bem como



do modo como os cientistas trabalham”.

Para Lima e Teixeira (2014, p. 4533), o experimento investigativo é “aquele que problematiza situações e considera possíveis respostas, sem roteiro pré-definido e rigoroso, e sem resultados pré-determinados na vivência de uma experimentação, desenvolvido comumente em grupo com a participação de seus membros do experimento”. Ao invés de manipular os experimentos com vistas a observação de como o fenômeno pode ser modelado, ou mesmo de comprovar experimentalmente aquilo que afirma a teoria, dentro dessa abordagem os alunos são desafiados a resolver um problema utilizando a experimentação.

Geralmente a solução desse problema é realizado colaborativamente. Grupos de alunos colaboram uns com os outros sob a supervisão do professor. Nesse sentido, Lima e Teixeira (2011), entendem que os experimentos investigativos são “aqueles que problematizavam e consideravam possíveis respostas, sem roteiro pré-definido e rigoroso e sem resultados pré-determinados”. Para Bassoli (2014, p. 581) os experimentos investigativos envolvem “obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las”. Nessa perspectiva, o aluno formula questões, planeja e implementa investigações para apresentar respostas ao problema proposto.

Experimentos investigativos reconhecem a ciência como um produto humano que está em contínuo movimento de revisão. Nessa perspectiva, os saberes produzidos pela ciência podem ser refutados dando lugar a novos conhecimentos capazes de explicar melhor aquilo que anteriormente era incompreendido, pouco compreendido ou compreendido de forma equivocada. A problematização é o elemento principal no cenário da experimentação investigativa, e por isso, Azevedo et al. (2009) consideram a experimentação problematizadora como um sinônimo da experimentação investigativa. Por outro lado, Francisco Junior et al. (2008, p. 36) distinguem a experimentação problematizadora por seus fundamentos estarem diretamente relacionados à teoria de Paulo Freire. Esses autores entendem que

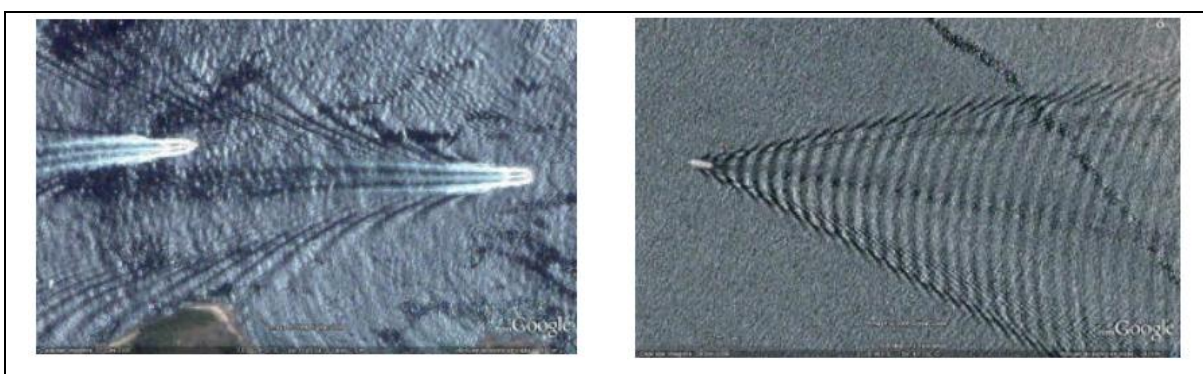
A atividade experimental problematizadora deve propiciar aos estudantes a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações, discutir com o professor todas as etapas do experimento. Essa atividade deve ser sistematizada e rigorosa desde a sua gênese, despertando nos alunos um pensamento reflexivo, crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem. [...] Após a leitura, os estudantes devem escrever sobre o fenômeno para em seguida falar sobre ele. Esse é um movimento em espiral e incessante.

Na experimentação problematizadora, elementos como a leitura, a escrita e o diálogo estão em relação direta com exploração e/ou a execução do experimento. Professores e

alunos, como seres históricos, por isso inacabados, são igualmente sujeitos do processo e nesse sentido estão em constante exercício de superação da curiosidade ingênua em favor da curiosidade epistemológica (FREIRE, 1996). Muitas práticas experimentais investigativas mediadas pelas interfaces da internet têm sido exploradas por professores e pesquisadores. Como exemplos, apontaremos as experiências descritas por Souza e Aguiar (2010) com e Aguiar e Pereira (2012).

Na pesquisa de Souza e Aguiar (2010) com alunos de três escolas públicas de Niterói-RJ, os autores exploraram o *Google Earth* <<https://earth.google.com/>> para a medição da velocidade das embarcações fotografadas e cujas imagens estavam disponíveis nesse software. Segundo esses autores, o desafio era medir a velocidade dos barcos que aparecem nas imagens captadas pelo *Google Earth* e “isso é possível porque o movimento dos barcos deixa para trás uma esteira de ondas que pode ser observada em detalhes nas fotografias acessadas pelo programa” (p. 1). O padrão de ondas é conhecido por ondas divergentes e algumas dessas imagens podem ser visualizadas a partir da figura 4.

**Figura 4 – Ondas divergentes produzidas por barcos no Rio de Janeiro**



Fonte: SOUZA; AGUIAR (2010)

Outro software que não foi desenvolvido para o ensino de Física e que vem sendo explorado para o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas no contexto do ensino e da aprendizagem de conceitos físicos é o *Audacity*. Trata-se de um software livre, de conteúdo aberto e que disponibiliza o *download* gratuito por meio do endereço: <<<http://audacityteam.org/>>>. Aguiar e Pereira (2012) exploraram as potencialidades do *Audacity* para a medição de intervalos de tempo muito menores que um décimo de segundo, utilizando recursos de gravação e análise de som disponíveis em praticamente qualquer computador pessoal. Segundo esses autores:

Embora a precisão de cronômetros manuais chegue atualmente a milésimos de segundo, não é possível utilizá-los para medir acuradamente intervalos de tempo inferiores ao tempo de reação humano, que é da ordem de décimos de segundo. Esse problema geralmente é resolvido com auxílio de cronômetros eletrônicos acoplados a *photogates*. Entretanto, tais equipamentos são relativamente caros e estão fora do alcance da maioria das escolas brasileiras (AGUIAR; PEREIRA, 2012, p. 1)

Os autores captaram as ondas sonoras emitidas no chute de uma bola e na sua colisão com a parede como auxílio de um microfone conectado a um computador posto a meia distância do ponto onde a bola foi chutada e onde ela colidiu com a parede. O som captado serviu para calcular a velocidade com que a bola foi chutada. Num segundo experimento, os autores analisaram o tempo de queda livre de uma moeda colocada sobre uma tira de papel colocada a partir de uma altura “h” em relação ao solo. Analogamente ao primeiro, caso, o microfone foi colocado a meia distância da tira de papel e do solo. Ao romper o papel a moeda cai e o som é captado pelo microfone. Apesar dos erros inerentes aos experimentos, a análise do som a partir do Audacity, permitiu medidas muito mais precisas do que as que geralmente são coletadas com outros aparatos experimentais.

Observa-se que os recursos digitais e as TIC apresentam ricas potencialidades para a construção ou composição de experimentos mediados pelas interfaces da internet. Por meio desse tipo de experimento é possível desenvolver relevantes propostas demonstrativas, comprobatórias ou investigativas e favorecer múltiplas estratégias didáticas. Tais propostas podem contribuir tanto para o uso em contextos de ensino e aprendizagem presenciais, quanto em cursos ofertados na modalidade a distância. Do mesmo modo, é possível explorar esses recursos tanto no contexto da Educação Básica, quanto na formação de professores de Física. Tendo em vista que nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, a experimentação mediada pelas interfaces da internet foi apropriada como uma diretriz de seus PPC, podemos considerar que as formas como essa diretriz pode estar se materializando em ato nesses cursos são as mais diversas.

O terceiro movimento dessa investigação é a consulta aos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, o qual será discutido na sessão 7. Para essa consulta elaboramos um instrumento de coleta de dados no qual questionamos que tipos de experimentos mediados pelas interfaces da internet esses professores estavam explorando. Questionamos ainda como a experimentação com esses recursos vinha sendo realizada. Para a elaboração desse instrumento, foi necessário definir melhor os experimentos virtuais, bem como explorar com maior riqueza de detalhes que tipos de recursos são comumente utilizados para compor experimentos mediados pelas interfaces da

internet, suas possibilidades de uso e principais estratégias didáticas. Acerca desses esclarecimentos, discutiremos na próxima sessão.

## 5 EXPERIMENTOS VIRTUAIS: CONCEITOS, RECURSOS E USOS

Nessa sessão, partiremos da discussão sobre os modelos matemáticos entendendo-os como a base conceitual dos experimentos virtuais. Na sequência serão apresentados os Ambientes de Modelagem Computacional (AMC) a partir dos quais os modelos podem se transformar em simulações computacionais. Serão apresentados ainda alguns conceitos a partir dos quais os pesquisadores em ensino de Física discutem as práticas com o uso de experimentos virtuais: animação, simulação, applets, jogos digitais e softwares.

### 5.1 Modelagem matemática

A modelagem dos fenômenos contribui para definir a Física enquanto Ciência. Para Heidemann et al. (2012, p. 969), “a Física pode ser caracterizada como uma complexa rede de modelos interligados por um sistema de princípios teóricos”, dentre os quais é possível destacar o modelo matemático. Quando a modelagem do fenômeno exige um tratamento matemático muito intenso ou complexo, é possível explorar os ambientes de modelagem computacional (AMC) com vistas à simulação desses modelos em AVA. Se por um lado, é possível perceber que a experimentação permite aos cientistas a determinação dos modelos matemáticos que melhor descrevem o fenômeno observado, por outro, a simulação computacional permite que tais modelos matemáticos sejam utilizados para reproduzir graficamente o fenômeno físico. Essas simulações computacionais que reproduzem fenômenos físicos a partir de modelos matemáticos, reconhecidos e validados pela comunidade de cientistas da área, são chamados experimentos virtuais.

Apesar de sua exploração ser tão antiga quanto as mais antigas Ciências Naturais, “o termo modelo foi introduzido na Matemática no último século” (MACÊDO et. al., 2012, p. 567). Desde que foi proposto, vários pesquisadores têm explorado os modelos em suas investigações e têm apresentado suas definições para esse conceito. Para Gomes e Ferracioli (2006, p. 453), “modelar significa representar um objeto, sistema ou fenômeno, entre outras coisas, através de metáforas e analogias”. Verbeno et al. (2010, p. 3), definem um modelo como “uma representação restrita de um pedaço da realidade a qual se tenha interesse em estudar”. Ferracioli et al. (2012, p. 683), entendem que um modelo é “como uma imitação simplificada de alguma coisa que acreditamos em poder nos auxiliar a melhor entendê-la”.

O conceito de modelo transcende a definição de modelo matemático. Nessa perspectiva, Kneller (1980 apud DUSO, 2012, p. 3-4), classificou os modelos em:

**Modelo representacional:** é caracterizado como sendo uma representação tridimensional de algo. Como forma de exemplo é possível citar os modelos do sistema solar, utilizados normalmente em museus e escolas; maquetes que representam obras de engenharia, como a construção de prédio, represa, carro, avião; maquetes que retratam cenários, pessoas, entre outros.

**Modelo teórico:** é composto por um conjunto de pressupostos sobre um objeto ou sistema e atribui a estes uma estrutura ou mecanismo interno. [...] Alguns exemplos são: modelo de bola de bilhar; modelo corpuscular da luz; modelo helicoidal da molécula do DNA. Outra característica importante deste tipo de modelos é a possibilidade de poder ser descrito matematicamente.

**Modelo imaginário:** é definido como um conjunto de pressupostos apresentados para descrever como seria um objeto ou sistema se fossem satisfeitas certas condições. Este modelo poderá melhorar a nossa compreensão sobre os pressupostos que o constituem e fornecer-lhes certas aplicações. O modelo mecânico do campo elétrico apresentado por Maxwell é um exemplo típico de modelo imaginário. (grifo nosso)

Na área de Física a tradição da modelização está claramente concentrada nos modelos teóricos e de modo especial, nos modelos matemáticos. O exercício de dedução dos modelos matemáticos é um procedimento que pode ser explorado tanto na pesquisa, quanto no ensino de Física. Segundo Macêdo et al. (2012), esse exercício tem sido entendido como modelagem ou modelização matemática. Segundo Duso (2012, p. 2), “a modelização retrata um processo de elaboração de modelos ou se refere à apropriação de modelos já elaborados e consensuados”. No contexto do ensino, as atividades de modelagem podem ser classificadas em: atividades de modelagem exploratórias e atividades de modelagem expressivas. Para Fehsenfeld e Ferracioli (2009, p. 2)

em atividades exploratórias o estudante é levado a explorar modelos previamente construídos, de forma a analisar um problema de diferentes formas. Em atividades expressivas, o estudante constrói seus próprios modelos a partir de suas ideias sobre determinado tópico ou fenômeno.

No caso das atividades exploratórias, os modelos podem ser recuperados de livros ou mesmo da internet, ou podem ser construídos pelo próprio professor. Nesse sentido, é possível ao professor construir os modelos e demonstrar aos alunos, assim como é possível desafiar os alunos a construírem seus próprios modelos.

As atividades de modelagem permitem aos sujeitos serem introduzidos num processo de educação científica por meio do qual poderão representar a realidade a partir de construções mentais baseadas em teorias científicas validadas. Dada a complexidade da realidade natural, nem sempre as atividades de modelagem podem ser realizadas sem o suporte de tecnologias que potencializem os cálculos e operações matemáticas. Nesse sentido, o uso do computador como um recurso de modelagem matemática, indica um novo campo de estudos: a modelagem computacional.

## 5.2 Ambientes de modelagem computacional

A modelagem computacional favorece a representação da realidade e a previsão de cenários futuros. De acordo com Verbeno et al. (2010, p. 3),

No início de sua utilização no contexto educacional, a modelagem computacional era realizada através de linguagens de programação, no entanto com o avanço tecnológico dos computadores foi possível desenvolver softwares que permitissem aos professores e alunos construir modelos do mundo ao seu redor através da interface gráfica e do mouse. Tais softwares são denominados de Ambientes de Modelagem Computacional.

Para Oliveira e Ferracioli (2011, p. 2) “tais ambientes consistem em uma ferramenta computacional onde os estudantes podem construir modelos a partir de suas próprias concepções sobre o fenômeno estudado ou explorar modelos já prontos”. A partir dessa definição é possível perceber que os AMC favorecem o desenvolvimento de atividades de modelagem exploratórias e de atividades de modelagem expressivas. Para a construção de diferentes tipos de modelos, podem ser utilizados diferentes tipos de AMC. Bliss (1994 apud VERBENO et al., 2010, p. 3) classifica os AMC em três categorias de acordo com o tipo de raciocínio envolvido na construção, são eles:

**Quantitativos:** quando envolvem a elaboração de modelos que necessitam do usuário a especificação dos valores das variáveis;

**Semi-Quantitativos:** quando é necessário apenas definir as variáveis do sistema e suas relações causais;

**Qualitativos:** quando a construção é feita sem o conceito de variável ou quantidade, mas apenas estabelecendo os objetos de um sistema e os eventos resultantes das regras de [...] (grifo nosso),

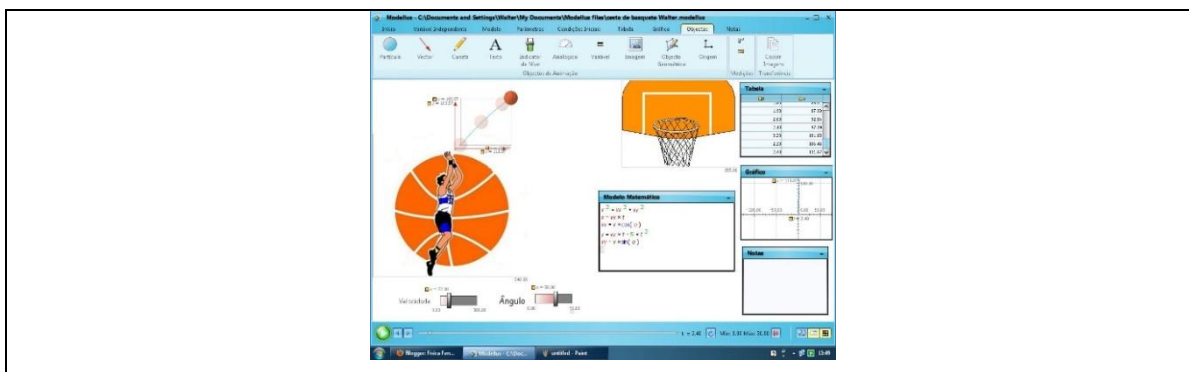
Para que essas definições fiquem mais claras apresentaremos a seguir algumas experiências com o uso de cada um desses tipos de AMC exemplificando-os.

### a) Ambientes de modelagem computacional quantitativa

Segundo Ferracioli et al. (2012, p. 689), os AMC quantitativos são também denominados de “ambientes de modelagem matemática, envolvem a especificação de variáveis relevantes de um sistema, seus valores e as relações algébricas entre elas”. A modelagem computacional quantitativa favorece a perspectiva de representar a realidade e de prever possíveis cenários futuros por meio de padrões matemáticos presentes na natureza. A partir de algoritmos matemáticos os sujeitos podem criar imagens computacionais dinâmicas que reproduzem fenômenos físicos na tela do computador. Como exemplo desse tipo de AMC, temos o software Modellus, (Figura 5) que é “*un software gratuito particularmente*

apropiado para el desarrollo de modelos computacionales referentes al campo de la *dinámica Newtoniana*” (RIOS, et al., 2012, p. 949). O download pode ser feito gratuitamente a partir do endereço: <<<http://modellus.co/index.php>>>.

**Figura 5 – Interface do Software *Modellus***



Fonte: <<<http://fisicafenomenal.blogspot.com.br/2010/07/modelador-matematico-modellus-401.html>>>

Segundo Ribeiro Junior et al. (2012, p. 3) “o software Modellus foi desenvolvido pelo professor Vitor D. Teodoro da [...] Universidade Nova de Lisboa em Portugal”. Esse software multiplataforma “possibilita a implementação computacional de modelos teóricos através da resolução numérica dos mais diversos tipos de equações” (HEIDEMANN et al, 2012, p. 985). No *Modellus* os sujeitos podem digitar as equações praticamente da mesma forma que digitam em suas calculadoras científicas. Trata-se de uma interface poderosa de modelagem matemática e que favorece a criação de simulações a partir de equações.<sup>7</sup>

Esse software “torna possível a comparação (e conexão) de modelos matemáticos (e suas previsões de trajetórias para partículas) com movimentos de objetos reais registrados em filmes” (DUARTE, 2012, p. 530). Nesse sentido, o professor pode solicitar, por exemplo, que os alunos comparem a simulação do lançamento oblíquo de uma bola de tênis, com a filmagem do fenômeno natural. Segundo Mendes et al. (2012, p. 4), “o software *Modellus* permite ao usuário explorar modelos elaborados por outras pessoas (atividade exploratória) ou elaborar seus próprios modelos matemáticos (atividade expressiva)”. Para Rios et al. (2012, p. 949), esse software

posee una interface gráfica intuitiva, facilitando la interacción de los estudiantes con modelos en tiempo real y el análisis de múltiples representaciones de esos modelos, permitiendo también, observar un gran número de experimentos (conceptuales); brindándole al estudiante la posibilidad de realizar las experiencias y dedicar más tiempo a la discusión de los fenómenos y al análisis de resultados que le permitan una mejor comprensión del mundo físico. Este software utiliza una sintaxis de programación simple donde el usuario escribe en la “ventana de modelo” las ecuaciones matemáticas de una manera muy semejante a como lo haría en el papel. Es una herramienta de modelación computacional que trabaja con modelos



matemáticos expresados como funciones y ecuaciones diferenciales, posibilitando la exploración y/o construcción de tablas, gráficas y animaciones. Este software se aprende a manejar fácilmente y puede ejecutarse en la mayoría de los computadores, su entorno gráfico es amigable y compatible con el diseñado por Microsoft.[...] También funciona en un ambiente Linux que disponga de emulador de Windows. Inclusive, la versión más actual del programa es multiplataforma, pudiendo ser ejecutado en cualquier sistema operativo que disponga de una máquina Java actualizada. También existe la alternativa de usar la versión 4 de Modellus para Java – y por tanto, para cualquier sistema operativo.

Para os professores que desejarem realizar atividades de modelagem exploratórias, o professor Romero Tavares da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) disponibiliza para *download* uma lista de modelos desenvolvidos por seu grupo de pesquisa e que podem ser recuperados gratuitamente por meio do endereço: <<<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/modellus.htm>>. As atividades com o *Modellus* podem ser realizadas presencialmente ou a distância de forma integrada com AVA.

#### **b) Ambientes de modelagem computacional semiquantitativa**

Segundo Ferracioli et al. (2012, p. 690) os AMC semiquantitativos “envolvem a especificação de variáveis relevantes de um sistema, suas relações causais, mas analisa as tendências de variação dessas variáveis e não valores numéricos específicos, ou seja, não as quantifica”. Nesse sentido, esses AMC podem ser utilizados quando a intencionalidade está voltada para o desenvolvimento de modelos de fenômenos naturais que levam em consideração o conhecimento das variáveis envolvidas bem como o estabelecimento das relações causais entre essas variáveis. Segundo Marin (2009 apud VERBENO, 2013, p. 12),

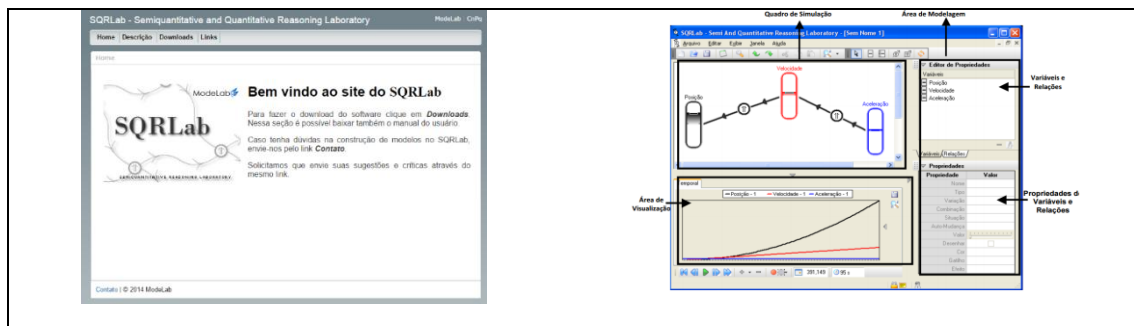
o raciocínio Semiquantitativo envolve a descrição de fenômenos onde a direção da mudança de uma parte do sistema é conhecida mas não o tamanho do efeito desta mudança sobre as demais partes. Estas “variáveis” não são e usualmente não podem ser quantificadas, isto é, números e unidades não podem ser atribuídas a elas. Porém, elas podem possuir certa magnitude, tais como: pequeno ou grande, muito ou pouco entre outras.

Como exemplo desse tipo de AMC é possível citar o *Semiquantitative Reasoning Laboratory* (SQRLab) <<http://sqrllab.modelab.org>> desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas à Modelagem Cognitiva da UFES.

Segundo Verbeno (2013, p. 14), o SQRLab “permite a construção de modelos baseados em variáveis do sistema em estudo e, através de saídas gráficas, proporciona uma visualização dinâmica do comportamento das equações horárias do modelo”. Para Verbeno et al. (2010, p. 5), esse ambiente “possui duas estruturas básicas: as variáveis que representam todas as grandezas do sistema alvo; e as ligações que estabelecem as relações entre as

grandezas”. A interface para *download* e a interface do software podem ser visualizadas a partir da Figura 6.

**Figura 6 – Interface do projeto e interface do software SQRLab**

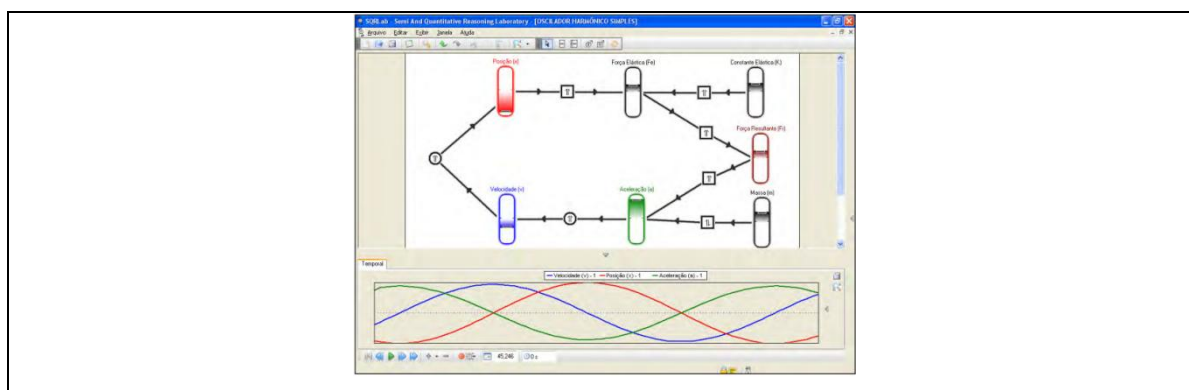


Fonte: <<http://sqlab.modelab.org>>

Fonte: <<http://migre.me/v9ayZ>>

A partir da figura 6 é possível visualizar os esquemas que representam as relações entre as variáveis de um sistema a partir de suas duas estruturas básicas: as variáveis que representam todas as grandezas envolvidas no sistema e as ligações que estabelecem as relações entre essas grandezas. Segundo Verbena et al. (2011, p. 3), essas relações podem ser “positivas, quando a causa é diretamente proporcional, ou negativas, caso contrário”. Como exemplo do uso do SQRLab é possível citar o TCC de Verbena (2013) o qual explorou atividades de modelagem exploratória com o oscilador harmônico simples (Figura 7).

**Figura 7 - Modelo do Oscilador Harmônico Simples no SQRLab**



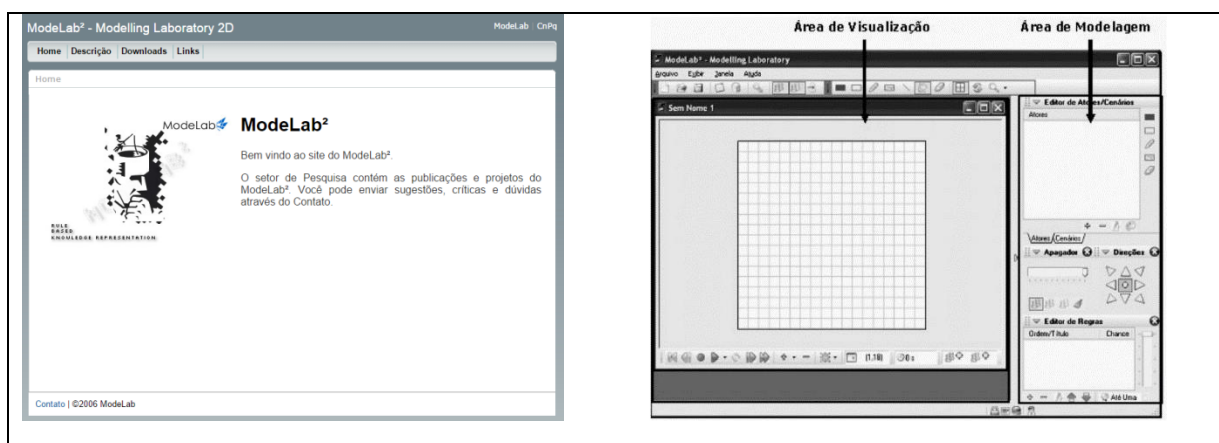
Fonte: VERBENO (2013)

Foi elaborado um módulo educacional, estruturado em objetivo, conteúdo instrucional e prática e avaliação. Nesse módulo educacional foram propostas, a 10 professores de Física do Ensino Médio cursando pós-graduação na UFES, seis atividades segundo um roteiro de exploração do modelo computacional. A experiência apontou ganhos na argumentação, no levantamento e na testagem hipóteses bem como a verificação de princípios físicos definidos previamente na literatura.

### c) Ambientes de modelagem computacional qualitativa

Segundo Ferracioli et al. (2012, p. 691), os “ambientes de modelagem computacional qualitativa permitem a construção de modelos sem o enfoque em variáveis, mas baseados em objetos e eventos que são gerados quando os objetos interagem entre si”. Segundo Gomes e Ferracioli (2005, p. 52), “nestes ambientes os modelos são criados sem a especificação de variáveis e quantidades, mas pela especificação dos seus constituintes básicos e das regras que determinam seus comportamentos”. Como exemplo de AMC qualitativo, é possível citar o software *Modelling Laboratory 2D* (Modelab2). Assim como o software SQRLab, o Modelab2 também foi desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas à Modelagem Cognitiva da UFES. A figura 8 mostra a interface do projeto a partir do qual é possível fazer o download do software e a interface do Modelab2.

**Figura 8 – Interfaces do projeto e do software Modelab2**



Fonte: <<http://modelab2.modelab.org/>>

Fonte: <<http://migre.me/v9aF6>>

Os modelos matemáticos, sendo construções humanas desenvolvidas e utilizadas para explicar um determinado fenômeno natural a partir de condições ideais, condicionam a visualização do fenômeno às possibilidades ofertadas pelo próprio modelo. Assim, é preciso considerar que, embora seja um recurso didático poderoso, por sua própria natureza, essas construções simplificam a realidade para tentar explicá-la e por isso não se confunde com ela.

Como exemplo da aplicabilidade desse software, Santos Sobrinho e Borges (2010) exploraram o Modelab2 com duplas de alunos do ensino médio por meio de atividades de modelagem exploratória. Foi modelado o desenvolvimento de epidemias no território brasileiro em um provável surto de gripe.

### 5.3 Conceitos empregados no uso e na análise dos experimentos virtuais

A partir dos AMC, quantitativos, semiquantitativos ou qualitativos, o processo e os produtos da modelagem computacional, favorecem a análise de sistemas físicos e conseqüentemente a experimentação a partir de representações virtuais. Para os professores que têm maior desenvoltura com linguagem de programação, ou com o uso de TIC na educação, existem outros caminhos para o desenvolvimento ou exploração dessas representações virtuais de sistemas físicos. Para Cardoso e Dickman (2012, p. 899), “os símbolos e as imagens produzidos pela informática podem proporcionar, em diferentes níveis, um ganho cognitivo”. Tais símbolos podem ser discutidos a partir de variados conceitos tais como: simulações, animações, applets, jogos online, softwares, dentre outros. Apresentaremos a seguir algumas construções desenvolvidas sobre esses conceitos.

#### a) Animação e Simulação

Nos estudos que discutem o uso de TIC no Ensino de Física, os termos simulação e animação frequentemente são utilizados indistintamente. No entanto, há de se destacar que o termo "simulação" deriva do latim "*simulatus*" que significa “imitar”. Já o termo animação deriva do latim “*animatio*” que tem relação com a “qualidade do ser animado”. A animação recupera a ideia do movimento, diferente da simulação que não necessariamente traz essa memória. A simulação evoca a ideia de mimese, representação, imitação, algo que imita ou que representa algo. Silva (2012, p. 879), define a animação como “um tipo de sequência dinâmica de imagens; é um elemento gráfico animado, mas preferencialmente não contínuo, distinguindo-se, assim, do vídeo”.

Uma técnica de animação que vem sendo utilizada com vistas à experimentação em Física é o *stop motion*. Trata-se de técnica que utiliza uma sequência de imagens diferentes de um mesmo objeto, que quando passadas rapidamente dão a ideia de que o objeto está em movimento. Segundo Ferreira (2014, p. 745) o *stop motion* é “compreendido como movimentação pelo fenômeno da persistência retiniana, que provoca a ilusão no cérebro humano de que algo se move continuamente quando são reproduzidos mais de doze quadros por segundo”. Esse autor apresentou a análise da produção e exploração experimental de uma animação *stop motion* intitulada “O Arco-íris”, produzido por três alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e que enfocava a propagação, reflexão, refração e absorção da luz, o fenômeno do arco-íris e a dispersão luminosa. Essa animação em “tem dois minutos e oito segundos de duração e apresenta um simpático extraterrestre

empenhado em capturar um arco-íris do planeta Terra para presentear sua amada”. (FERREIRA, 2014, p. 923). O vídeo “o Arco-íris” foi produzido utilizando uma câmera fotográfica digital fixada sobre uma mesa e massa de modelar para criar os personagens. A câmera captou diversas imagens dos personagens de massa de modelar e um software de edição de vídeo foi utilizado para compor as imagens e criar a animação.

Pegden (1990 apud GREIS et al., 2011, p. 52), define a simulação computacional como “o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para a sua operação”. Para Nieves (2013, p. 5), “*son representaciones digitales o modelos de situaciones o de un sistema real, que mediante una serie de algoritmos preestablecidos responden a las características naturales de una parte de la realidad*”.

Segundo Sievers Junior et al. (2011, p. 507), no cenário do uso do computador para o suporte às práticas de ensino de Física, a “simulação pode ser definida como a imitação de uma situação real, através do uso de modelos”. Monteiro et al. (2013, p. 3), concordam com essa concepção afirmando que as simulações computacionais “descrevem situações consideradas ideais, pois são baseadas em modelos teóricos”. Na mesma linha de argumentação, Dantas et al. (2014, p. 147), afirmam que “as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de um fenômeno físico real ou imaginário”. Já para Pessanha et al. (2013, p. 2), “uma simulação computacional se baseia em relações de analogia [...] Uma analogia envolve a comparação de domínios que possuem alguns elementos que são semelhantes, e outros elementos que são divergentes”.

Segundo Sánchez e Espinosa (2012, p. 96), “*La simulación puede llegar a convertir al ordenador un verdadero laboratorio virtual, promoviendo la idea de aprender investigando, de esta forma la enseñanza por descubrimiento, que tantas dificultades practices en la experimentaciones ha tenido, podría verse beneficiada*”. Tais recursos podem ser classificados de diferentes formas. Giordan (2008, p. 127) as classifica em três categorias de acordo com os parâmetros de entrada que geram o gráfico: simulação por primeiros princípios, simulação semi-empírica e simulação empírica. Segundo esse autor,

Aquelas que interpretam os fenômenos a partir de representações algébricas derivadas de modelos teóricos *stricto sensu*, ou seja, sem a participação de medidas experimentais, as quais chamamos simulação por primeiros princípios. A segunda categoria de programação codifica leis que contêm parâmetros ajustados para reproduzir medidas experimentais, que denominamos de simulação semi-empírica. Finalmente, o código de simulação pode se basear em leis puramente empíricas, ou seja, em representações algébricas derivadas das medidas experimentalmente observadas, que chamamos de simulação empírica.

Gonçalves et al. (2006) classificam as simulações computacionais segundo seu grau de interatividade em: simulações interativas e simulações não interativas. Enquanto nas simulações não interativas os sujeitos se limitam a visualizar a reprodução do modelo físico, nas simulações interativas é possível manipular os parâmetros e verificar diferentes comportamentos e efeitos. Já Hohenfeld (2013, p. 28) classifica as simulações quanto às mídias utilizadas em dois grupos: simulações estáticas e simulações dinâmicas. Para esse autor, “nas simulações estáticas, o estudante tem pouco ou nenhum controle sobre os parâmetros da simulação. Nas dinâmicas, estes parâmetros podem ser modificados com um grau de liberdade bem maior”. O quadro 12 sintetiza essa taxonomia das simulações computacionais.

**Quadro 12 – Taxonomia das simulações computacionais**

Nível de interatividade Gonçalves, Veit e Silveira (2006)	Quanto às mídias utilizadas Hohenfeld (2013)	Quanto aos parâmetros de entrada Giordan (2008)
Não-interativas	Estáticas	Simulação por primeiros princípios
Interativas	Dinâmicas	Simulações semi-empírica
		Simulações empíricas

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Aldrich (2005 apud GREIS et al., 2011, p. 277), classifica as simulações educacionais em 4 categorias:

**Histórias ramificadas:** os estudantes fazem múltiplas escolhas em uma sequência de ações que gira em torno do que dizer a outra pessoa em determinada situação. As decisões impactam na evolução da história, que pode ser concluída com sucesso ou não.

**Planilhas interativas:** estas focam em problemas específicos normalmente na área de administração, tais como gerência de cadeia de suprimentos, ciclo de vida de produtos, contabilidade. Os estudantes precisam então alocar recursos finitos dentre categorias que compete em turnos sucessivos. A cada rodada, os estudantes podem ver seus resultados em gráficos e histogramas.

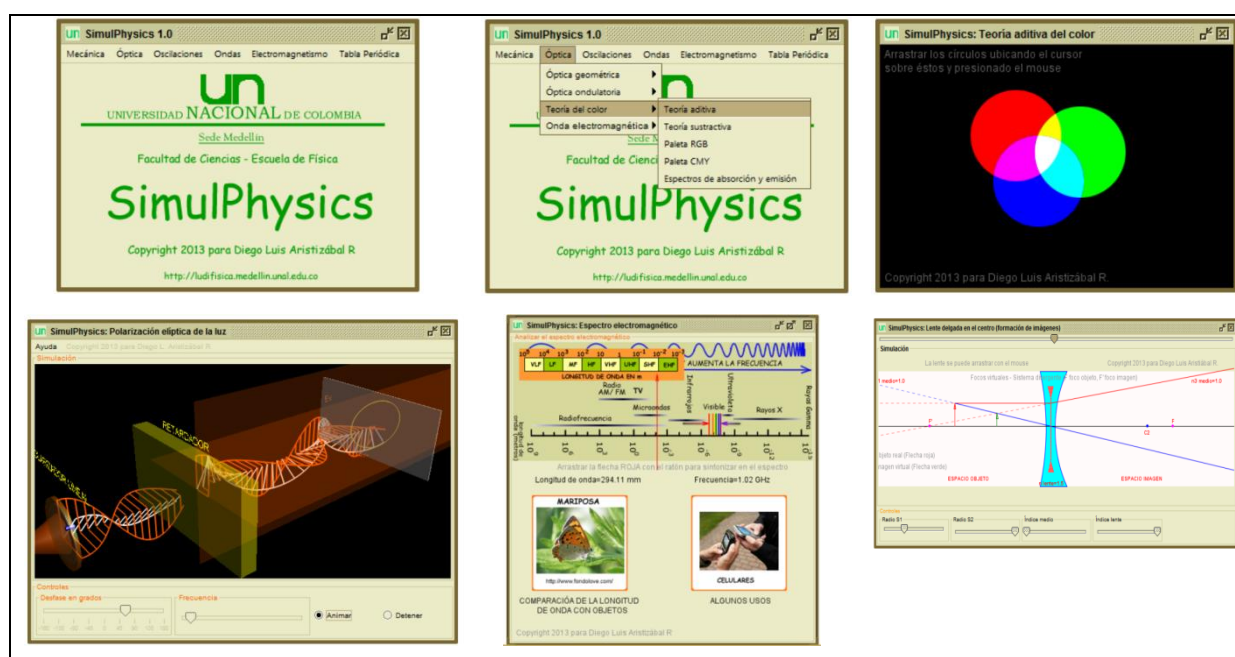
**Modelos baseados em jogos:** estes modelos utilizam elementos dos jogos, tais como ludicidade, pontuação, competitividade, para trabalhar conteúdos e/ou desenvolver certas habilidades. Tais modelos têm a reputação de aumentar a satisfação dos alunos e até mesmo melhorar seus resultados.

**Laboratórios virtuais:** estes tipos de simulador permitem aos estudantes interagir com representações visuais de produtos e elementos sem as restrições do mundo real. A interface destes laboratórios normalmente procura ser o mais fiel à realidade possível, seja na visualização/manipulação destes elementos, seja nas situações criadas para sua utilização.

As simulações poder ser acessadas gratuitamente a partir da internet, ser produzidas por meio de AMC ou ser criadas pelos professores que tiverem algum conhecimento em programação. Quando se produz uma quantidade significativa de simulações e se deseja

compartilhá-las, as instituições criam repositórios de simulações computacionais (RSC). Como exemplo de tal situação, é possível apontar o SimulPhysics, que consiste num “conjunto de simulaciones interactivas sobre diferentes tópicos de la física que apoyan la asimilación de los conceptos desarrollados en la parte teórica del curso” (ARISTIZÁBAL et al., 2013, p. 2). A figura 9 mostra algumas interfaces desse software que traz em si um repositório de simulações.

**Figura 9 - SimulPhysics**



Fonte: ARISTIZÁBAL et al (2013)

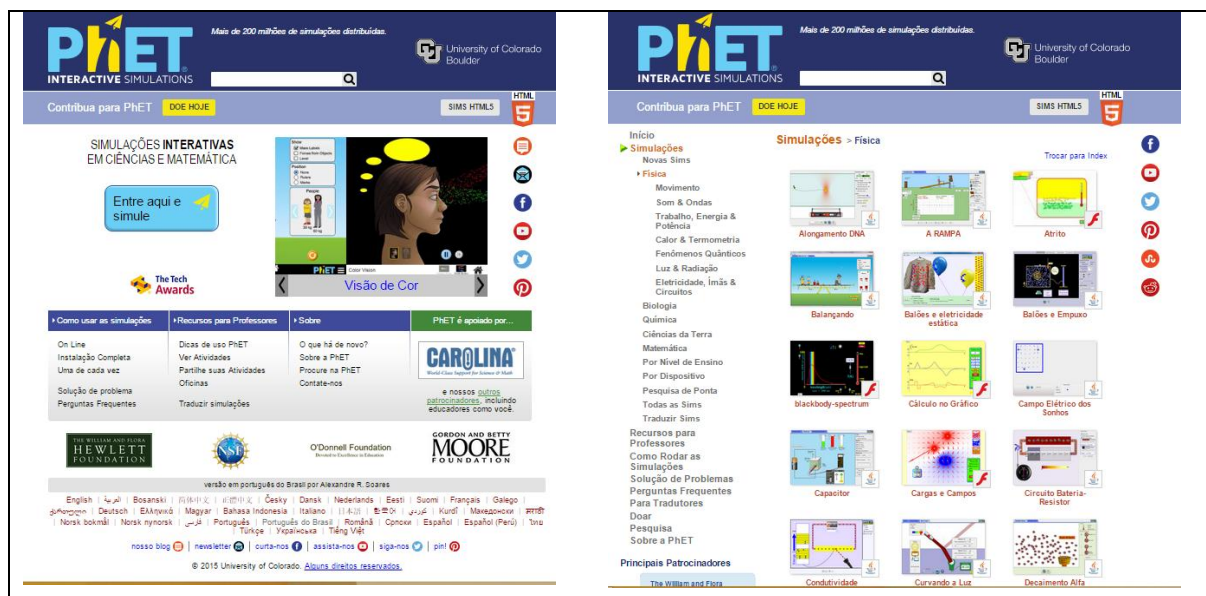
O software está disponível no endereço: <<http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/index.php/software-hardware/simulphysics>>. Outro exemplo, dentre os mais difundidos repositórios de simulações de Física é o *Phet Interactive Simulation* (PhET) da Universidade do Colorado <<<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>>. Segundo Pinheiro et al. (2015, p. 2047),

O PhET é um Portal que oferece gratuitamente muitos softwares de simulações de fenômenos Físicos, Químicos e Biológicos baseados em pesquisas realizadas por vários pesquisadores de diversas Universidades do mundo. O objetivo desse projeto é auxiliar os professores com o material de apoio em aulas teóricas, bem como ajudar os alunos a compreenderem os conceitos teóricos abstratos de forma interativa e divertida. As simulações estão disponíveis no Portal PhET, em português, e podem ser baixadas gratuitamente em computadores, tablets e smartphones desde que os mesmos tenham o Java ou Flash para executarem as simulações.

Esse repositório disponibiliza de forma gratuita simulações/animações nas áreas de

Física, Química, Matemática, Biologia e Ciências da Terra. O site está disponível em 37 idiomas, dentre os quais o português (Figura 10).

**Figura 10 – “Home” e interface das simulações de Física do Phet Interactive Simulations**



Fonte: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)>

As simulações do PhET podem ser exploradas diretamente a partir da internet ou podem ser baixadas gratuitamente sem a necessidade de cadastro. Para Miranda et al. (2011, p. 5), “o grupo do PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no site”. Nesse sentido, “além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula” (MIRANDA et al., 2011, p. 2).

Segundo Souza et al. (2012, p. 4), a “equipe faz um trabalho exaustivo de avaliação de sua eficácia no processo ensino-aprendizagem, para isso, elas são testadas com aproximadamente dezenas de estudantes”. Esse controle de qualidade faz com que as simulações produzidas e disponibilizadas no PhET sejam cada vez mais utilizadas nas práticas pedagógicas dos professores de Física do mundo inteiro, por seu grau de confiabilidade. Para Rodríguez (2013, p. 3),

*En el simulador los estudiantes pueden manipular los parámetros para probar hipótesis hacer todos los experimentos que quieran con diferentes variables en un marco de tiempo conveniente, también puede hacer experimentos más espontáneos, ya que no hay ningún riesgo. Así pueden comparar los resultados de una serie de experimentos y esto contribuye a su comprensión teórica gracias a la repetición del mismo experimento bajo diferentes condiciones. De esta manera puede inferir a través de la experimentación las características del modelo del fenómeno estudiado. Pueden aprender a su propio ritmo y los errores que cometen hacen que se cuestionen sobre su aprendizaje y estas preguntas pueden guiar su exploración dentro del simulador para mejorar su comprensión; de esta manera su manera de*



*razonar se vuelve más sofisticado y no es simplemente un proceso de ensayo y error azaroso, sino reflexionado.*

A revisão de literatura realizada nesse estudo permitiu a criação do quadro 13 que disponibiliza uma lista com o endereço eletrônico de outras simulações computacionais que têm sido exploradas por professores e pesquisadores em ensino de Física.

### Quadro 13 – Simulações computacionais de Física

(continua)

Nome	Site
Ciclo de Carnot	< <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm</a> >
Animação de Cinemática – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV): um carinho em trajetória retilínea	< <a href="http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/ClassMechanics/MotionDiagram/MotionDiagram.html">http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/ClassMechanics/MotionDiagram/MotionDiagram.html</a> >
Animação de Cinemática (MRUV): um carrinho em trajetória retilínea	< <a href="http://www.wainet.ne.jp/~yuasa/flash/Vta.swf">http://www.wainet.ne.jp/~yuasa/flash/Vta.swf</a> >
Animação de Cinemática (MRUV): dois carrinhos em trajetória retilínea	< <a href="http://ephysics.physics.ucla.edu/newkin/html/acceleration_racing_cars.htm">http://ephysics.physics.ucla.edu/newkin/html/acceleration_racing_cars.htm</a> >
Circuitos elétricos de corrente contínua	< <a href="http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_DC_Only">http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_DC_Only</a> >
Locomotiva a Vapor	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/dampfme.html">http://www.k-wz.de/vmotor/dampfme.html</a> >
Motor de Otto ou Motor de quatro tempos – para caros a álcool ou gasolina	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/v_omotore.html">http://www.k-wz.de/vmotor/v_omotore.html</a> >
Motor a diesel – ausência de velas	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/dieselme.htm">http://www.k-wz.de/vmotor/dieselme.htm</a> >
Motor de moto – motor de dois tempos	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/z_omotore.html">http://www.k-wz.de/vmotor/z_omotore.html</a> >
Ciclo de Otto	< <a href="http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termodinamica/motor.html">http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termodinamica/motor.html</a> >
Ciclo Diesel	< <a href="http://www.shermanlab.com/xmwang/myGUI/DieselG.html">http://www.shermanlab.com/xmwang/myGUI/DieselG.html</a> >
Ciclo de Carnot	< <a href="http://www.cs.sbcc.net/~physics/flash/heatengines/Carnot%20cycle.html">http://www.cs.sbcc.net/~physics/flash/heatengines/Carnot%20cycle.html</a> >
Sistema Solar Virtual	< <a href="http://www.solarsystemscope.com/">http://www.solarsystemscope.com/</a> >
Ciência a Mão: Recursos para a Educação em Ciências	< <a href="http://www.cienciaao.usp.br/">http://www.cienciaao.usp.br/</a> >
Java-AppletszurPhysik	< <a href="http://www.walter-fendt.de/ph14br/">http://www.walter-fendt.de/ph14br/</a> >
Physclips	< <a href="http://www.animations.physics.unsw.edu.au/">http://www.animations.physics.unsw.edu.au/</a> >
Fisicanimada.net.br	< <a href="http://www.fisicanimada.net.br">http://www.fisicanimada.net.br</a> >
e-Física (Física Online)	< <a href="http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/">http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/</a> >
Laboratório e Ciência	< <a href="http://chemlab.byu.edu">http://chemlab.byu.edu</a> >
Repositório de Experimentos Virtuais da UFRJ	< <a href="http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos">http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos</a> >
Física Vivencial	< <a href="http://www.fisicavivencial.pro.br/">http://www.fisicavivencial.pro.br/</a> >
Fowler's Physics Applets	< <a href="http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/">http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/</a> >
Prolicen	< <a href="http://www.fisica.ufpb.br/prolicen/">http://www.fisica.ufpb.br/prolicen/</a> >
Laboratório de Dilatação Térmica	< <a href="http://cref.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear">http://cref.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear</a> >
Interactive Physics and Math with Java	< <a href="http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/">http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/</a> >

**Quadro 13 – Simulações computacionais de Física**

(continuação)

<b>Nome</b>	<b>Site</b>
Web Lab	< <a href="http://ww2.unime.it/weblab/">http://ww2.unime.it/weblab/</a> >
Animações de Química	< <a href="http://www.hgastrorock.iag.usp.br/rockstar.html">http://www.hgastrorock.iag.usp.br/rockstar.html</a> >
Coordenadas Polares	< <a href="http://mídia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0001">http://mídia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0001</a> >
Animaciones de Física	< <a href="http://acer.forestaes.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones.html">http://acer.forestaes.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones.html</a> >
Universidade do Minho	< <a href="http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/">http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/</a> >
Simulações da coleção dos livros “Fundamentos da Física” 8ª ed. do Resnick e Halliday	< <a href="http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=mininav&amp;bcsId=3673&amp;itemId=0471758019&amp;assetId=111697&amp;resourceId=10208&amp;newwindow=true">http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=mininav&amp;bcsId=3673&amp;itemId=0471758019&amp;assetId=111697&amp;resourceId=10208&amp;newwindow=true</a> >
Animações em Flash de Física	< <a href="http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/">http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/</a> >
Biblioteca de Simulações	< <a href="http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true">http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true</a> >
e-on	< <a href="http://www.eon-uk.com/EnergyExperience/661.htm">http://www.eon-uk.com/EnergyExperience/661.htm</a> >
Física Vivencial	< <a href="http://www.fisicavivencial.pro.br/">http://www.fisicavivencial.pro.br/</a> >
FisLab - Laboratório Virtual de Física	< <a href="http://www.fislab.net/">http://www.fislab.net/</a> >
Freezeray	< <a href="http://www.freezeray.com/physics.htm">http://www.freezeray.com/physics.htm</a> >
Laboratório de Física	< <a href="http://www.laboratoriodefisica.com.br/simulacoes.html">http://www.laboratoriodefisica.com.br/simulacoes.html</a> >
Learners TV	< <a href="http://www.learnerstv.com/animation/animationcategory.php?cat=physics&amp;page=2">http://www.learnerstv.com/animation/animationcategory.php?cat=physics&amp;page=2</a> >
Magnet Lab – National High Magnetic Field Laboratory	< <a href="http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/index.html">http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/index.html</a> >
Simulations and Games	< <a href="http://www.mrmont.com/games/">http://www.mrmont.com/games/</a> >
PCCL	< <a href="http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/">http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/</a> >
The Physics Classroom	< <a href="http://www.physicsclassroom.com/Multimedia-Physics-Studios">http://www.physicsclassroom.com/Multimedia-Physics-Studios</a> >
Physics Lab	< <a href="http://www.physicslab.co.uk/">http://www.physicslab.co.uk/</a> >
iPhysics	< <a href="http://www.physicslessons.com/iphysics.htm">http://www.physicslessons.com/iphysics.htm</a> >
Khan	<a href="https://pt.khanacademy.org">https://pt.khanacademy.org</a> >
Movimento Circular Uniforme	< <a href="http://mídia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0073">http://mídia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0073</a> >
How Stuff Works?	< <a href="http://www.hsw.uol.com.br/">http://www.hsw.uol.com.br/</a> >
Simulations and Games	< <a href="http://www.mrmont.com/games/">http://www.mrmont.com/games/</a> >
Regents Exam Prep Center Physics	< <a href="http://www.regentsprep.org/Regents/physics/physics.cfm">http://www.regentsprep.org/Regents/physics/physics.cfm</a> >
Associação Ensino Livre	< <a href="http://ensinolivre.pt/">http://ensinolivre.pt/</a> >
Webeduc (Brasil)	< <a href="http://www.webeduc.mec.gov.br">http://www.webeduc.mec.gov.br</a> >
Portal Educ.Ar (Argentina)	< <a href="http://www.educ.ar">http://www.educ.ar</a> >
Portal Educar Chile (Chile)	< <a href="http://educarchile.cl">http://educarchile.cl</a> >
Programa de Educação Tutorial (PET) de Física	< <a href="http://www.pet.dfi.uem.br/index.php?frame=anim">http://www.pet.dfi.uem.br/index.php?frame=anim</a> >
Chemistry Experiment Simulations and Conceptual Computer Animations da Iowa State University	< <a href="http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/animationsindex.htm">http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/animationsindex.htm</a> >
Laboratório Virtual de Química	< <a href="http://www2.fc.unesp.br/lvq/laboratorio.html">http://www2.fc.unesp.br/lvq/laboratorio.html</a> >
BBC Schools Science Clips	< <a href="http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/index_flash.shtml">http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/index_flash.shtml</a> >
Hyper Physics	< <a href="http://hyperphysics-phy-astr.gsu.edu/hbase/vesc.html">http://hyperphysics-phy-astr.gsu.edu/hbase/vesc.html</a> >
Physics at Syracuse	< <a href="http://www.phy.syr.edu/courses/CCD_NEW/seti/tutorial/APPLET S/htmj/escapetest.html">http://www.phy.syr.edu/courses/CCD_NEW/seti/tutorial/APPLET S/htmj/escapetest.html</a> >
NTNUJAVA Virtual Physics Laboratory	< <a href="http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=398.0">http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=398.0</a> >

**Quadro 13 – Simulações computacionais de Física**

(conclusão)

Nome	Site
Applet Physique et simulations numériques	< <a href="http://www.univlemans.fr/enseignements/physique/02/meca/inclina.html">http://www.univlemans.fr/enseignements/physique/02/meca/inclina.html</a> >
Departamento de Física da Universidade do Óregon	< <a href="http://jersey.uoregon.edu/AverageVelocity/">http://jersey.uoregon.edu/AverageVelocity/</a> >
Universidade do Minho	< <a href="http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/">http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/</a> >
Simulações da coleção dos livros “Fundamentos da Física” 8ª ed. do Resnick e Halliday	< <a href="http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=mininav&amp;bcsId=3673&amp;itemId=0471758019&amp;assetId=111697&amp;resourceId=10208&amp;newwindow=true">http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=mininav&amp;bcsId=3673&amp;itemId=0471758019&amp;assetId=111697&amp;resourceId=10208&amp;newwindow=true</a> >
Animações em Flash de Física	< <a href="http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/">http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/</a> >
Biblioteca de Simulações	< <a href="http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true">http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true</a> >
Simulaciones de física	< <a href="http://home.a-city.de/walter.fendt/phs/phs.htm">http://home.a-city.de/walter.fendt/phs/phs.htm</a> >
Applet Physique et simulations numériques	< <a href="http://www.univlemans.fr/enseignements/physique/02/meca/inclina.html">http://www.univlemans.fr/enseignements/physique/02/meca/inclina.html</a> >
Departamento de Física da Universidade do Óregon	< <a href="http://jersey.uoregon.edu/AverageVelocity/">http://jersey.uoregon.edu/AverageVelocity/</a> >
Universidade do Minho	< <a href="http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/">http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/</a> >
Simulações da coleção dos livros “Fundamentos da Física” 8ª ed. do Resnick e Halliday	< <a href="http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=mininav&amp;bcsId=3673&amp;itemId=0471758019&amp;assetId=111697&amp;resourceId=10208&amp;newwindow=true">http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=mininav&amp;bcsId=3673&amp;itemId=0471758019&amp;assetId=111697&amp;resourceId=10208&amp;newwindow=true</a> >
Animações em Flash de Física	< <a href="http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/">http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/</a> >
Biblioteca de Simulações	< <a href="http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true">http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true</a> >
Simulaciones de física	< <a href="http://home.a-city.de/walter.fendt/phs/phs.htm">http://home.a-city.de/walter.fendt/phs/phs.htm</a> >
Simulador de esfuerzos mecánicos para ingeniería	< <a href="http://www.engineerstoobox.com/">http://www.engineerstoobox.com/</a> >
Laboratorio virtual de la Universidad de Oregon	< <a href="http://jersey.uoregon.edu/vlab/">http://jersey.uoregon.edu/vlab/</a> >
Simulaciones matemáticas	< <a href="http://www.mste.uiuc.edu/java/">http://www.mste.uiuc.edu/java/</a> >
Simulador de un sistema de transporte y almacenamiento	< <a href="http://gpvisio2.alc.upv.es/Projectes/Roque/Cajas/cajas.htm">http://gpvisio2.alc.upv.es/Projectes/Roque/Cajas/cajas.htm</a> >
Interacciones con curvas famosas de matemáticas	< <a href="http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/~history/Java/index.html">http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/~history/Java/index.html</a> >
Cálculos y simulaciones gráficas de probabilidad y estadística	< <a href="http://www.mste.uiuc.edu/java/cad/default.html">http://www.mste.uiuc.edu/java/cad/default.html</a> >
Simulaciones de electricidad y magnetismo	< <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/electromagnet.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/electromagnet.htm</a> >
Simulaciones de termodinámica	< <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/termodinamica.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/termodinamica.htm</a> >
Fichero virtual de la biblioteca a distancia	< <a href="http://www.una.edu.ve/~crmbd">http://www.una.edu.ve/~crmbd</a> >
Simulación con el ciclo termodinámico de Carnot	< <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm</a> >
Experimentos de cargas eléctricas	< <a href="http://www.dcc.uchile.cl/~sebrodri/JAVA/Proyecto/Proyecto.html">http://www.dcc.uchile.cl/~sebrodri/JAVA/Proyecto/Proyecto.html</a> >
Simulaciones de mecánica de fluidos	< <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/bernoulli/bernoulli.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/bernoulli/bernoulli.htm</a> >

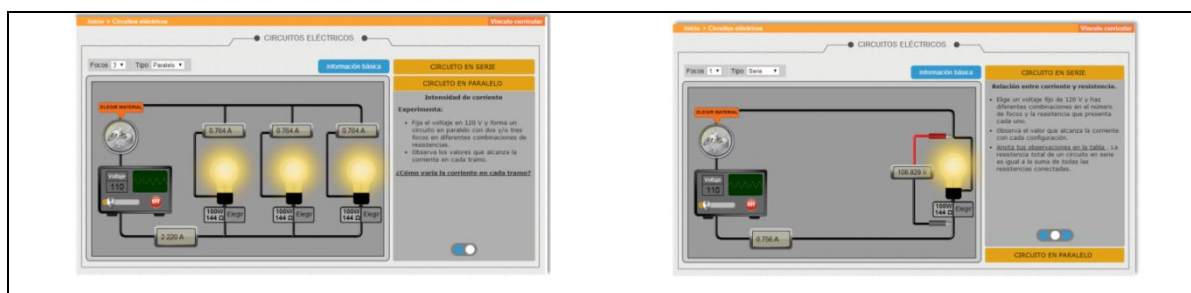
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Tais recursos podem ser explorados em cenários formativos que extrapolam a sala de

aula convencional. Bevilaqua et al. (2010) exploraram o uso de simulações computacionais, por meio do projeto “Ilusões Virtuais” no museu da vida, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Segundo os autores, “o museu conta com exposições permanentes, atividades interativas, multimídias, teatro, vídeo e laboratórios, concebidos de forma lúdica e criativa a partir de ações que valorizam a interatividade e a mediação humana” (BEVILAQUA et al., 2010, p. 3).

Rodríguez (2013, p. 4) desenvolveram um simulador para a disciplina de Física III dos estudos de Engenharia da *Universidad Nacional Autónoma de México* (UNAM). Nesse simulador foi focado o tema: Circuitos elétricos resistivos. A interface desse simulador, apresentada na Figura 11, está disponível online e pode ser acessada por meio do endereço: <<http://www.objetos.unam.mx/fisica/circuitosElectricos/index.html>>.

**Figura 11 – Simulador de circuitos elétricos**



Fonte: RODRÍGUEZ (2013).

O conceito de simulação parece ser um dos mais frequentes entre os estudos que enfocam o uso de TIC no ensino de Física e seu uso considera atividades exploratórias ou expressivas por meio de práticas experimentais demonstrativas ou formativas.

## b) Applet

Um conceito mais restrito que o de animação ou de simulação são os applets, que, segundo Lucero et al. (2014, p. 109), são “*programas que se pueden ejecutar directamente desde la página web en la que están insertos y se presentan como animaciones visuales con posibilidad de interacción por parte del usuario*”. Segundo Xavier et al. (2003, p. 464)

*Un applet es un programa informático realizado en lenguaje JAVA (Java-Sun)<sup>13</sup>. Entre otras particularidades tiene la enorme ventaja de que es un programa que se puede ejecutar directamente desde la página web en la que*

<sup>13</sup> Para Figueira (2005, p. 613), “a linguagem de programação Java foi apresentada ao público pela *Sun Microsystems*, no ano de 1994”.

*está incrustado. Permite, [...] multitud de aplicaciones, desde la incorporación de elementos móviles en las páginas web, como sistemas de control, introducción de datos, mecanismos interactivos... hasta un largo etcétera.*

Nesse sentido tratam-se de programas interativos, relativamente pequenos, configuráveis, que podem ser executados diretamente a partir da internet ou que podem ser facilmente recuperados de repositórios online. Um exemplo de repositório de Applets é o *Java-Applets Zur Physik* <<http://www.walter-fendt.de/ph14e/>>, que disponibiliza em 30 idiomas Applets de Física (Figura 12).

**Figura 12 – Interface da página do *Java-Applets Zur Physik***

(a)

(b)



Fonte: <<http://www.walter-fendt.de/ph14e/>>

Os applets disponibilizados no *Java-Applets Zur Physik* podem ser executados diretamente da internet ou pode ser feito o download para o computador. Existem recursos disponíveis para aulas de Mecânica, Onda Sonoras e Oscilações, Eletrodinâmica, Ótica, Termodinâmica, Teoria da Relatividade, Física Atômica e Física Nuclear. Uma vez que tais recursos podem ser executados diretamente das páginas da internet, o professor pode acessar tais recursos em qualquer lugar. As aplicações também podem ser executadas em dispositivos móveis como tablets e smartphones. Outros repositórios de Applets estão listados no Quadro 14.

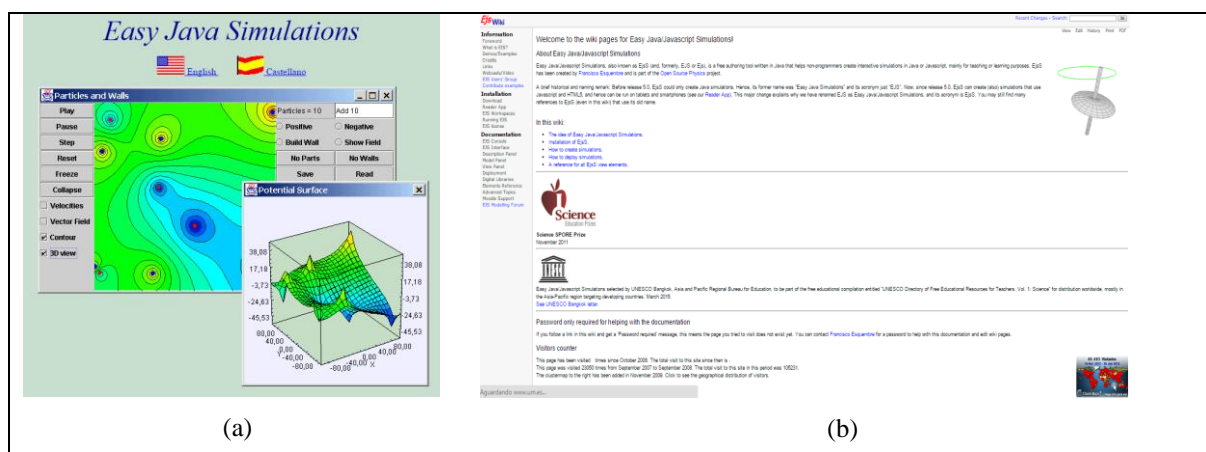
**Quadro 14 – Repositórios de Applets**

Interface	Entendereço eletrônico
Molecular Expressions - Interactive Java Tutorials	< <a href="http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/">http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/</a> >
Online Physics Applets	< <a href="http://ngsir.netfirms.com/">http://ngsir.netfirms.com/</a> >
Computers Animations of Physical Processes	< <a href="http://physics-animations.com/Physics/English/index.htm">http://physics-animations.com/Physics/English/index.htm</a> >
Activ Online Physics	< <a href="http://wps.aw.com/aw_young_physics_11/0,8076,898587-,00.html">http://wps.aw.com/aw_young_physics_11/0,8076,898587-,00.html</a> >
Physiclips	< <a href="http://www.animations.physics.unsw.edu.au/">http://www.animations.physics.unsw.edu.au/</a> >
Physics Simulations	< <a href="http://www.myphysicslab.com/">http://www.myphysicslab.com/</a> >
Open Source Physics	< <a href="http://www.opensourcephysics.org/search/categories.cfm?t=SimSearch">http://www.opensourcephysics.org/search/categories.cfm?t=SimSearch</a> >
Interactive Physics and Math with Java	< <a href="http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/">http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/</a> >
General Physics Java Applets	< <a href="http://www.surendranath.org/Apps.html">http://www.surendranath.org/Apps.html</a> >
Applets Java de Física	< <a href="http://www.walter-fendt.de/ph14br/">http://www.walter-fendt.de/ph14br/</a> >

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Aos professores que não dominam a linguagem de programação Java e que desejam criar seus próprios Applets, atualmente existem programas gratuitos como o *Easy Java Simulations* <<http://fem.um.es/Ejs/>>, disponível em inglês e espanhol, que facilitam a criação desse tipo de conteúdo (Figura 13).

**Figura 13 – Interface da página do *Easy Java Simulations***



Fonte: <<http://fem.um.es/Ejs/>>

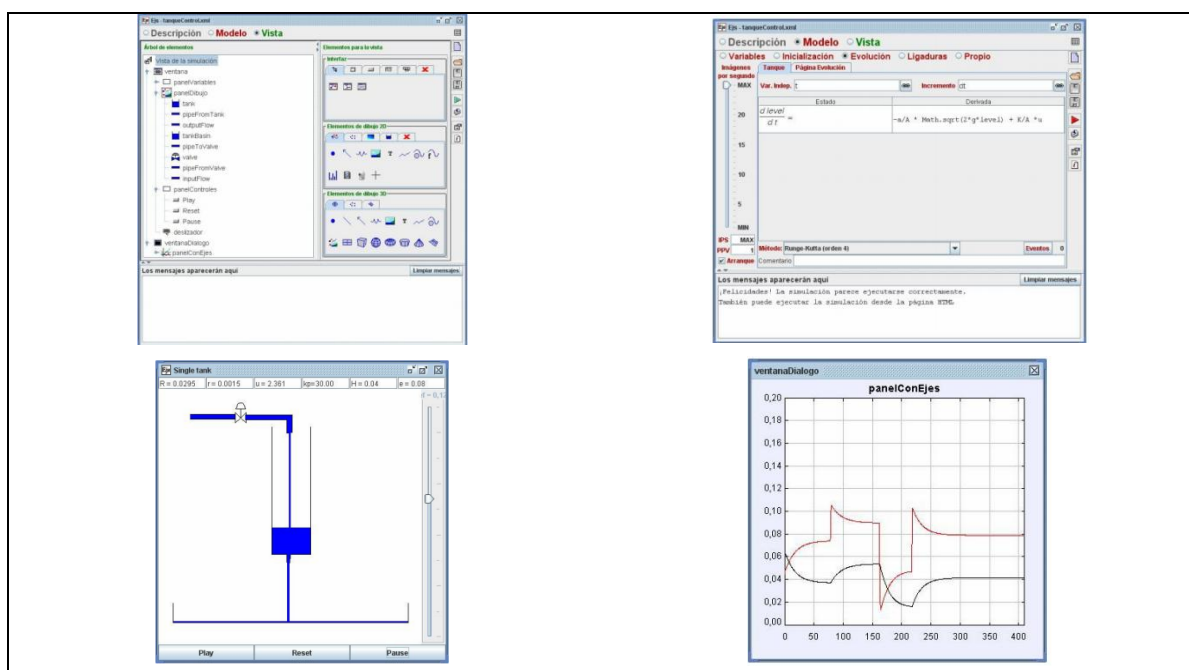
Trata-se de um ambiente de simulação dinâmica e de acesso livre. Segundo Calvo et al. (2008, p. 13), o *Easy Java Simulations* “*ha sido desarrollado por el profesor F. Esquembre y que aunque inicialmente estaba orientado a la enseñanza de la física ha ido extendiéndose su uso a otros entornos para construir laboratorios virtuales*”. Para Sánchez e Espinosa (2012, p. 97),

*Dr. Esquembre de la Universidad de Murcia ha desarrollado un entorno de diseño de simulación (Easy Java Simulations, EJS) muy destacable dentro del ámbito de la física. El EJS es una herramienta de software diseñada para la creación de*

*simulaciones sencillas por computador, es decir, “un programa que intenta reproducir, con fines pedagógicos o científicos, un fenómeno natural a través de la visualización de los diferentes estados que éste puede presentar” (ESQUEMBRE, s.f.). EJS ha sido diseñada para enseñar a una amplia audiencia como crear de forma sencilla y rápida simulaciones científicas en Java. Estudiantes, profesores e investigadores de ciencias con un conocimiento básico de programación informática son los destinatarios del EJS, por lo que está pensado para “personas que están más interesadas más en el contenido de la simulación, en el fenómeno mismo que se simula, que en los aspectos técnicos necesarios para construir la simulación” (ESQUEMBRE, s.f.).*

O *Easy Java Simulations* é uma interface voltada para sujeitos que não tenham alto domínio de programação e dessa forma, pode ser utilizada por professores de Física que desejem desenvolver suas próprias simulações e criar seus laboratórios virtuais. Segundo Jiménez-Castillo et al. (2014, p. 97), o *Easy Java Simulations* “permite diseñar simulaciones interactivas en Java de manera rápida e intuitiva sin necesidad de tener conocimientos avanzados en programación. Es un software libre, concebido para el desarrollo de aplicaciones docentes y persigue el aprendizaje colaborativo entre centros” A figura 14 mostra algumas telas que apresentam a interface do *Easy Java Simulations*.

**Figura 14 – Interface do Easy Java Simulations**



Fonte: CALVO et al (2008)

A figura 14 mostra a posição de elementos que irão constituir o laboratório virtual e a implementação do modelo matemático a partir do qual o laboratório virtual será executado. Para isso é fundamental ter o Java instalado no computador. Nesse caso, o laboratório virtual criado foi um controlador automático para manter a quantidade de líquido num tanque num

determinado valor. Esse software “dispõe de facilidades para a solução numérica de equações diferenciais de primeira ordem. Permitindo que se escreva as equações de forma direta” (FIGUEIRA, 2005, p. 614). Essa característica, faz do *Easy Java Simulations* um poderoso software de criação de Applets para o ensino de Física, em nível básico e em nível superior, favorecendo assim, o desenvolvimento de atividades expressivas ou atividades exploratórias bem como a experimentação por meio da demonstração ou de abordagens formativas.

#### **d) Jogos digitais**

Numa abordagem distinta dos applets é possível mencionar os jogos digitais como recursos virtuais que podem contribuir para a experimentação no ensino de Física. Segundo Savi e Ulbricht (2008, p. 3), os jogos digitais são “como ambientes atraentes e interativos que do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades”.

Clark e Mayer (2008 apud GREIS et al., 2011, p. 54), apontam quatro elementos fundamentais no desenvolvimento de jogos:

- um desafio: uma estrutura que não é nem demasiadamente simples nem demasiadamente difícil;
- controle: os jogadores devem sentir que podem afetar os resultados do jogo e que o jogo mantém um ótimo ritmo;
- a curiosidade: possibilitar oportunidades exploratórias que levem a resultados imprevisíveis;
- fantasia: a percepção de participação em um ambiente.

Com o objetivo de explorar as potencialidades pedagógicas dos jogos digitais, Melo et al. (2013) desenvolveram o jogo digital *Energydownnow*, baseado na linguagem JAVA, que enfoca o controle de consumo elétrico no cotidiano de uma residência. Segundo esses autores,

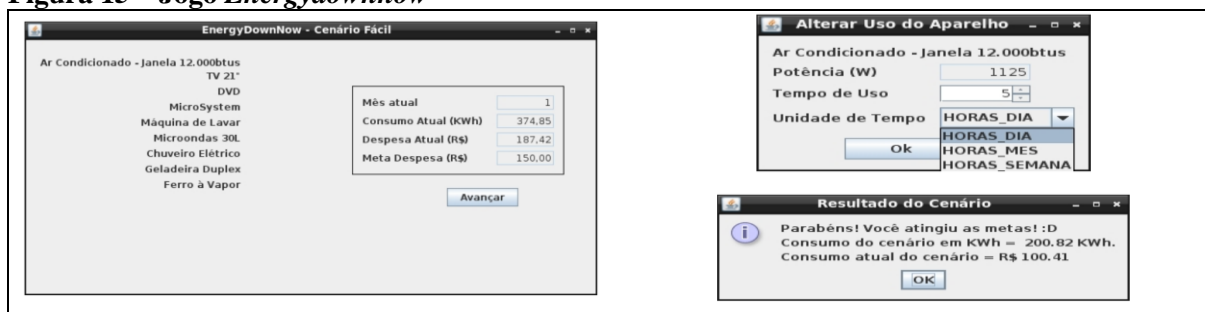
o jogo oferecerá diversos cenários de interação, os quais podem ser vistos como níveis de dificuldades ofertados aos jogadores (e.g, fácil, médio e difícil). Cada cenário representa uma residência com um conjunto de aparelhos eletroeletrônicos, e uma meta de consumo a ser atingida. O andamento do jogo é baseado em turnos, sendo que cada turno representa o período de um mês. A cada turno o programa calcula o consumo energético do cenário (residência) e verifica se a meta foi atingida ou não. Para influenciar o consumo mensal, os jogadores poderão executar duas ações: alterar o tempo de funcionamento de um aparelho, ou realizar a sua troca. Para tornar o jogo mais interessante, indo além de uma calculadora de consumo elétrico, decidiu-se que cada cenário também possuirá um conjunto de personagens, cada qual com suas restrições de conforto (MELO et. al., 2013, p. 1059).

O desafio proposto pelo jogo é o de reduzir o consumo de energia elétrica na residência. Foram consideradas como variáveis, não só perfil de cada eletrodoméstico utilizado ou qualquer que seja o dispositivo eletroeletrônico, mas também o perfil de cada



sujeito que reside na casa. A figura 15 ilustra algumas das interfaces desse software.

**Figura 15 –** *Jogo Energydownnow*

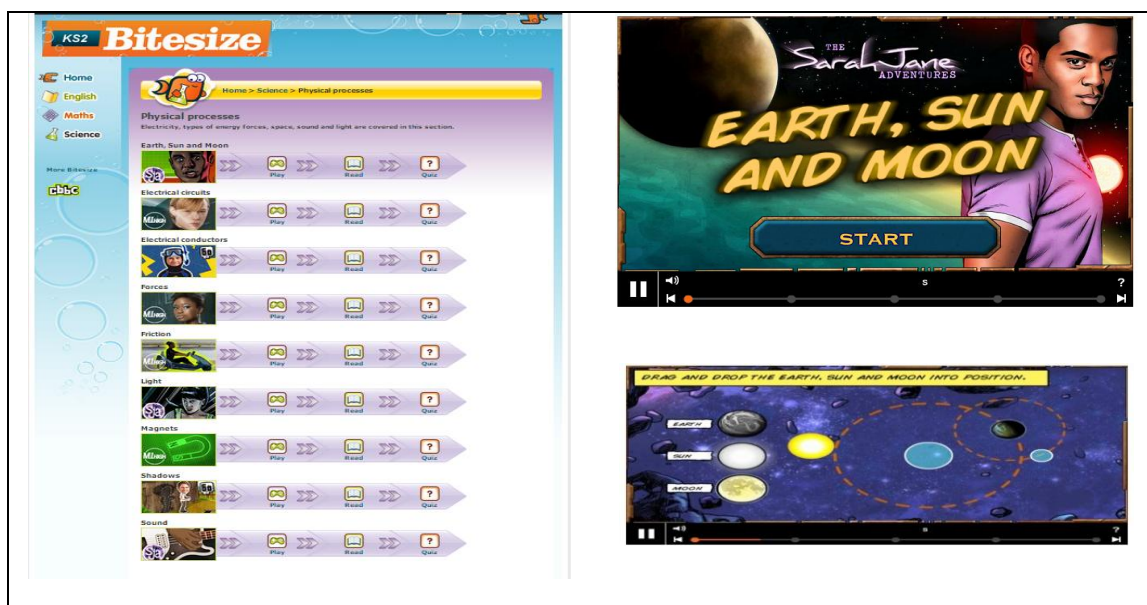


Fonte: MELO et al (2013)

O jogo é relativamente simples. O desafio proposto é o de relacionar o tempo de uso do aparelho eletroeletrônico com a potência de funcionamento e a quantidade de equipamentos da casa com o valor do consumo energético da residência. No caso o sujeito avançar com respostas corretas, serão exibidas mensagens como “Parabéns”. No caso de erro, será apresentada uma mensagem antagônica a essa e o sujeito será convidado a refazer os cálculos.

Outra experiência de desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Física é o projeto *KS2 Bitesize*. Experimentações virtuais no formato de jogos eletrônicos, criados e produzidas pela *British Broadcasting Corporation* (BBC) e que estão disponíveis gratuitamente <[http://www.bbc.co.uk/schools/ks2bitesize/science/physical\\_processes/](http://www.bbc.co.uk/schools/ks2bitesize/science/physical_processes/)> (Figura 16).

**Figura 16 –** Interface do *KS2 Bitesize* e do Jogo *Earth, Sun and Moon*



Fonte: <[http://www.bbc.co.uk/bitesize/ks2/science/physical\\_processes/](http://www.bbc.co.uk/bitesize/ks2/science/physical_processes/)>

Ao acessar a interface do *KS2 Bitesize* o sujeito poderá escolher um jogo para interagir. A exemplo das características desses jogos é possível apontar o desafio proposto pelo jogo *Earth, Sun and Moon* de colocar os objetos celestes (Sol, Terra e Lua) na posição correta segundo suas órbitas, de acordo com um referencial situado no espaço. O usuário deve clicar com o mouse em cima de um dos objetos e arrastá-lo até a posição correta. Se o objeto for colocado na posição errada, o jogo não permite seu encaixe e o sujeito só pode avançar quando tiver posto os objetos celestes em suas posições corretas.

Nem todos os jogos digitais de Física podem ser considerados como experimentos virtuais. É o caso do jogo digital *O Roubo de Galileu*, apresentado por Garcia et al. (2014, p. 658-659), segundo os quais,

A história se passa no século XV, quando um jovem cientista Italiano chamado Galileu descobre fórmulas e teorias que podem revolucionar o mundo. Nesse período acontece uma grande revolução na Itália, chamada renascença; aonde o cientista foi roubado por um espião e teve seus ajudantes sequestrados. Para conseguir recuperar suas pesquisas e anotações ele precisará percorrer todas as fases, desviar de armadilhas, unir pistas e assim chegar ao objetivo final, resgatando as vítimas do sequestro, destruindo o esconderijo e o vilão. [...]O jogo é composto por três fases, a primeira se passa na Praça São Pedro, em Roma e tem o objetivo de demonstrar um pouco da História do país. O jogador controlará o personagem Galileu que entrará na Basílica de São Pedro para recuperar a primeira parte de seus pergaminhos, roubado pelo vilão, depois de recuperada a primeira parte do pergaminho o jogador deverá utilizar as informações contidas no documento para solucionar os enigmas deixados pelo vilão. Esses enigmas estão relacionados com a cidade em que o personagem principal vive; os costumes locais e histórias sobre os pontos turísticos italianos. Estes enigmas serão apresentados ao jogador por meio de questões de Física que englobam conhecimentos gerais sobre o país em questão, como por exemplo, “Michelangelo ajudando projetar a Basílica de São Pedro, uma obra estilo renascentista, ocupando cerca de 23 mil metros quadrados na cidade de Roma, lança um pincel para cima e espera o mesmo cair de volta em sua mão, formando um movimento de lançamento vertical, com uma velocidade igual a 5m/s. Quanto tempo o pincel levará para retornar a mão de Michelangelo?”. A segunda fase ocorre nas ruas de Florença, um município Italiano, onde a segunda parte do pergaminho deverá ser encontrada pelo jogador, o pergaminho trará informações sobre onde seus ajudantes sequestrados estão e o que deverá ser feito para resgatá-los. É nesta etapa que o jogador irá utilizar o lançamento vertical, pois estará sobrevoando em um helicóptero e terá que jogar uma corda para resgatar seus amigos, nesse momento deverá observar a altura e a velocidade de seu helicóptero e também qual será o comportamento da corda em queda livre quando lançada para socorrer as vítimas. Os pergaminhos que Galileu recupera durante as fases apresentam uma sequência, a qual deverá seguir para salvar seus amigos sequestrados. Na terceira fase, tendo recuperado as três partes do pergaminho terá todas as informações necessárias para finalizar a missão de conseguir chegar até a torre de Piza e com um canhão atingir seu inimigo no alto do monumento tendo que ajustar o ângulo e a distância correta, utilizando o lançamento horizontal. [...]O jogo terá um tempo estimado de 40 a 50 minutos. Cada aluno deverá jogar individualmente para maior eficiência da atividade. O presente trabalho refere-se a um jogo educativo, envolvendo conceitos de história e física, com o intuito de auxiliar na prática de ensino de física, aonde o discente irá controlar o personagem principal procurando por pistas deixadas pelo vilão. Após percorrer todas as fases, desviando de armadilhas, unindo informações e traçando estratégias chegará ao objetivo final, que é resgatar as vítimas do sequestro e derrotar o vilão. O

personagem será controlado pelas setas direcionais do teclado em busca dos itens, deverá pegá-los e desviar de bombas deixadas pelo vilão. Ao conseguir encontrar as dicas deixadas para a resolução do enigma, terá informações necessárias para resolver o problema proposto. Se não conseguir unir todas essas dicas o jogador ficará com um déficit de informações para a realização da atividade. Em cada fase o jogador terá apenas uma chance para cumprir seu objetivo, lembrando que todas as dicas necessárias estarão nos pergaminhos conquistados durante as três fases. As dicas estão relacionadas com a História e com as fórmulas de Física. (658-659).

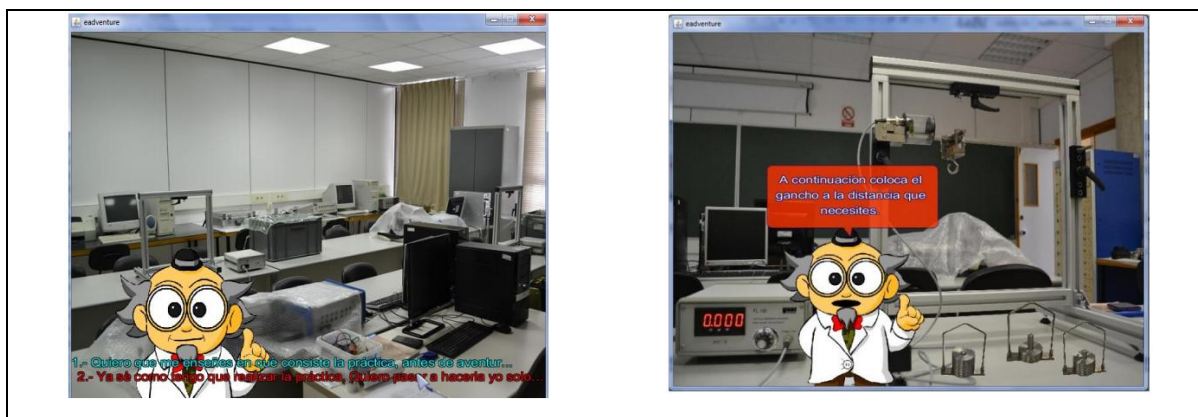
Embora traga como pano de fundo um enredo histórico, esse jogo se não se aproxima da ideia de experimento histórico apontada por Azevedo et al. (2009), uma vez que para tal deveria reconstruir o(s) experimento(s) e o cenário que permitiu a esse Físico se tornar um dos pilares da ciência moderna. A proposta do jogo é uma sequência de desafios que explora a fantasia e exige dos sujeitos que realizem operações matemáticas para apontar a magnitude de algumas grandezas físicas.

Numa outra perspectiva, Huerta e Portela (2015, p. 15-16) apresentaram uma proposta desenvolvida na *Universidad de Cádiz*, com o apoio do AVA Moodle, o que eles chamaram de “*videojuegos serios*” baseados em vídeo. Tal proposta consistiu em:

*durante la visualización de un vídeo el alumno es un simple espectador, en el videojuego, el alumno se siente protagonista, [...], ya que tiene que interactuar, respondiendo preguntas y hablando con el protagonista del video juego, además, puede repetir la práctica tantas veces como lo necesite. Las prácticas de laboratorio sobre las que se ha realizado esta experiencia consisten en la medición de tensiones, mediante galgas extensométricas, de elementos estructurales sometidos a diferentes esfuerzos (utilizando también elementos de diferentes materiales), para que el alumno pueda comparar los resultados medidos experimentalmente con los resultados calculados según la teoría explicada en clase. Concretamente, las dos prácticas virtualizadas en este trabajo son para elementos sometidos a tracción (variando las cargas y los materiales) y a flexión (sólo variando las cargas).*

O experimento desafia os estudantes de engenharia a partir da exploração da resistência dos materiais por meio desse jogo que se apoia em vídeos. Mais especificamente na medição de tensões por meio de medidores estequiométricos de elementos estruturais submetidos à diferentes esforços. Para que o sujeito possa comprar, é possível modificar o material a ser tensionado. Algumas interfaces desse jogo podem ser visualizadas na figura 17.

**Figura 17 - Videojuegos Sérios acerca da resistência de materiais**



Fonte: HUERTA; PORTELA (2015)

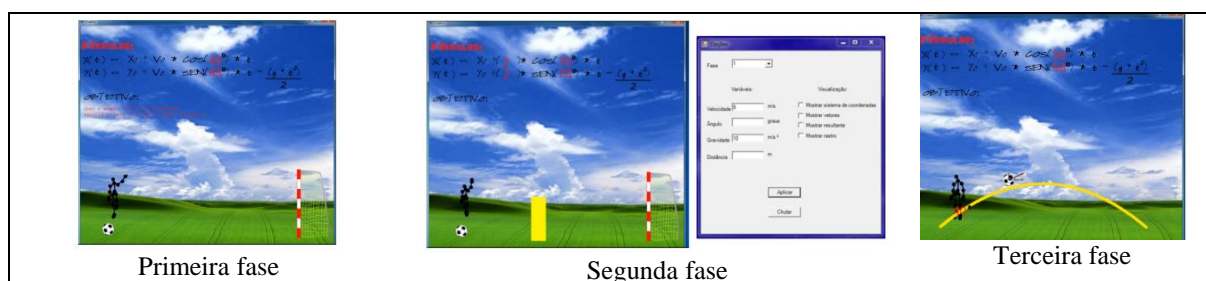
Outro exemplo de jogo digital voltado à experimentação em Física é o *CineFut*, baseado em técnicas imersivas de realidade virtual. Reis et al. (2014, p. 599-600) descreveram o jogo da seguinte forma:

inicia-se uma explicação geral, visando principalmente os comandos e alguns elementos que dão suporte para o jogo, como a caixa de diálogo ou caixas de seleção de fases, e que são comuns em todas as fases. A caixa de seleção de fases, [...] possibilita ao professor selecionar, via mouse, qual a fase deseja realizar primeiro, pois não há necessidade de utilizar a sequência predefinida das fases, cabendo ao professor determinar qual e a sequência mais adequada. Outros itens a serem observados são as variáveis velocidade e gravidade, que para determinadas fases necessitam ser definidas de antemão pelo professor, se isto não ocorrer elas serão iniciadas com o valores máximo para a velocidade e o valor da aceleração da gravidade no planeta Terra. Nesta mesma caixa de seleção de fases, o professor tem a possibilidade de escolher mostrar o sistema de coordenadas, os vetores velocidades, o vetor resultante da velocidade e o rastro da bola. Para isto, basta, além de selecionar a fase, também selecionar quais dos itens descritos anteriormente quer visualizar na interface gráfica do *CineFut*. Ainda na caixa de seleção de fase, encontra-se a opção de selecionar o ângulo de lançamento, esta opção foi criada para possibilitar a realização da simulação do chute, sem a escolha do ângulo pelo aluno. Isto foi feito para que o professor possa apresentar uma simulação específica. Ao finalizar a escolha da fase e de alterar ou não algumas variáveis, o usuário deve clicar no item “Aplicar” para abrir a fase selecionada. Se quiser realizar a simulação do chute para esta fase, basta clicar no item “Chutar”. Outro aspecto comum a todas as fases e uma caixa de mensagem com a descrição do desafio e do objetivo da fase a ser jogada, antes do seu início. Para que esta caixa de mensagem seja retirada da frente da interface gráfica do game, o usuário faz um movimento com a mão direita como se estivesse empurrando-a da direita para a esquerda até que ela saia totalmente da tela, em relação ao usuário. Um dos elementos comuns pertencentes a interface gráfica de todas as fases são as equações do Movimento Uniformemente Variável (MUV), na parte superior esquerda. Abaixo das equações, há um pequeno texto que descreve qual e o objetivo da fase selecionada, e no canto inferior a esquerda está a bola posicionada junto ao boneco palito. Os movimentos que serão interpretados pelo sensor de movimento Kinect R, como comandos para selecionar algumas variáveis necessárias para realização das fases, serão aqui descritos. O primeiro deles é o braço direito estendido na horizontal com o ombro, e realizando o movimento de levantar a mão para selecionar o ângulo de lançamento da bola, que varia de 0 a 90°. O segundo é o movimento do pé direito para a frente, simulando a execução de um chute, que será interpretado como o início do lançamento da bola. Outro movimento será o de selecionar a velocidade inicial da bola, para isto o

usuário movimenta o pé direito para trás, e quanto maior for o afastamento deste pé em relação ao esquerdo maior será a velocidade inicial de lançamento, que no senso comum, será a força com que a bola é chutada.

Trata-se de um jogo que exige das instituições a disposição de equipamentos sensores específicos para a captação e interpretação do movimento do corpo pelo computador. A descrição apontada permite a projeção das possibilidades didáticas e das contribuições desse tipo de recurso para o aprendizado de conceitos de físicos, bem como para o desenvolvimento de várias outras experiências com a experimentação baseada em jogos digitais. A figura 18 mostra interfaces que favorecem a visualização de três fases do jogo.

**Figura 18 – Jogo Digital *CineFut***



Fonte: REIS et al. (2014).

O jogo é estruturado em fases. A primeira fase traz o experimento do chute da bola e enfoca seu alcance máximo; a segunda fase enfoca a transposição de obstáculos; a terceira fase enfoca os ângulos complementares e a quarta fase enfoca o conceito de gravidade permitindo que o chute da bola possa ser dado sob a ação de diferentes campos gravitacionais.

Assim como as animações, simulações e applets, os jogos digitais permitem aos professores de Física a proposição de atividades exploratórias ou expressivas bem como a experimentação por meio de demonstração ou por abordagens formativas.

#### **d) Softwares educativos**

Partimos da ideia de que qualquer software pode ser educativo dependendo do uso que se faz dele (JARDIM et. al., 2010). Esses recursos digitais podem ser classificados de diferentes formas. Para Lucena et al. (2013, p. 29),

dentre os vários tipos de software dispostos no mercado pode-se fazer menção aos ditos: **softwares tutoriais** (versões computadorizadas das conhecidas aulas tradicionais); **softwares de jogos educacionais** (atua como uma ferramenta desafiadora na motivação da construção do saber); **softwares de simulação** (permite uma interatividade e a possibilidade de simular situações experimentais e visualizar fenômenos de caráter microscópicos, muitas vezes impossíveis de compreender mesmo em uma aula prática experimental).

Nesse sentido, é possível estabelecer uma relação entre os softwares tutoriais e os experimentos demonstrativos bem como entre os softwares de jogos educacionais e de simulação com os experimentos formativos. O quadro 15 lista alguns softwares que vem sendo explorados em práticas experimentais de ensino de Física, presencial e à distância.

**Quadro 15 - Softwares para suporte à experimentação em Física**

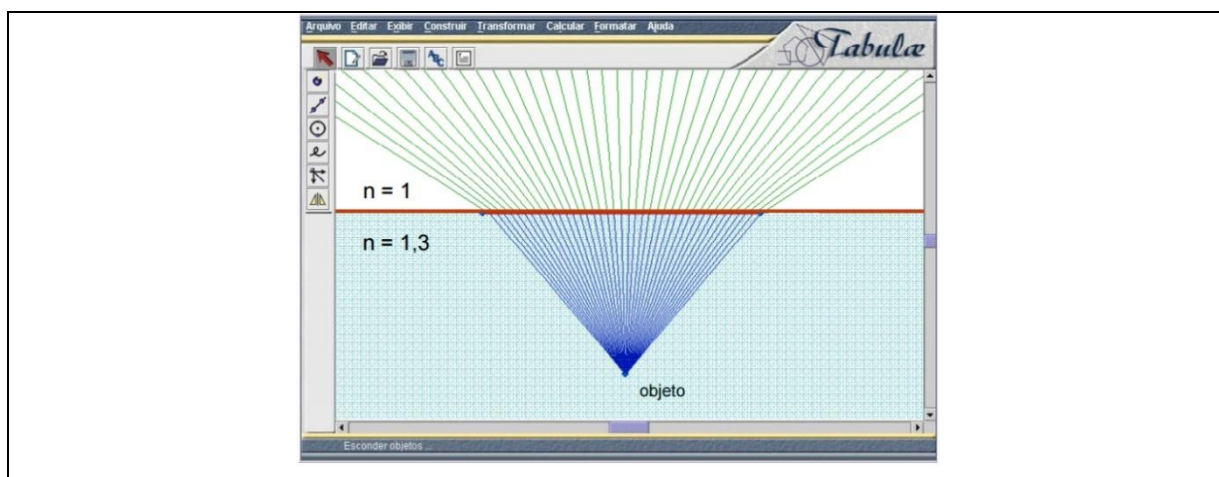
Software	Site
Crocodile Chemistry	< <a href="http://www.crocodile-clips.com/en/Crocodile_Chemistry/">http://www.crocodile-clips.com/en/Crocodile_Chemistry/</a> >
ChemLab	< <a href="http://www.modelscience.com">http://www.modelscience.com</a> >
Chemlan6	<a href="ftp://soulcatcher.chem.umass.edu/incoming/clsetup.exe">ftp://soulcatcher.chem.umass.edu/incoming/clsetup.exe</a> >
Le Chat	< <a href="http://www.fis.uc.pt/~spf/Soft_c/soft_chtml">http://www.fis.uc.pt/~spf/Soft_c/soft_chtml</a> >
ACDLabs	< <a href="http://www.acdlabs.com">http://www.acdlabs.com</a> >
Virtual Lab	< <a href="http://ir.chem.cmu.edu/irproject/">http://ir.chem.cmu.edu/irproject/</a> >
Tabulae	< <a href="http://tabulae.net">http://tabulae.net</a> >
Stellarium	< <a href="http://www.stellarium.org/pt/">http://www.stellarium.org/pt/</a> >
Celestia	< <a href="http://www.shatters.net/celestia/">http://www.shatters.net/celestia/</a> >
Geogebra	< <a href="http://www.geogebra.org/cms/">http://www.geogebra.org/cms/</a> >
Audacity	< <a href="http://audacityteam.org/">http://audacityteam.org/</a> >
Google Earth	<a href="https://earth.google.com/">https://earth.google.com/</a> >
Origin	< <a href="http://www.originlab.com/">http://www.originlab.com/</a> >
QtiPlot	< <a href="http://www.qtiplot.com/">http://www.qtiplot.com/</a> >

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Esses softwares permitem que os professores criem as representações virtuais dos experimentos de Física e demonstrem aos seus alunos ou que peça para eles criarem suas próprias representações. Permitem atividades exploratórias e expressivas bem como abordagens demonstrativas ou formativas da prática experimental. Várias experiências têm sido desenvolvidas nesse sentido. Além dos softwares listados, que estão disponíveis para download, também é possível verificar experiências em que os pesquisadores desenvolvem softwares específicos para análises de situações experimentais em Física.

Como exemplo do uso desses softwares no ensino de Física mencionamos a experiência de Santos et al. (2011) ao explorarem o fenômeno de refração negativa da Luz, por meio de um programa de geometria dinâmica desenvolvido no Instituto de Matemática da UFRJ. O software Tabulae <<http://tabulae.net>> (Figura 19), permite ao sujeito digitar os parâmetros de índice de refração e ângulo de incidência, para verificar o fenômeno da refração da luz a partir de imagens estáticas produzidas pelo próprio software.

**Figura 19 – Interface do Software *Tabulae***



Fonte: SANTOS et al. (2011).

Uma vez que o modelo teórico prevê a refração negativa da luz, o software *Tabulae*, permite a visualização desse fenômeno que, apesar de já ter sido demonstrado experimentalmente sem a necessidade de metamateriais (JING-SONG e MU-FEI, 2010), sua visualização só pode ser verificada analiticamente e com o apoio de experimentos muito sofisticados. Nesse sentido, dificilmente experimentos de refração negativa da luz poderiam ser explorados no contexto da sala de aula fora dos contextos das animações, simulações, applets, jogos digitais ou softwares.

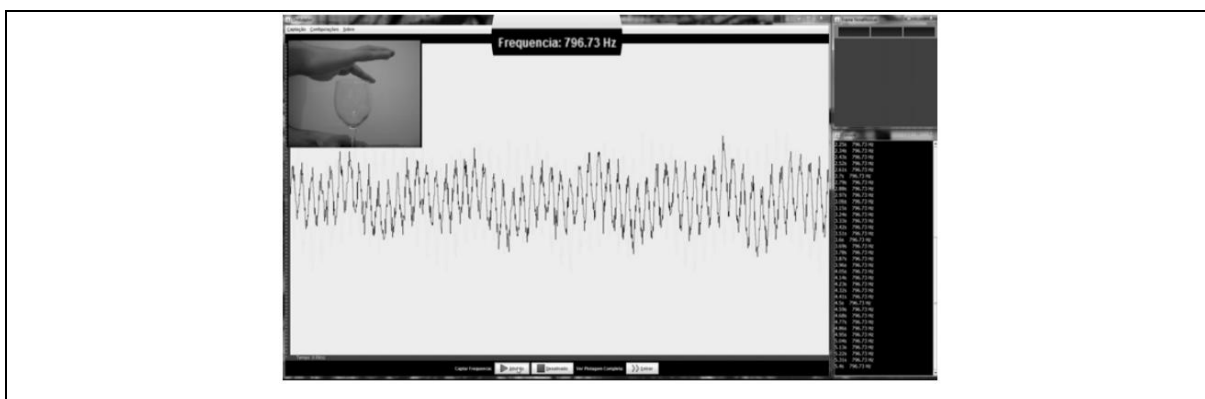
Segundo Santos et al. (2011, p. 4) por meio do software *Tabulae*, “com simples movimentos do mouse do computador (clique, arrastar, etc.) é possível mudar dinamicamente aspectos como a posição do objeto, os índices de refração, a geometria da interface, e estudar o efeito que essas modificações têm na formação da imagem”. Ao variar os parâmetros, os sujeitos podem observar imagens do feixe de raios refratando ao passar de um meio para o outro, quando esses meios têm índices de refração distintos. No caso de um dos meios ter um índice de refração negativo, a visualização do fenômeno da refração negativa da luz poderá ser observado.

Outro exemplo de software utilizado no ensino Física é descrito por Garagnani et al. (2011, p. 2) que construíram um software para a análise da frequência e verificação do fenômeno da ressonância quando se esfrega com o dedo úmido na borda das taças de cristal. Segundo os autores,

Apesar de aparentar ser um fenômeno simples, este depende de inúmeros fatores e conceitos físicos relativamente complexos. Devido a diversas propriedades, as ondas pelas taças sonoras produzidas apresentam variações de frequência, timbre e intensidade, entre outras. Uma maneira excelente de avaliar essas características seria a possibilidade de visualizar a onda emitida pela taça e suas propriedades, pois isto permitiria aos professores e estudantes relacionar os elementos.

Com base nessa argumentação, os autores optaram por utilizar diferentes formatos de taças de cristal bem como utilizar essas taças com quantidades de diferentes de líquidos e com líquidos diferentes para observar diferentes padrões de frequência no gráfico da ressonância. A interface do software desenvolvido pode ser visualizada na figura 20.

**Figura 20 – Interface do Software (padrão para ressonância com a taça de vinho vazia)**



Fonte: GARAGNANI et al. (2011).

Segundo os autores, o programa capta “o som em um determinado intervalo de tempo, fornecido pelo usuário, de forma cíclica. A frequência predominante no som é exibida na janela do programa, juntamente com o gráfico da Intensidade (relativa ao microfone) pelo tempo” (Idem). Uma vez que utiliza modelos matemáticos pré-definidos para análise dos fenômenos captados a partir de experimentos convencionais, o sujeito pode definir o intervalo de tempo que gostaria de analisar, o modelo da taça e seu conteúdo.

Outro software gratuito e de código-fonte aberto que vem sendo amplamente utilizado em práticas de ensino de Física é o *Stellarium* <<http://www.stellarium.org/pt/>>. A interface desse software pode ser acessada em 50 idiomas e é compatível com os seis sistemas operacionais mais utilizados, conforme a figura 21.



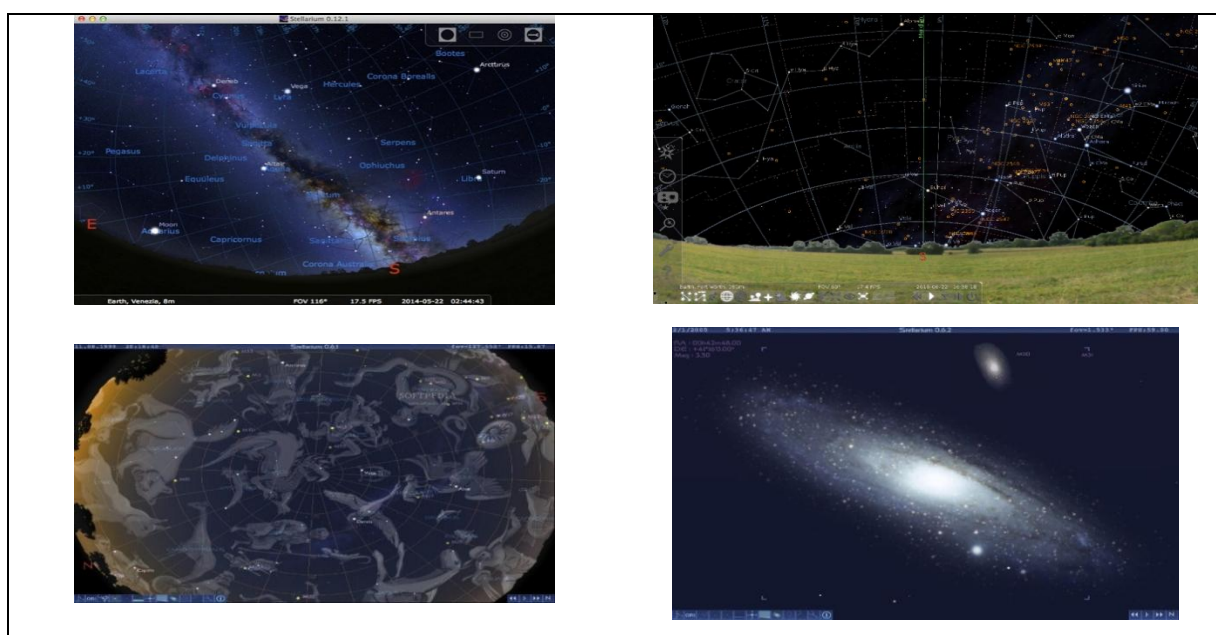
**Figura 21 – Interface da página do *Stellarium***



Fonte: <<http://www.stellarium.org/pt/>>

O *Stellarium* é um planetário virtual a partir do qual os sujeitos podem observar o céu diurno e noturno, ver os desenhos das 88 constelações, viajar até os corpos celestes (aglomerados estelares, planetas, estrelas, asteroides, supernovas, etc.), acelerar, parar ou voltar no tempo e perceber como o movimento dos corpos celestes se altera a partir do referencial situado na superfície da Terra. Segundo Longhini e Menezes (2010, p. 435), o *Stellarium* “disponibiliza informações acerca dos corpos celestes e também possibilita a visualização do céu a partir de ambientes como Marte, Lua e Oceanos, ou de sua própria residência ou escola, dependendo da versão empregada” como pode ser verificado a partir da figura 22.

**Figura 22 – Interfaces do Software Stellarium**



Fonte: <<http://migre.me/vg2Oe>>

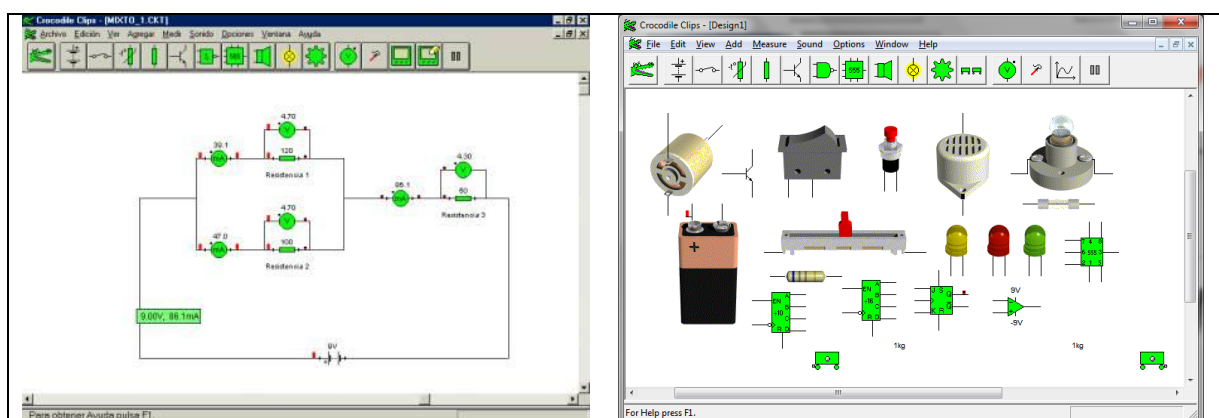
O *Stellarium* permite aos sujeitos visualizarem os desenhos das constelações, acrescentar o retirar a atmosfera terrestre, identificar os objetos celestes clicando em cima deles e perceber os padrões luminosos dos astros. Favorece aos sujeitos perceber o movimento dos corpos celestes a partir de suas trajetórias elípticas, conforme preconiza a Primeira Lei de Kepler da Mecânica Celeste. É possível visualizar os extremos do sistema solar a exemplo do Cinturão de Kuiper e mesmo objetos que estão para além do sistema solar tais como estrelas, galáxias, quasares, dentre outros. Isso é possível porque, segundo Longhini e Menezes (2010, p. 436), o *Stellarium* dispõe de

banco de imagens com mais de 600.000 estrelas; ilustrações das constelações de onze diferentes culturas; imagens de nebulosas (catálogo Mes-sier completo); atmosfera, nascer e pôr-do-sol muito próximos ao real; planetas do sistema solar e seus satélites, eclipses solares e lunares, dentre outros. O programa oferece ferramentas para lidar com as imagens, tais como: estrelas cintilantes; estrelas cadentes; chuvas de meteoros; controle de tempo e zoom; interface em diversos idiomas; projeção olho-de-peixe para redomas de planetários; controle de telescópios, dentre outros. O programa permite que o usuário realize ajustes personalizados, de modo a inserir as coordenadas geográficas do local onde mora ou de onde deseja visualizar o céu. Também possibilita configurá-lo para qualquer data e horário, de modo que se pode adiantar ou voltar no tempo, revelando a configuração do céu de qualquer época (idem, p. 436).

Segundo Ourique et al. (2010, p. 4) “além de mostrar as 88 constelações reconhecidas pela União Astronômica Internacional, apresenta ainda as constelações de outras culturas, tais como as da China, Egito, Coréia, povo Navajo, povo Tupi-Guarani, entre outras”. A exemplo da aplicação desse software em práticas experimentais de Física na Educação Básica é possível apontar a experiência de Silva (2009) que explorou o *Stellarium* em aulas de Física com turmas do 1º ano do Ensino Médio com a finalidade de recuperar as observações de Thyco Brahe e recompor as três Leis de Kepler.

Outro software que pode ser explorado na experimentação mediada por interface das internet é o *Crocodile Physics* <<http://crocodile-physics.software.informer.com/>> que permite a criação e simulação de circuitos eletrônicos em corrente contínua ou alternada, como pode ser verificado a partir da figura 23.

Figura 23 – Interfaces do software *Crocodile*

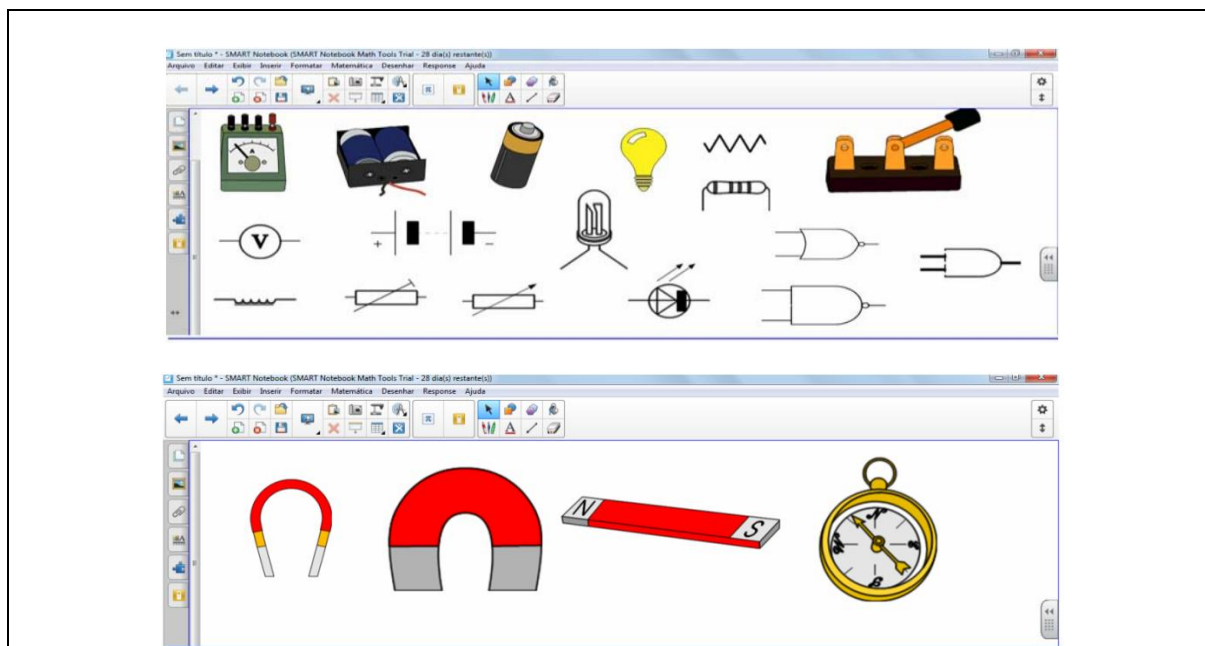


Fonte: <<http://migre.me/vg2QW>>

Rebello e Ramos (2009) exploraram o uso do *Crocodile Physics* para a montagem de circuitos, associação de resistores, “com associações de lâmpadas, interruptores e pilhas” (p. 1) junto com alunos do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre. O *Crocodile Physics* permite montar variados circuitos em corrente contínua, alternada em eletrônica analógica e digital. É possível verificar por meio de multímetros digitais a tensão, a corrente, a resistência dentre outras variáveis físicas envolvidas no estudo do eletromagnetismo.

Numa perspectiva semelhante à do *Crocodile Physics* é possível citar a experiência de Santos e Ramos (2013) com a lousa digital na criação e apresentação de representações virtuais de experimentos de Física com foco no eletromagnetismo em turmas da disciplina “Práticas de Ensino” com alunos do curso de Licenciatura em Física do Instituto de Biociências da Unesp no Campus de Rio Claro. Segundo esses autores, o software *Smart Notebook*, disponível em alguns tipos de lousa digital, favorece “aplicativos dinâmicos (onde há ilustração do sentido da corrente elétrica em movimento) sobre circuito elétrico em série e em paralelo (SANTOS; RAMOS, 2013, p.7)”. (Figura 24).

**Figura 24 – Smart Notebook para os Circuitos Elétricos e componentes Magnéticos**

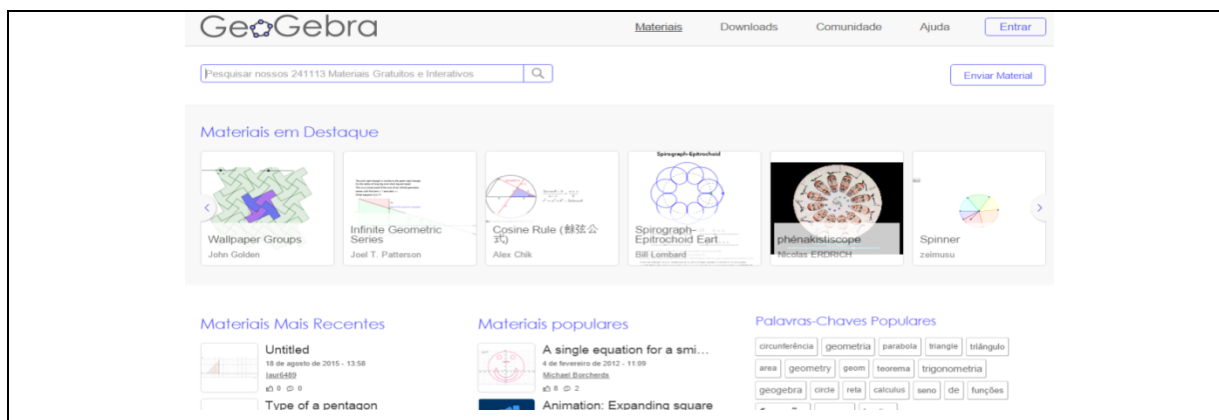


Fonte: SANTOS; RAMOS (2013).

O software *Smart Notebook* permite a construção de situações didáticas semelhantes às que podem ser construídas utilizando o software *Crocodile Physics*.

Além de softwares como o *Tabulae*, *Stellarium*, *Crocodile Physics* e *Smart Notebook* que, foram desenvolvidos para a exploração de conceitos Físicos, é possível explorar, com êxito, softwares que não foram desenvolvidos para esse fim, apresentando significativas contribuições para o avanço na experimentação virtual. Como exemplo desse tipo de situação temos a experiência de Santos e Souza (2013, p. 1) que exploraram o software gratuito Geogebra para a análise do movimento do pêndulo simples (Figura 25).

**Figura 25 – Interface do site do software Geogebra**



Fonte: <<http://tube.geogebra.org/>>

O *Geogebra* é um software desenvolvido em linguagem Java, código aberto, e que está disponível em português para plataformas Windows, Linux e Mac OS e que pode ser

utilizado em tablets ou computadores do tipo *desktop* ou portáteis. Seu *download* pode ser realizado gratuitamente a partir do endereço: <<http://www.geogebra.org/download>>.

Santos e Souza (2013, p. 1) definem o *Geogebra* como “um *software* dinâmico de matemática, que reúne geometria, álgebra e cálculo. Permite construções com pontos, vetores, segmentos, sinhas e seções cônicas, e com funções que posteriormente podem ser modificadas de maneira dinâmica”. No site do *Geogebra* encontramos materiais que orientam na construção de diferentes tipos de gráficos, as opções de *download*, a comunidade de desenvolvedores do *Geogebra* e um *link* de ajuda para as dificuldades com o *software*.

Esse tipo de atividade amplia as possibilidades didáticas experimentais, integrando as TIC ao currículo escolar e contribuindo para a compreensão da realidade Física a partir dos softwares educativos. O mesmo se pode afirmar acerca das animações, simulações, applets e jogos digitais.

Nesse sentido, os recursos digitais utilizados para a composição de experimentos virtuais podem emergir a partir de múltiplos conceitos como animação, simulação, applet, jogos digitais, softwares, dentre outros. Numa perspectiva indutiva, a visualização dessas experiências nos permite identificá-las como experimentos virtuais, mas a revisão de literatura nos mostra que além de enfocarem fenômenos físicos, esses recursos precisam atender a outras características para serem identificados como experimentos virtuais. No encalço dessa definição encaminhamos a leitura para a próxima subseção.

#### **5.4 Construções conceituais acerca dos experimentos virtuais**

As práticas de ensino de Física apresentadas com o uso de animações, simulações, applets, jogos digitais e softwares educativos, por muitas vezes exploraram a identificação de variáveis que são “manipuladas de maneira pré-estabelecida e seus efeitos suficientemente controlados pelo pesquisador” (FACHIN, 2006, p. 40). Segundo Borges e Moraes (1998 apud SILVA et al., 2012, p. 147), “experimentar, portanto, é submeter à experiência; é pôr à prova; é ensaiar; é conhecer ou avaliar pela experiência”. Nesse sentido, é possível apontar esses recursos como possíveis experimentos virtuais. Segundo Levy (1996, p.16),

o virtual não se opõe ao real, mas sim ao actual. Contrariamente ao possível, estático e já constituído, o virtual é como o complexo problemático, o nó de tendências ou de forças que acompanha uma situação, um acontecimento, um objecto ou uma entidade qualquer, e que chama um processo de resolução: a atualização.

O virtual diz respeito a algo que não se apresenta naquele instante em sua forma física, atual. Mas que nem por isso não existe ou é menos real. Assim, quando se discute o

“experimento virtual” é preciso ter clareza de que esse é um conceito menos inclusivo do que o que conceito de “experimento mediado por interfaces da internet”. No contexto atual, raras são as práticas experimentais que não exploram, em algum grau, as potencialidades dos recursos virtuais. Seja para a montagem do aparato experimental, para a coleta, tabulação ou análise dos dados, são utilizados recursos virtuais e isso não faz dessas práticas experimentais um experimento virtual.

A experimentação é a prática com o uso do experimento e este é o resultado da composição de um aparato que permite a representação e a análise da relação entre as variáveis que atuam num fenômeno natural. Dessa forma é possível afirmar que os experimentos que utilizam aparato físico, não podem ser considerados experimentos virtuais. Tomando por base a definição de experimento proposta por Fachin (2006) e a exploração das definições e usos pedagógicos das animações, simulações, applets, jogos digitais e softwares educativos, os experimentos virtuais podem ser definidos como conteúdos digitais, baseados em modelos matemáticos, a partir dos quais é possível controlar variáveis pré-definidas no modelo e visualizar os efeitos produzidos pela manipulação dessas variáveis.

Com base nessa construção conceitual é possível afirmar que nem todas as animações, simulações, applets, jogos digitais ou softwares – mesmo aquelas que são utilizadas em práticas de experimentação em Física – podem ser classificados como experimentos virtuais. Esses conceitos são todos muito mais inclusivos que o de experimento virtual.

O conceito de experimento virtual também se diferencia e é mais restrito que o de atividade virtual. Segundo Carvalho et. al. (2013, p. 53), as atividades virtuais permitem “ao aluno a recolha de dados e o seu tratamento, organizando-os em tabelas e constituindo gráficos, que depois devem ser interpretados, tal como numa experiência convencional, sem, contudo, ter de se dispersar por aspectos procedimentais inerentes à sua execução”. Nesse sentido, o uso pedagógico de animações, simulações, applets, jogos digitais e softwares, bem como de outros formatos de conteúdos digitais não mencionados, está incluído dentro do conceito de atividade virtual. No entanto, nem todas as práticas pedagógicas com o uso desses recursos cabem no conceito de experimento virtual.

O que diferencia os experimentos convencionais dos experimentos virtuais é que, enquanto os primeiros se baseiam na observação da dinâmica da natureza para produzir os modelos, nos experimentos virtuais são os modelos que favorecem a observação do fenômeno natural. Simões Junior et al. (2011, p. 1), chamam os experimentos virtuais de experimentos computacionais e afirmam que a ideia básica desses recursos “é simular de forma controlada o comportamento físico de um sistema complexo resolvendo um conjunto de equações

matemáticas baseado em um modelo físico-matemático fundamental e bem aceito pela comunidade científica”.

Para Pereira e Costa (2011), os experimentos virtuais “são ferramentas computacionais que por meio de representações dinâmicas possibilitam a exploração de fenômenos da natureza”, inclusive de forma colaborativa, seja ela presencial ou à distância. A possibilidade de realizar aulas de Física por meio de experimentos colaborativos a distância é muito limitada no cenário dos experimentos convencionais, mas se expressa fortemente no cenário dos experimentos virtuais. É possível que alunos de uma escola localizada em Porto Alegre-RS, por exemplo, realizem experimentos colaborativos com alunos de uma escola em Maceió-AL; ou que alunos distribuídos nos 102 municípios alagoanos possam interagir colaborativamente por meio de AVA analisando um experimento virtual.

Além dos experimentos virtuais apresentados, o quadro 16 traz uma lista de endereços de experimentos virtuais que têm sido explorados em estudos que enfocam o uso de TIC no ensino de Física.

**Quadro 16 - Experimentos virtuais**

<b>Experimento</b>	<b>Site</b>
Ciclo de Carnot	< <a href="http://www.sc.edu/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm">http://www.sc.edu/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm</a> >
Animação de Cinemática (MRUV): um carrinho em trajetória retilínea	< <a href="http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/ClassMechanics/MotionDiagram/MotionDiagram.html">http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/ClassMechanics/MotionDiagram/MotionDiagram.html</a> >
Animação de Cinemática (MRUV): um carrinho em trajetória retilínea	< <a href="http://www.wainet.ne.jp/~yuasa/flash/Vta.swf">http://www.wainet.ne.jp/~yuasa/flash/Vta.swf</a> >
Animação de Cinemática (MRUV): dois carrinhos em trajetória retilínea	< <a href="http://ephysics.physics.ucla.edu/newkin/html/acceleration_racing_cars.htm">http://ephysics.physics.ucla.edu/newkin/html/acceleration_racing_cars.htm</a> >
Locomotiva a Vapor	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/dampfme.html">http://www.k-wz.de/vmotor/dampfme.html</a> >
Motor de Otto ou Motor de quatro tempos – para carros a álcool ou gasolina	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/v_omotore.html">http://www.k-wz.de/vmotor/v_omotore.html</a> >
Motor a diesel – ausência de velas	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/dieselme.html">http://www.k-wz.de/vmotor/dieselme.html</a> >
Motor de moto – motor de dois tempos	< <a href="http://www.k-wz.de/vmotor/z_omotore.html">http://www.k-wz.de/vmotor/z_omotore.html</a> >
Ciclo de Otto	< <a href="http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termo dinamica/motor.html">http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termo dinamica/motor.html</a> >
Ciclo Diesel	< <a href="http://www.shermanlab.com/xmwang/myGUI/DieselG.html">http://www.shermanlab.com/xmwang/myGUI/DieselG.html</a> >
Ciclo de Carnot	< <a href="http://www.cs.sbccc.net/~physics/flash/heatengines/Carnot%20cycle.html">http://www.cs.sbccc.net/~physics/flash/heatengines/Carnot%20cycle.html</a> >
Gravitação	< <a href="http://www.discip.ac-caen.fr/phch/lycee/terminale/gravitation/planete/planete.htm">http://www.discip.ac-caen.fr/phch/lycee/terminale/gravitation/planete/planete.htm</a> >

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

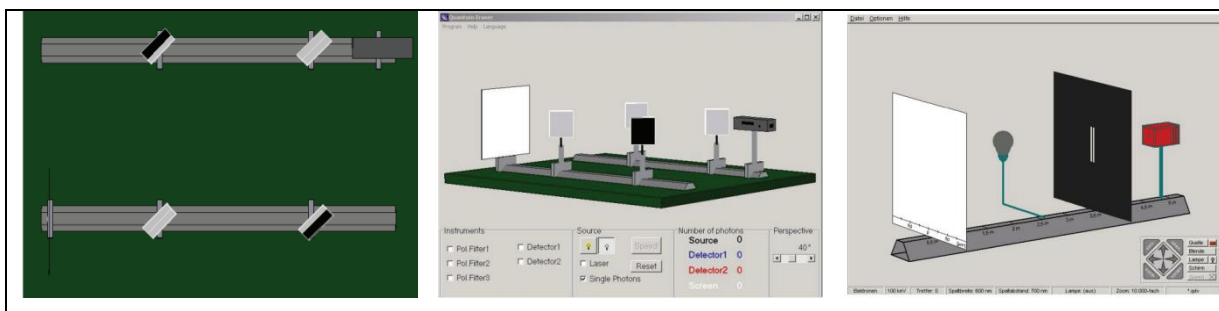
Para Lopes e Feitosa (2009, p. 9), “esse recurso pode ser utilizado fora da escola, em

qualquer ambiente onde haja [...] preferencialmente (mas não necessariamente), conexão com a Internet”. Nesse sentido, é possível fazer o download dos experimentos virtuais e utilizá-los em ambientes offline, dispensando dessa forma o uso da internet para a execução desses recursos. Como por exemplo disso é possível citar o Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder (IVMZ) que foi explorado por Oesterman (2005):

As atividades computacionais, como na primeira implementação da unidade, envolveram a utilização de dois softwares livres do tipo bancada virtual, que permitem a simulação de dois experimentos cruciais da Física Quântica. Esses softwares podem ser obtidos em: [www.physik.uni-muenchen.de/didatik/Computer](http://www.physik.uni-muenchen.de/didatik/Computer). O primeiro deles simula o funcionamento do interferômetro de MachZehnder, e o outro simula a experiência da fenda dupla realizada com feixes de elétrons. O software do interferômetro permite que se opere virtualmente com laser (regime clássico) e fótons individuais (regime quântico) explorando os aspectos corpuscular e ondulatório revelados no arranjo experimental, através da introdução de detectores de fótons ou de filtros polaróides nos braços do aparelho. O software da fenda dupla (que, para Richard Feynman, representava o experimento revelador do caráter quântico dos objetos microscópicos) permite que se opere com objetos clássicos e quânticos diversos, comparando os padrões obtidos na tela para cada caso.

O link do software explorado por Oesterman (2005) já não se encontra ativo e pelas imagens contidas na figura 26 é possível perceber que se trata de um recurso simples, de acordo com as exigências e possibilidades gráficas atuais.

**Figura 26 – Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder (1ª Versão)**

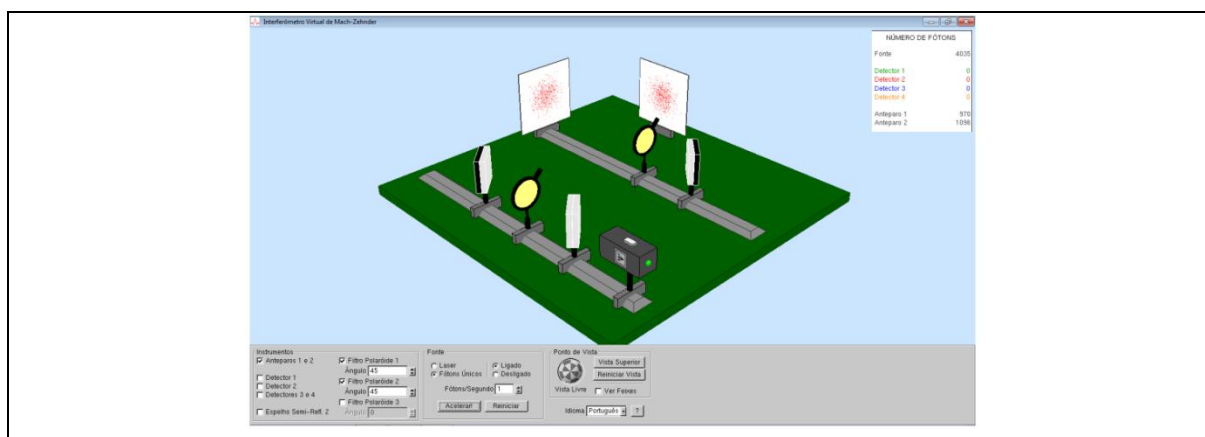


Fonte: OESTERMANN (2005).

Nesse estudo a autora propõe e disponibiliza um roteiro experimental para esse software de simulação do IVMZ. “Na mesma direção, a elaboração de roteiros exploratórios revelou-se um passo adiante em relação à postura ingênua, tão difundida em nosso meio, que faz uso da tecnologia pela tecnologia” (OESTERMANN, 2005, p. 26). O IVMZ também foi objeto de estudo de Hohenfeld (2013) e a interface explorada pode ser visualizada a partir da figura 27.



**Figura 27 – Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder**

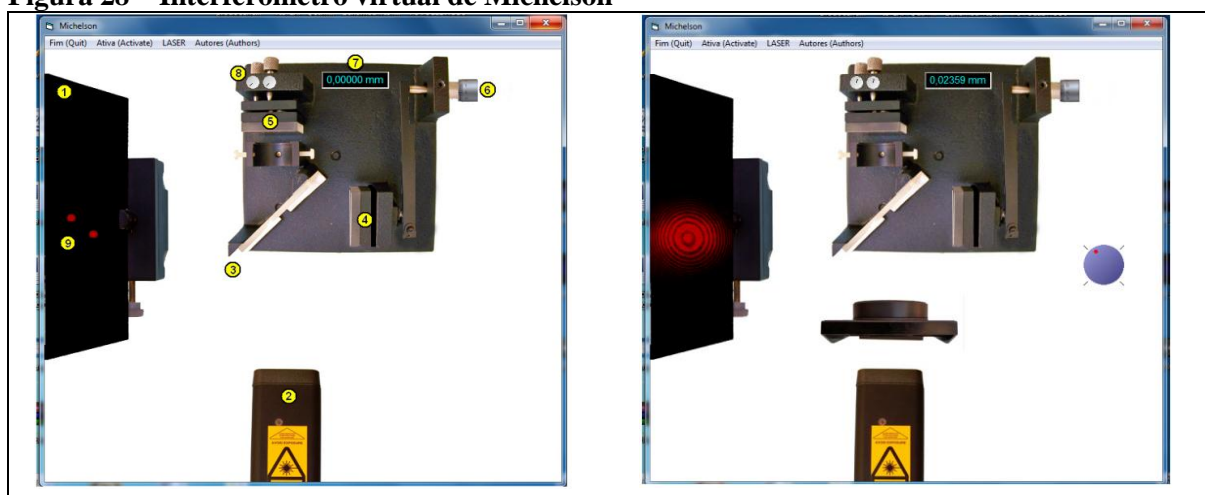


Fonte: PEREIRA et al. (2011).

Pereira et al. (2011, p. 2) também exploraram o IVMZ o qual “foi desenvolvido para demonstrar o fenômeno de interferência quântica a partir da simulação um feixe de luz construído de apenas um único fóton”. A partir de sua exploração, “muitos aspectos dos postulados da mecânica quântica podem ser facilmente ilustrados”. (opcit, p. 5). O IVMZ está disponível para download gratuitamente através do endereço: <[www.if.ufrgs.br/~fernanda](http://www.if.ufrgs.br/~fernanda)>.

Ainda com foco na Física Moderna, Pinheiro et al. (2011, p. 2) exploraram o interferômetro virtual de Michelson (IVM). Segundo esses autores, o IVM foi “desenvolvido em Visualbasic com a máxima fidelidade aos equipamentos do experimento do interferômetro de Michelson encontrado comercialmente”. A figura 28 ilustra a interface do IVM.

**Figura 28 – Interferômetro virtual de Michelson**



Fonte: PINHEIRO et al. (2011)

A partir da figura 28, é possível observar que a imagem do IVM é composta de vários elementos próprios do aparato experimental real: anteparo preto (1); laser (2); divisor de feixes (3), dois espelhos (4) e (5), perpendiculares entre si; um micrômetro (6), cuja leitura é

mostrada em (7); parafusos micrométricos (6) e (8) de ajustes vertical e horizontal. Segundo Pinheiro et al (2011, p. 3), “inicialmente o estudante tem que escolher o laser (opção “LASER” na barra superior) e ligá-lo, com isso aparecerá na tela dois pontos (9) na cor do laser escolhido, representando o sistema desalinhado, que o estudante deverá fazê-los coincidir no anteparo para ocorrer a interferência”.

Segundo esses autores, o IVM reproduz o interferômetro da marca Phyne que eles dispõem no Laboratório Experimental de Física Moderna do Departamento de Física da UFC. Esse experimento virtual, em relação aos que foram anteriormente explorados, chama atenção pela preocupação que seus desenvolvedores tiveram em considerar a possibilidade do “erro experimental”. Segundo Pinheiro et al. (2011, p. 4),

Um aspecto que consideramos muito importante é que o programa permite que cada estudante obtenha resultados distintos para os comprimentos de onda de cada um dos vários lasers, dentro do “erro experimental”, como em um experimento real. Esse fato torna esse “experimento” virtual bastante realista, cujos resultados obtidos podem ser comparados com aqueles que fizeram o experimento real em um laboratório. Nesse aspecto, a incerteza da medida estará na variação do ponto final na franja de interferência em relação ao ponto inicial, escolhido pelo estudante. Essa prática deve ser realizada seguindo um roteiro do tipo usado num experimento real que acompanha o programa, e que reproduzimos no final desse trabalho. Nesse roteiro o estudante vai encontrar uma breve introdução teórica e uma orientação de como proceder para realizar o “experimento”.

Apesar dessa argumentação parecer contrariar a ideia do experimento virtual como um recurso limitado dentro do modelo matemático que o gera, a argumentação de Pinheiro (2011) não foge a essa regra. O que há por trás do IVM é um jogo de regras matemáticas e um conjunto de probabilidades de resultados que determinam o valor e conseqüentemente a imagem que será visualizada como resultado do efeito das relações entre as variáveis manipuladas. Embora seja um experimento virtual muito sofisticado, não deixa de considerar a definição proposta nesse estudo. Há de se considerar que, mesmo o IVM que leva em consideração a possibilidade do erro experimental, por si só, não promove aprendizagem. A forma como serão utilizados esses recursos é que determinará as potencialidades pedagógicas dos experimentos virtuais.

Apesar dos avanços proporcionados, se faz necessário tecer algumas ponderações sobre as potencialidades desses recursos. Esses aspectos estão sintetizados no quadro 17.

**Quadro 17 – Avanços e ponderações acerca dos experimentos virtuais**

Avanços	Ponderações
Visualização de conceitos abstratos; Redução do tempo necessário para a preparação, coleta de dados e execução dos experimentos; Possibilidade de repetir o mesmo experimento várias vezes; Ampliação do número de sujeitos que podem manipular o experimento; Favorecem a realização de experimentos que não podem ser realizados em laboratórios convencionais; São portáteis, seguros e apresentam bom custo-benefício no desenvolvimento, utilização e manutenção; Flexíveis, reutilizáveis e interoperáveis; Apresentam os resultados rapidamente; Não há restrições de acesso no que diz respeito ao tempo e nem lugar; São interativos; Permitem que o estudante trabalhe com ferramentas colaborativas; Permitem o desenvolvimento de novas competências; Permite poupar reagentes e material, evitando igualmente o lançamento de resíduos químicos nos esgotos. Evita que sejam desperdiçados ou danificados aparato experimental por mau uso	Os alunos, erroneamente, confundam os efeitos visualizados a partir do experimento virtual com o que acontece na realidade; O aluno poderá não conseguir visualizar na realidade natural o fenômeno observado no experimento virtual; A facilidade com que as variáveis podem ser manipuladas nos experimentos virtuais podem transparecer a falsa impressão de que no mundo real as variáveis são facilmente controláveis; Existe uma dificuldade em se encontrar simulações computacionais de qualidade para serem usufruídas; Podem conter erros conceituais e conduzir a uma concepção errônea do fenômeno; Dependendo do modelo matemático que gera o experimento virtual, o erro experimental pode não ser possível; Não conseguem simular os cheiros; Não favorecem o desenvolvimento de habilidades laboratoriais; Podem provocar uma aprendizagem experimental descuidada das normas de segurança.

Fonte: HEIDEMANN et al (2010); HECKLER et al (2007); NOGUEIRA et al (2000); BOTTENTUIT JUNIOR (2007); LOPES (2004); SALES et al (2009).

Por suas características, os experimentos virtuais “nunca abarcam todas as características do sistema físico” (HEIDEMANN et al, 2012, p. 972) e exigem do professor muita clareza acerca de seus limites e potencialidades. Trata-se de uma visão aproximada do fenômeno e não uma visão do fenômeno em si. “As simulações são projetadas em modelos simplificados, deixando de considerar aspectos de grande influência no ato da experiência real” (CARDOSO e DICKMAN, 2012, p. 901).

No laboratório da escola ou da universidade, geralmente, há procedimentos específicos a serem realizados utilizando recursos e instrumentos laboratoriais físicos para analisar determinado fenômeno. Normalmente, em uma atividade desse tipo, os estudantes realizam suas atividades em grupo, analisando procedimentos, manipulando os recursos físicos e avaliando os resultados obtidos. Há ainda tempos e espaços determinados para a realização das tarefas e, muitas vezes, os dados obtidos apresentam erros e falhas que são próprias do trabalho experimental e que contribuem para a compreensão de como a Física, enquanto Ciência, foi constituída.

Carvalho et al. (2013, p. 54) destacam que “é necessário que o professor pondere o uso de atividades virtuais na sua prática letiva, dado o perigo que existe de se gerarem confusões

entre os modelos e a realidade concreta de transmitir uma visão errada do que é fazer ciência”. No entanto, há de se considerar que no trabalho com experimentos virtuais, as habilidades experimentais a serem desenvolvidas são distintas das que são requeridas nos laboratórios convencionais, mas nem por isso são menos importantes ou dizem menos sobre a forma como a ciência se desenvolve.

Os experimentos virtuais, permitem visualizar fenômenos e perceber comportamentos que por vezes não podem ser observadas por meio de experimentos convencionais. Para Simões Jr. et al (2011, p. 2, grifo nosso), “em alguns casos, os experimentos computacionais podem reproduzir de forma global determinados fenômenos que não poderiam ser tratados **analiticamente** ou experimentalmente”.

Caso um professor queira problematizar junto aos seus alunos os efeitos do derretimento das calotas polares sobre os oceanos, dada a complexidade dos algoritmos matemáticos envolvidos (GUILLERMO et al., 2013), a visualização desse fenômeno só seria possível por meio de um experimento virtual. Além de possibilitarem a visualização de fenômenos que dificilmente poderiam ser reproduzidos a partir de experimentos convencionais, as simulações “possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real” (HECKLER et al., 2007, p. 268), como é o caso do exemplo do derretimento das calotas polares.

Para Gonçalves et al (2006, p. 33), “nas simulações interativas o aprendiz pode, através da alteração de parâmetros, verificar as possibilidades e limitações das suas hipóteses confrontando-as com o modelo físico apresentado” inclusive por repetidas vezes, tantas quanto achar necessário. A possibilidade de manipular os parâmetros físicos livremente e observar o comportamento do experimento, favorece ao sujeito a possibilidade de manter um contato mais intenso com o fenômeno analisado. Além disso, o uso dos experimentos virtuais permite a abordagem de um número maior de fenômenos num intervalo de tempo menor e proporcionam um *feedback* imediato ao aluno (HECKLER et al., 2007).

Para Souza (2013, p. 15341), “a incorporação das TICs no contexto escolar deve proporcionar aos estudantes, novas situações de aprendizagem” e nesse sentido, “cada professor deve inserir o aplicativo em situações de aprendizagem adequadas à realidade e/ou necessidades formativas de cada turma” (LOPES; FEITOSA, 2009, p. 5). Apesar do trabalho pedagógico com as TIC exigir dos professores competências específicas, é preciso destacar que a experimentação em Física, seja ela com experimentos reais ou virtuais, não dispensa o uso de roteiros. A pesquisa de Pedroso e Araújo (2011, p. 2) mostra que “colocar os alunos frente a uma simulação, sem um roteiro de orientação não gerava resultado significativo na

maioria dos alunos, pois eles rapidamente se cansavam ou ficavam dispersos”.

Nesse sentido, para que o trabalho pedagógico com os experimentos virtuais possa ser realizado da melhor forma possível, é importante que ele seja acompanhado pelo uso de roteiros experimentais (PAULA, 2012<sup>14</sup>; LOPES e FEITOSA; 2009; WICHNOSKI e ZARA, 2011). Segundo Nobre et al. (2011, p. 27), “mais que identificar problemas e assinalar soluções para os atuais modelos educacionais, eles apontam uma demanda por novas formas de lidar e de experimentar o conhecimento e a informação, aproveitando a tecnologia de que já dispomos”.

No cenário dos cursos de formação de professores de física ofertados por meio da UAB, o uso de experimentos virtuais pode contribuir para a composição de laboratórios virtuais nos AVA e assim, proporcionar mais e melhores experiências formativas para esses futuros professores. A delimitação do conceito de experimento virtual realizada nessa sessão indica que a experimentação mediada pelas interfaces da internet é conjunto muito mais amplo de práticas.

A realidade contemporânea favorece aos professores que atuam nesses cursos explorarem tanto os experimentos virtuais quanto os experimentos remotos e assim transformarem os AVA em verdadeiros laboratórios mediados pelas interfaces da internet. O terceiro movimento dessa pesquisa que consistiu na aplicação de questionário junto a esses professores interrogando-os acerca dos usos que fazem dos experimentos mediados pelas interfaces da internet, tomou por base a ideia de que esse conceito transborda a ideia de experimento virtual.

Tendo em vista que esses sujeitos podem utilizar os espaços dos AVA para compor seus laboratórios mediados pelas interfaces da internet, encaminhamos a leitura para a próxima sessão na qual discutiremos os tipos de laboratórios a partir de experiências já implementadas e que podem favorecer a criação de novos cenários virtuais.

---

<sup>14</sup> Os roteiros para experimentos virtuais produzidos por Paula (2012), estão disponíveis no endereço: <<https://sites.google.com/site/fisica102104coltecufmg/ebooks>> e os produzidos por Lopes e Feitosa (2009), para os experimentos virtuais estão disponíveis no endereço: <<http://www.fiscanimada.net.br>>

## 6 LABORATÓRIOS VIRTUAIS E REMOTOS COMO CENÁRIOS DA EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET

O termo laboratório se origina do latim e resulta da junção dos termos *laborare* (trabalhar) e *orium* (local onde se realiza a ação). Pode ser entendido como o espaço no qual “os experimentos são realizados diversas vezes de forma controlada, permitindo ao cientista observar o comportamento do sistema e a descrição física mais adequada para explicar o fenômeno estudado” (SIMÕES JUNIOR et al., 2011, p. 1). Identificamos diferentes subcategorias sob as quais se inscrevem diferentes tipos de laboratórios. Jiménez-Castillo et al. (2014, p. 94) os classificam como tradicionais, virtuais e remotos. Com relação à forma de acessar os recursos, Blas e Loyarte (2012, p. 989), classificam os laboratórios em dois tipos: “*local cuando se interactúe directamente con el laboratorio, ya sea por presencia física en las instalaciones o por medio de una computadora. [...] remoto, siempre que la interacción se logre por medio de una red*”.

No que concerne à classificação quanto à natureza material do sistema físico, esses autores classificam os laboratórios também duas formas: “*será real cuando sea de existencia visible; mientras que será simulado en caso contrario*” (*idem*). Em *La Reunión de Expertos en Laboratorios Virtuales* realizada em Paris no ano 2000 Paris, (2000 apud BLAS; LOYARTE, 2012, p. 989), se definiu que o laboratório virtual é como “*un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y experimentación con el objeto de investigar o realizar otras actividades creativas*”.

Por sua vez, os laboratórios virtuais também possuem subcategorias. Para Calvo et al. (2008, p. 12) os laboratórios virtuais também podem ser classificados em locais e remotos. Desse modo,

*La diferencia reside en el lugar donde se realizan las simulaciones, que pueden ser, en el caso de laboratorios virtuales remotos, un servidor lejano que ejecuta los cálculos (p.e. un motor de cálculo donde se ejecutan las operaciones, como es el caso cuando se usa MatLab WebServer y MatLab como motor de cálculo), o de forma local, en el caso de los laboratorios virtuales locales, donde se ejecutan los recursos haciendo uso de la potencia de cálculo de los alumnos.*

No caso do sujeito explorar recursos de simulação no computador que está utilizando, ele estará diante de um laboratório virtual local. Por outro lado, quando se desenvolve pesquisa no campo das Ciências Naturais e se utiliza para isso de recursos de simulação, comumente se faz necessário a montagem de um laboratório equipado com computadores de alto desempenho que serão responsáveis pela execução dos algoritmos que definem o modelo

teórico que está na base da simulação. Desse modo, o pesquisador poderá acessar os dados produzidos por esse laboratório a partir do computador que está gerando os dados, ou acessá-los remotamente a partir de seu computador pessoal. Assim, estaremos diante de um laboratório virtual remoto.

Morales (2015, p. 451) menciona, como subcategoria dos laboratórios mediados por interfaces da internet, os laboratórios assistidos. Segundo esses autores, o *Laboratorio Asistido*, é materialmente físico mas, “*en este modelo el estudiante es acompañado por un sistema computacional que se encara describir los procedimientos, la adquisición y en ocasiones el análisis de los resultados de la práctica*”. Segundo Aristizábal et al. (2013), assim como no caso dos laboratórios tradicionais, no caso dos laboratórios virtuais e remotos, a experimentação exige do experimentador o manejo do arranjo experimental e de instrumentos para coletar e analisar os dados. No caso específico dos laboratórios virtuais, tal cenário remete

*al concepto de instrumento virtual, introducido por Truchard y Kodosky de la National Instruments en el año de 1983, se refiere a la utilización de la computadora personal (actualmente se puede extender a los celulares y las tabletas) como un instrumento para realizar mediciones haciendo una combinación entre hardware y software que cumplen, en conjunto, las funciones de instrumentos tradicionales, siendo el software el que realmente provee la ventaja para construir estos instrumentos, facilitando la innovación y la reducción significativa de costos. Con los instrumentos virtuales, ingenieros y científicos construyen sistemas de medición y automatización que se ajustan a sus requerimientos, lo que no permiten los instrumentos tradicionales ya que vienen con sus funciones asignadas (p. 1).*

Dessa forma, o computador e seus recursos se constituem nos instrumentos que apoiam a experimentação tradicional, virtual ou remota. Para esse fim, contribuem dispositivos lógicos como *PhysicsSensor*<sup>15</sup>, a Placa Arduíno e sensores específicos para captação de sinais elétricos, mecânicos, térmicos e luminosos. No limite superior da exploração do computador como um instrumento que potencializa a instrumentação de experimentos tradicionais, reside o conceito de Laboratório Remoto.

Na mesma *Reunión de Expertos en Laboratorios Virtuales realizada em París no ano 2000*, París (2000 apud BLAS; LOYARTE, 2012, p. 989), ficou entendido também que *um laboratório remoto “es un sistema basado en la instrumentación de un laboratorio real o simulado, que permite realizar actividades prácticas de forma remota transfiriendo información entre el proceso y el usuario de manera bidireccional”*. Para Pascual (2009, p.

---

<sup>15</sup> Software que disponibiliza cronômetro, voltímetro, ohmímetro, amperímetro, osciloscópio, dentre os outros instrumentos, acionados por meio da captação de sinais por sensores conectados às portas USB dos computadores pessoais. Esse software está disponível para download no endereço: <<http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/index.php/software-hardware/physicssensor>>

2), os laboratórios remotos consistem em “*sistemas basados en instrumentación real de laboratorio que permiten al alumno el acceso y control remoto de los instrumentos por medio de estaciones de trabajo de una red local (Intranet) o bien a través de Internet*”. Assim, no que concerne à experimentação mediada pelas interfaces da internet, existem pelo menos três subcategorias: laboratórios virtuais, laboratórios assistidos e laboratórios remotos. Cada um deles apresenta, por sua vez, outras subcategorias.

Diante dessa ampla categorização, esta sessão enfoca a descrição dessas subcategorias de laboratórios mediados pelas interfaces da internet. Num primeiro momento, serão explorados os laboratórios virtuais a partir das subcategorias: laboratórios virtuais multimídia, laboratórios em realidade virtual e laboratórios em realidade aumentada. Na sequência serão apresentados os laboratórios remotos, suas características e potencialidades. Por fim, discutiremos as estratégias didáticas que podem ser utilizadas pelos professores de Física na mediação pedagógica com laboratórios virtuais ou laboratórios remotos.

## 6.1 Laboratórios virtuais

Para Monge-Nájera et al. (2005, p. 2), “*estos laboratorios le ofrecen al estudiante la posibilidad de realizar las practicas desde su casa, lugar de trabajo o centro universitario más cercano*” desse modo, “*se entiende por laboratorio virtual un sitio informático que simula una situación de aprendizaje comúnmente realizada en un espacio físico llamado laboratorio*” (p. 3). Para Faundez et al. (2014, p. 34),

*Los laboratorios virtuales se enmarcan en lo que se conoce como Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) que, aprovechando las funcionalidades de las TICs, ofrecen nuevos contextos para la enseñanza y el aprendizaje libres de las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza presencial y capaces de asegurar una continua comunicación (virtual) entre alumnos y docents.*

Tais ambientes “*se fundamentan en un modelo matemático del sistema a simular, sobre el cual el estudiante puede realizar diferentes tipos de simulación y experimentos*” (MORALES, 2015, p. 450). Dessa forma, baseiam-se em conteúdos multimídia que congregam o espetáculo audiovisual com o objetivo de reproduzir digitalmente, pelo menos um arranjo experimental.

Experimentos virtuais podem assumir diferentes formatos de conteúdos digitais e dependendo desses formatos, são disponibilizados em diferentes espaços intitulados laboratórios virtuais. Para Souza et al. (2001 apud BOTTENTUIT JUNIOR 2007, p. 17) os laboratórios virtuais são aqueles em que “*todos os seus equipamentos são desenvolvidos*



através de recursos de simulação, modelagem e visualização”. Tais laboratórios, “utilizam multimídia (som, imagens, gráficos e animações) para simular suas experiências; seus objectos são imagens, em sua maioria desenhos ou fotografias” (idem, p. 69).

O uso desse tipo de laboratório em cursos superiores de formação de professores de Física pode favorecer aos alunos uma experiência de iniciação científica, uma melhor compreensão dos fenômenos físicos ou mesmo o desenvolvimento de metodologias didáticas para o uso desse tipo de recurso. Segundo Forte et al. (2008), os laboratórios virtuais também podem ser distinguidos entre si, sobretudo pelo tipo de tecnologia empregada ou por aspectos de colaboração. Quando a tecnologia empregada, os laboratórios virtuais mais comuns são: laboratórios multimídia, laboratórios em realidade virtual e laboratórios em realidade aumentada. Quanto aos aspectos de colaboração, eles podem ser classificados em: ambientes de colaboração local e ambientes de colaboração remota.

## **6.2 Classificação dos laboratórios virtuais quanto à tecnologia empregada**

Os laboratórios virtuais são estruturados a partir de objetos de aprendizagem. Dependendo do tipo de objeto de aprendizagem e da forma como os sujeitos interagem, esses experimentos virtuais, os laboratórios virtuais podem ser classificados em: laboratórios virtuais multimídia (LVM), laboratórios de realidade virtual (LRV) e laboratórios de realidade aumentada (LRA).

### **a) Laboratórios virtuais multimídia**

Os LVM “têm como características marcantes a disponibilização de produtos multimídia em forma de sons, textos, imagens, vídeos, animações e simulações” (GUAITA; GONÇALVES, 2014, p. 1465). Esses laboratórios podem ser distribuídos em interfaces da internet ou por meio de mídias como cd-rom ou pendrive. Para Fonseca et al. (2013, p. 2), “o laboratório virtual pode ser pensado de duas maneiras diferentes, por um lado simulações, que recriam situações físicas idealizadas [...] e, por outro, os experimentos filmados, que usam situações físicas reais filmadas”. Nesse sentido, os LVM agregam não só experimentos virtuais, mas todos os conteúdos multimídia que apresentam potencialidades para o trabalho experimental.

As videograções e as fotografias favorecem a realização de práticas experimentais, utilizam variáveis reais e os efeitos que resultam dessa manipulação são exibidos no vídeo ou

na imagem que é o resultado da captura da realidade natural. Além dos laboratórios de experimentos virtuais, os LVM congregam os vídeos e as fotografias.

### **b) Laboratórios baseados em videograções**

O desenvolvimento científico tem favorecido a integração de diversos recursos midiáticos em um único suporte tecnológico. É o caso, por exemplo, dos smartphones, que por possibilitarem fazer videograções, “permitem registrar fenômenos físicos por meio de filmagens que podem ser utilizadas em atividades experimentais significativas para o ensino de física” (BEZERRA JUNIOR., et. al., 2012, p. 471). Segundo Moran (1995 apud FERREIRA, 2014, p. 744), diferente das simulações, animações, applets, jogos digitais e softwares, a videogração “parte do concreto, do visível, do imediato, próximo que troca todos os sentidos”.

Tais recursos têm sido utilizados como estratégias de sensibilização, demonstração, exploração, análise, iniciação científica, avaliação, bem como as variadas abordagens experimentais. Como exemplo da aplicação desse tipo de recurso na experimentação em Física, é possível apontar a vivência de Pereira e Barros (2010) que desenvolveram em 2008 um projeto de produção de vídeos em três turmas de Ensino Médio de uma escola do Rio de Janeiro acerca de experimentos de Física. Segundo os autores, “o projeto consistiu na produção de vídeos de curta duração de experimentos simples como atividade final das aulas de laboratório de física”. Analogamente Pereira et al. (2011) e Silva e Mercado (2013) realizaram uma experiência de produção de vídeo de curta duração sobre experimentos no contexto de aulas de Física do ensino médio.

Pereira et al. (2013), entendem que esse tipo de atividade pode ser utilizada também como uma alternativa para o tradicional relatório que habitualmente é solicitado ao final das aulas experimentais. Há de se registrar que os relatórios em formato audiovisual apresentam características próprias e por isso não é possível transpor a estrutura do relatório em texto, fechado, impresso, para a linguagem audiovisual. Estilos e gêneros próprios do audiovisual são explorados pelos alunos na construção de seus vídeos. Como exemplo dessa possibilidade, alguns alunos que participam dos vídeos, representam apresentadores de um telejornal ou narradores de um documentário. Nesse sentido, “os vídeos, seja pelo processo de produção, seja pela forma de expressão dos alunos, demonstraram possuir características que nem sempre encontram correspondência com esses componentes” (PEREIRA et al., 2011, p. 690).

O trabalho com vídeos, também pode ser realizado para dar suporte às práticas experimentais demonstrativas. O Youtube <<http://www.youtube.com>> possui variados canais destinados a divulgação de experimentos em vídeo, cada um com grande volume de demonstrações sobre experimentos de Física. O canal intitulado “Manual do Mundo” <<https://www.youtube.com/user/iberethenorio>> (Figura 29) disponibiliza vídeos profissionais com experimentos diversos nas áreas das Ciências da Natureza que podem ser utilizados como material didático para suporte às práticas pedagógicas presenciais ou online.

**Figura 29 – Interface do canal “Manual do Mundo”**



Fonte: <<https://www.youtube.com/user/iberethenorio>>

Do mesmo modo, encontramos vídeos que orientam a realização desses experimentos e ilustram os procedimentos experimentais e os efeitos do fenômeno. O Youtube possui variados canais, cada um com um sem número de vídeos sobre experimentos no ensino de Física. Uma lista com alguns desses canais pode ser acessada a partir do quadro 18.

**Quadro 18 – Canais do Youtube com demonstrações experimentais de Física**

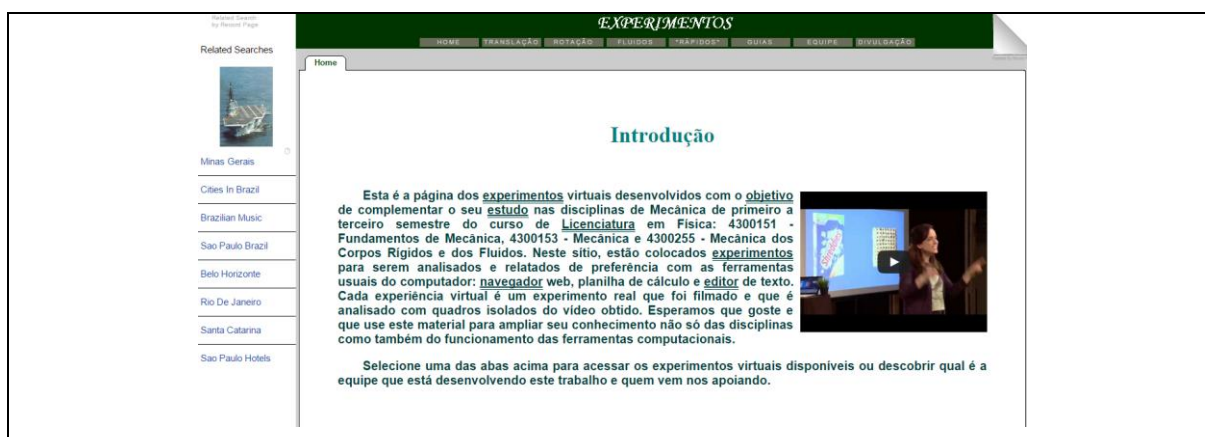
Nome do Canal	Endereço
Manual do Mundo	< <a href="http://www.youtube.com/channel/UcKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ">http://www.youtube.com/channel/UcKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ</a> >
Francisco Lavarda	< <a href="http://www.youtube.com/channel/UCqf8s8X8PZnC8h81xZEiJ4w">http://www.youtube.com/channel/UCqf8s8X8PZnC8h81xZEiJ4w</a> >
<u>Manuel Ramírez Panatt</u>	< <a href="http://www.youtube.com/channel/UC2VAJFBhvfaQLRiK7hmjMVw">http://www.youtube.com/channel/UC2VAJFBhvfaQLRiK7hmjMVw</a> >
Mago da Física	< <a href="http://www.youtube.com/channel/UCtw3XwOO8t76Ns0M5kJJ09g">http://www.youtube.com/channel/UCtw3XwOO8t76Ns0M5kJJ09g</a> >
Fq Experimentos	< <a href="http://www.youtube.com/channel/UCG_R-0u1OkKtFC_Km6sdmOg">http://www.youtube.com/channel/UCG_R-0u1OkKtFC_Km6sdmOg</a> >
Espaço Ciência Online	< <a href="http://www.youtube.com/channel/UCfk1A6OAsGu_er0UOConqpA">http://www.youtube.com/channel/UCfk1A6OAsGu_er0UOConqpA</a> >

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O trabalho experimental em Física com o uso de vídeos pode ser explorado para além das atividades de produção ou de recepção de conteúdos audiovisuais apontadas anteriormente. A exemplo dessas outras possibilidades didáticas é apontamos o projeto *FisFoto* desenvolvido pela USP. Fonseca et al. (2013) apresentam os resultados desse projeto que consistiu na virtualização de experimentos de mecânica a partir de quadros capturados em

vídeo (Figura 30).

**Figura 30 – Interface do site do projeto FisFoto**

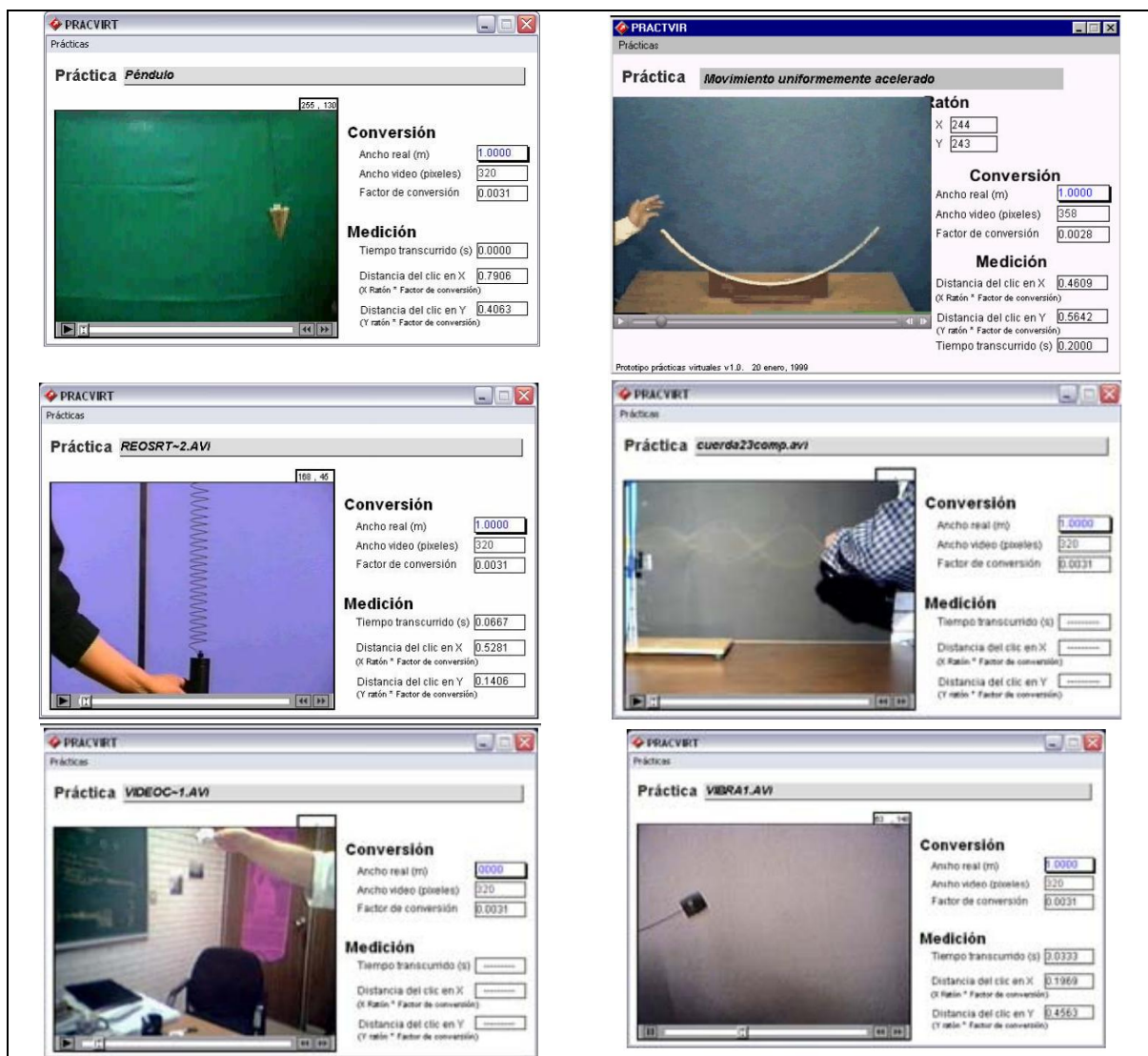


Fonte: <<http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto/>>

Na interface desse projeto <<http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto/>> estão disponibilizados vários experimentos na área de Mecânica que foram criados a partir de vídeo-gravações. Segundo Fonseca et al. (2013, p. 4), “a fim de facilitar a compreensão dos alunos, a estrutura da página de cada experimento virtual possui elementos comuns (Introdução, Roteiro, Processo de Filmagem, Materiais, Filmes e Fotos)”. Para a composição desse laboratório virtual foram realizados os seguintes procedimentos: seleção do experimento, videogravação, verificação da qualidade das medições; elaboração dos roteiros. Foram utilizados câmera digital de boa qualidade, tripé e computador. Como esse laboratório virtual está disponível na internet, os interessados podem utilizar os experimentos do FisFoto em suas aulas de Mecânica baseadas na experimentação formativa ou na demonstração.

Dentro de uma proposta semelhante à do FisFoto, Pérez et al. (2005, p. 1) apresentaram o laboratório baseado em vídeos desenvolvido no *Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico* da UNAM. Segundo esses autores, esse laboratório “*consiste en una serie de experimentos filmados en video, los cuales se incorporaron a una herramienta de software que permite que el video sea desplazado cuadro por cuadro y poder realizar mediciones en pixeles tanto en x como en y*”. A figura 31 apresenta algumas interfaces desse laboratório.

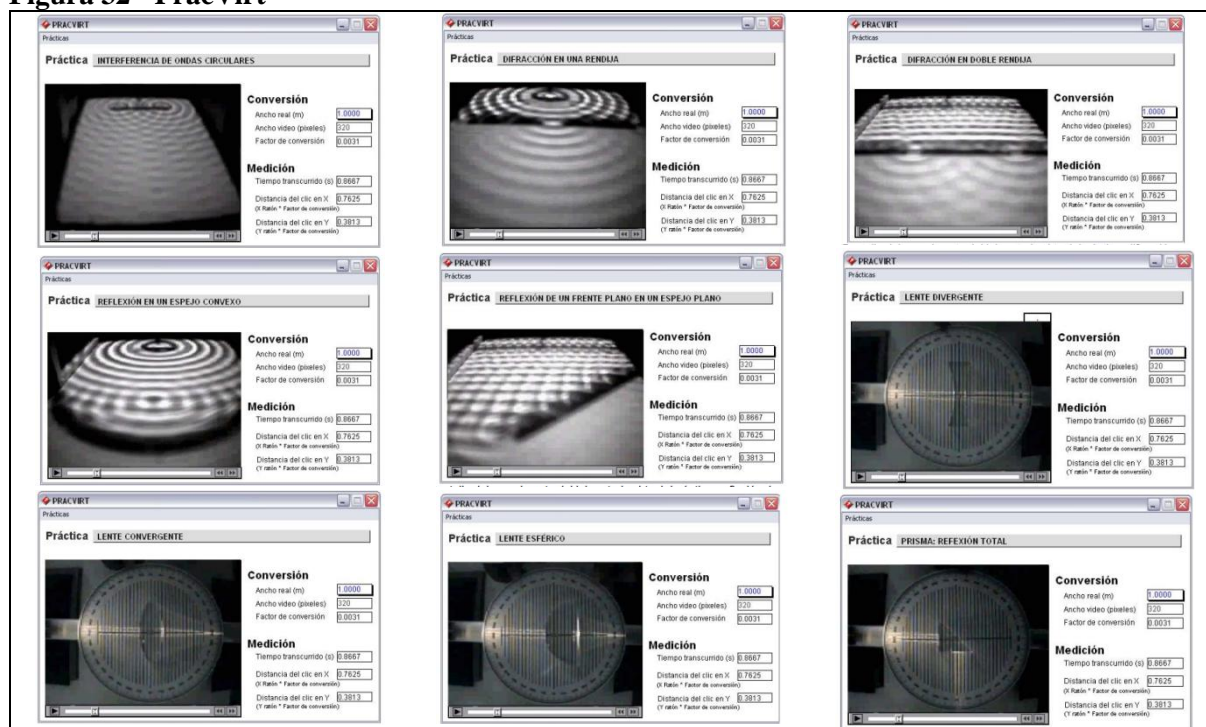
Figura 31 – Laboratorio Baseado em Videos do Centro de Ciencias aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM



Fonte: PÉREZ et al. (2005).

Outro exemplo desse tipo de laboratório, o PracVirt, foi apresentado por Vitela et al. (2006, p. 2-3). Nesse laboratório, “se presenta el video de un experimento realizado en una cuba de ondas o en un banco óptico y la herramienta permite la manipulación temporal del mismo y su medición”. Algumas interfaces desse laboratório podem ser visualizadas a partir da figura 32.

Figura 32 - PracVirt



Fonte: VITELA et al (2006)

Os arranjos experimentais disponíveis nesse laboratório favorecem a exploração de fenômenos como “*interferencia de dos frentes, frente esférico, frente plano, principio de Huygens, reflexión en espejo plano, reflexión en espejo cóncavo, reflexión en espejo convexo, refracción y difracción con una y dos rendijas*” (*idem*). A partir desse ambiente, o sujeito pode observar mudanças nos padrões das frentes de onda, pode também realizar medidas que dificilmente poderiam ser realizadas na escola pública brasileira, dadas as atuais carências dos laboratórios de ciências.

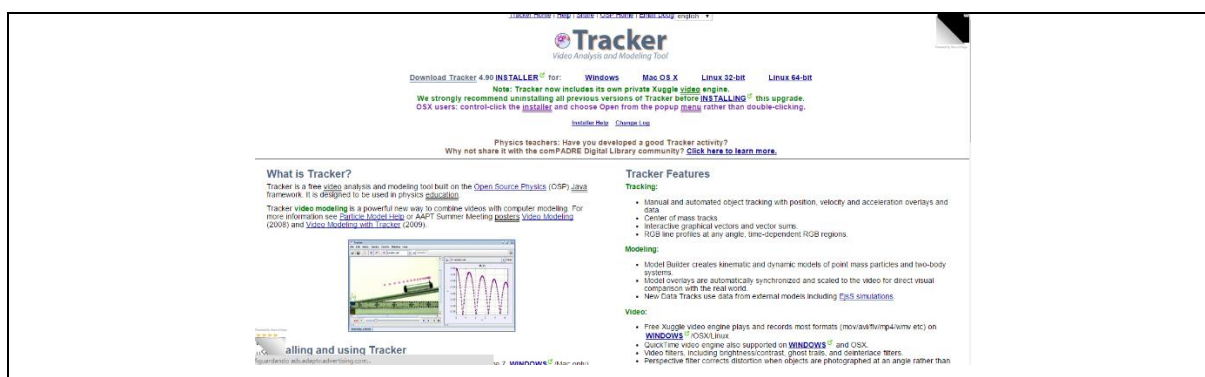
Outra tendência no uso de vídeos no contexto da experimentação em Física são as videoanálises. Segundo Bezerra Junior et al. (2012, p. 472),

Muitos experimentos fundamentais de mecânica envolvem a medição da posição de um móvel em função do tempo. Isso é geralmente feito com o uso de sistemas tipo fotogate, que demandam circuitos eletrônicos compostos de diversos fios, conectores e interfaces que têm, em geral, a limitação de fornecer apenas alguns pares de pontos (posição x tempo) experimentais para análise. [...] Por exemplo, em um experimento de queda-livre, esta relação é uma parábola – é importante haver vários pontos experimentais, o que é muito facilitado com o uso da videoanálise.

Nesse sentido, a videoanálise se constitui numa alternativa mais barata e mais eficiente que a experimentação convencional em cinemática com fotogates. Barbeto e Yamamoto (2002 apud BEZERRA JUNIOR et al., 2012), já realizavam videoanálises com fitas de vídeo

no formato VHS. Sismanoglu et al. (2009) utilizaram o software *Virtual Dub* para a videoanálise do experimento de queda livre de uma corrente de elos. Autores como Heidemann et al. (2012); Bezerra Junior et al. (2013); Bezerra Junior et al. (2012); Figueira (2011); Pereira et al. (2012); Jesus e Sasaki (2015) e Oliveira et al. (2011), exploraram a experimentação em física por meio da videoanálise a partir do uso do software *Tracker* <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>> (Figura 33).

**Figura 33 – Interface do site para download do software *Tracker***



Fonte: <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>>

O uso desse software na experimentação em Física tem sido uma tendência em razão das suas potencialidades didáticas. Segundo Bezerra Junior et al. (2013, p. 2),

o software fornece automaticamente os valores de distância a partir de um padrão definido pelo usuário (que pode ser uma escala graduada colocada no pano de fundo da filmagem). O software também identifica automaticamente a quantidade de quadros por segundo empregadas pela câmera digital usada. Além disso, os dados de posição e tempo são apresentados numa tela que possibilita a análise e manipulação destes dados de forma simples e rápida.

Jesus e Sasaki (2015) apontam que a exploração didática de experimentos de Física, por meio do uso do software *Tracker*, permite o trabalho com um número muito mais significativo de dados e, por conseguinte, uma análise muito mais acurada. Dentre as limitações do *Tracker* é possível apontar que “para uma câmera com resolução de 20 quadros por segundo, quando as velocidades são grandes [...] as imagens podem ficar borradas [...] Nestes casos, o uso de sistemas baseados em fotogates pode apresentar melhor resolução e ser mais conveniente” (BEZERRA JUNIOR et al., 2012, p. 472).

Como exemplo da aplicação desse software, temos a experiência de Oliveira et al. (2011, p. 3) que exploraram o *Tracker* e destacaram que seu uso apresenta grandes contribuições para experimentos “envolvendo MRU e MRUV (com e sem o trilho de ar), queda livre, máquina de Atwood, conservação do momento linear e movimento parabólico”.

Figueira (2011), também aponta o *Tracker* como um valioso recurso para a análise do Movimento Browniano.

### c) Laboratórios baseados em fotografias

Numa perspectiva semelhante à da experimentação por meio da videoanálise, é possível apresentar a da experimentação por meio da análise de fotografias.

Catelli et al. (2010), desenvolveram uma estratégia experimental com o apoio de uma câmera digital. “Um estudante, sentado ao lado do motorista e munido de uma câmera fotográfica regulada no modo “*burst*” [...] obtém múltiplas fotos do velocímetro de um carro enquanto este se move”. Ao registrar as imagens do velocímetro, que marca da velocidade instantânea do automóvel e os intervalos de tempo entre uma fotografia e outra, é possível determinar uma série de dados sobre o movimento. Os dados coletados por meio das imagens permitem aos sujeitos construir gráficos da velocidade em função do tempo, permitindo estimar outras grandezas tais como o espaço percorrido e a aceleração. As imagens também permitem ao professor problematizar diversas situações junto aos seus alunos, dado que se trata de uma imagem de um velocímetro real.

Dentro dessa abordagem, a experimentação por meio de fotografias foi apresentada por Coverloni et al. (2009, p. 1) que exploraram a câmera fotográfica digital no modo *multi-burster* (fotos tiradas em sequência) para “analisar o movimento de queda livre e com os dados obtidos foi calculada a aceleração da gravidade local”. Esse experimento possibilita a apreensão da cinemática do movimento retilíneo uniformemente variado bem como a matemática associada a ele.

Outra possibilidade de uso de imagens feitas por câmeras digitais para a experimentação em Física está associado a análise de imagens do tipo *deep-sky* ou imagens de céu profundo. Na astronomia amadora é muito comum a prática de captação de imagens com câmeras fotográficas analógicas e câmeras digitais. Se o sujeito apontar uma câmera para as estrelas no céu noturno, seja na cidade ou no interior, e apertar o botão disparador da câmera, ao verificar a imagem, perceberá que o estrelado céu observado a olho nú pouco se assemelha ao céu opaco captado pela câmera fotográfica. Para a realização de imagens do tipo *deep-sky*, é importante compreender como funciona o processo de captação de imagens nas câmeras analógicas e digitais. Segundo Ourique et al. (2010, p. 2-3)

Tanto na câmera digital quanto na câmera analógica, a luz é processada durante um intervalo de tempo (em geral da ordem do centésimo de segundo), o qual é denominado velocidade do obturador – essa expressão é sinônima de “tempo de



exposição”. No caso das câmeras analógicas, o filme virgem recebe luz apenas durante este tempo pré-selecionado, permanecendo após a exposição no interior da câmera, no escuro, até ser revelado. O mecanismo que controla a exposição do filme à luz é denominado “obturador”. Nas câmeras digitais, o processo é eletrônico. Quando o botão disparador é pressionado, o dispositivo de carga acoplada ou *CCD* (charge-coupled device) e a eletrônica da câmera geram o arquivo de dados que contem a imagem, durante o tempo pré-selecionado – a “velocidade do obturador”. Os números que a identificam são na verdade frações de segundo. Por exemplo, se a velocidade selecionada for “125”, isto significa que o tempo durante o qual o filme ou o CCD receberão a luz para a produção da imagem é de  $1/125$  s. No entanto, quando os tempos selecionados são um número inteiro de segundos, por exemplo, 10 s, eles aparecerão no menu da câmera digital escritos assim: 10”.

Nesse sentido, uma vez que a quantidade de luz das estrelas, visíveis no céu noturno, é muito pequena, para que as câmeras analógicas ou digitais convencionais possam captar imagens dessas estrelas, o obturador dessas câmeras precisa ficar aberto durante intervalo de tempo maior do que aquele que é necessário para captar uma imagem do jantar de família. É importante lembrar que o movimento de rotação da Terra em torno do seu eixo, faz com que um referencial fixo na sua superfície veja o céu girar. Uma vez que a câmera está fixa na superfície da Terra, a imagem captada por ela registrará esse movimento de rotação, por meio de um traço. A imagem 34 é uma astrofotografia *deep-sky* de Júpiter feita por um astrônomo amador português.

**Figura 34 – Fotografia *deep-sky***



Fonte: <<http://forum.galactica.pt/index.php?action=profile;area=showposts;u=6243>>

Em fotografias cujo tempo de exposição de 10 ou até mesmo 16s não será possível verificar o traço provocado pelo movimento de rotação da Terra. No entanto, em imagens cujo tempo de exposição é mais longo, a alternativa é adquirir um tripé robótico que seja programado para acompanhar o movimento de rotação. A produção de astrofotografias são um bom recurso de experimentação em Física. Permitem a análise de curvas de magnitude do brilho de estrelas variáveis, o movimento de planetas no céu, o princípio de propagação retilínea da luz, medidas astronômicas.

Outras possibilidades didáticas podem emergir das câmeras analógicas ou digitais, inclusive das câmeras que vêm acopladas nos *smarthphones*, *notebooks* e *tablets*. Como exemplo desse tipo de aplicação, é possível apontar a experiência de Vieira e Lara (2013), que exploram as câmeras dos *smarthphones*, *notebooks* e *tablets* para a realização de macrofotografias. Para isso, os autores puseram uma gota d'água em cima da lente objetiva de um *tablet*. A gota d'água funciona como uma espécie de lente de aumento permitindo a realização de macrofotografias de objetos. Segundo os autores, algumas aplicações desse tipo de arranjos os seguintes: noções de ordem de grandeza, medir a espessura de um fio de cabelo, de um grão de açúcar, estudo de lentes.

#### **d) Laboratórios em realidade virtual**

A visita à apresentação no domo de um planetário é uma experiência que dificilmente é esquecida por aqueles que a vivenciam. A imersão proporcionada pelas projeções realizadas num planetário permite aos sujeitos a sensação de estarem viajando pelo espaço sideral. Esse tipo de experiência imersiva só é possível a partir de recursos de realidade virtual. Segundo Forte et al. (2008, p. 4),

Sistemas de simulação em realidade virtual são bastante complexos e demandam alto investimento. Como exemplo, pode-se citar as *Cave Automated Virtual Reality Environment (CAVE)* que simulam um ambiente virtual com imersão total, através de multiprojeções e sistema de áudio [...]. Outras implementações, que podem ser distribuídas remotamente, com o uso de óculos de visualização 3D e sistemas de som ambiente, podem ser criadas, afim de que os participantes possam interagir entre si.

Segundo Ávila et al. (2013, p. 3),

Ambientes Imersivos, que consistem em sistemas gráficos 3D com alta capacidade de renderização, e que promovem uma interação imersiva do usuário com o sistema. Exemplos desta imersão podem ser encontrados em jogos eletrônicos como Wii, Xbox e PlayStation, nos quais usuários interagem com o ambiente através de diferentes dispositivos capazes de capturar seus movimentos e reproduzi-los no mundo virtual. Ainda no âmbito dos jogos eletrônicos, os mundos virtuais (ou Metaversos) têm se apresentado como uma opção capaz de engajar o usuário em experiências também bastante realísticas. [...] Os Metaversos (meta universos) são mundos virtuais tridimensionais, nos quais os usuários transitam, interagem e vivenciam experiências, representados por seus avatares. Os avatares podem assumir a forma humana, ou adotar outros seres como animais, alienígenas, e tantas outras opções. Além das opções de avatares oferecidas pelos mundos virtuais, estes ainda podem ser personalizados através de ferramentas que permitem a alteração de sua aparência, como características físicas, vestimentas e acessórios adotados. Adicionada a estas opções de controle, quando atribuída autoria aos participantes, estes podem também construir ou importar objetos para dentro do mundo virtual.

A aprendizagem baseada em LRV está centrada no conceito de *Imersive Learning* ou

*i-Learning*. Para Merino et al. (2015, p. 3), o LRV são

*espacios generados por computador que simulan escenarios reales, cuya interactividad se da a través del teclado y mouse del computador; aunque, dependiendo su complejidad y características se puede utilizar guantes de datos, gafas electrónicas o pequeños monitores de vídeo para la interacción produciéndose de esta manera el “efecto inmersión”*

Para Schlemmer (2014, p. 2131) “o *i-Learning* consiste numa modalidade educacional, cujos processos de ensino e de aprendizagem ocorrem em ambientes gráficos em 3D, criados a partir do uso de diferentes tecnologias digitais da web 3D e, nos quais, os aprendentes participam de forma imersiva”. Guaita e Gonçalves (2014) e Forte et al. (2008) concordam que os LRV se caracterizam pela imersão total do sujeito na simulação. No entanto, é possível falar em diferentes níveis de imersão nos LRV. Nobre et al. (2011, p. 28), entendem que “a realidade virtual baseia-se no uso de interfaces computacionais interativas com o objetivo de criar no usuário uma sensação de realidade”, sendo a imersão, a interação e a navegação os elementos que proporcionam essa sensação.

Segundo Aldrich (2009 apud GREIS et al., 2011, p. 52), os mundos virtuais podem ser entendidos “como ambientes que combinam elementos de jogos digitais, simulações educacionais e elementos pedagógicos, para tornar as experiências educacionais mais envolventes”. Na perspectiva imersiva, tais ambientes “são construídos em três dimensões, sendo compostos por cenários elaborados para serem uma representação do mundo real. São exemplos de mundos virtuais: OpenSim, Second Life, Kaneva, Blue Mars, entre outros” (ALDRICH, 2009 apud GREIS et al., 2011, p. 52).

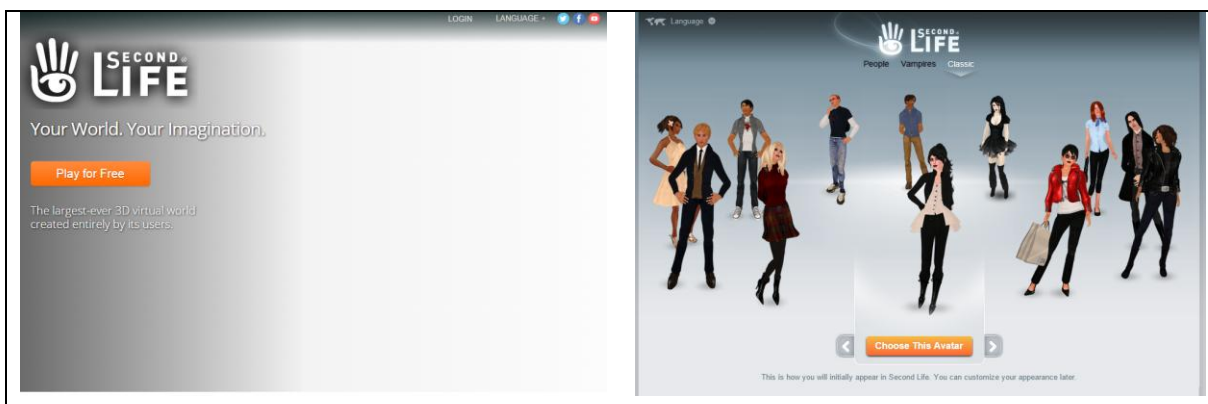
Como exemplo do uso desse tipo de laboratório temos a experiência de Schlemmer (2014) com o desenvolvimento de um laboratório virtual 3D de Anatomia Humana no metaverso *Second Life*. Segundo Santos (2012, p. 82-83)

diferentemente de outros mundos virtuais, onde as leis físicas não são seriamente levadas em conta, os objetos criados no SL são automaticamente controlados pelo poderoso engine de física Havok™. [...] Podemos usar esses ambientes virtuais para mergulhar avatares de tamanho apropriado em simulações tridimensionais de mundos de difíceis compreensões, desde o muito grande, tais como sistemas planetários, a ambientes micro, tais como células e até mundos em escala nano [...] embora seja rico em recursos, não se pode dizer que o SL seja uma plataforma de fácil utilização, desestimulando a maioria dos professores de Física até para a construção de simulações educacionais simples. [...] Outra dificuldade é o aprendizado da Linden Scripting Language (LSL) (“LSL Portal”), sem o que não se pode dar interatividade aos objetos criados, resultando apenas num Lego gigantesco.

Por meio do *Second Life* é possível construir hidrelétricas, caldeiras, prédios residenciais ou mesmo geleiras polares a partir de interfaces de imersão como o *Second Life*

<<http://secondlife.com/>> (Figura 35).

**Figura 35 – Interface do site para acesso ao Second Life**



Fonte: <<http://secondlife.com/>>

Segundo Greis et al. (2013, p. 54), o ambiente “possibilita a construção de cenários em 3D, a criação de objetos que podem ser animados por scripts, além da navegação pelos diferentes cenários conduzida por um avatar”. A exploração desses recursos de imersão possibilita aos sujeitos a visualização realística de situações que dificilmente poderiam ser experimentadas fora desse contexto, como, por exemplo, a visualização do movimento browniano explorada por Santos (2012b).

Outro exemplo de experimentação no *Second Life* foi a análise da quantidade de movimento a partir do fenômeno da colisão de dois corpos proposta por Greis et al. (2011, p. 56). Na descrição do experimento, os autores afirmam que o aluno pode alterar as variáveis disponíveis através do painel central, acionar o simulador e observar a cena de vários ângulos. Também é possível trabalhar de forma colaborativa, possibilitando que até dois alunos participem em cada um dos carros”. Algumas interfaces desse experimento virtual podem ser visualizadas a partir da figura 36.

**Figura 36 – Experimento da Colisão entre dois Corpos no *Second Life***



Fonte: GREIS et al (2011)

Trata-se da colisão entre dois carros pilotados por dois avatares distintos que podem corresponder no mundo real a pessoas que se conhecem pessoalmente, que estão juntas num mesmo espaço físico, ou não. Participam da experiência também outros avatares que observam a colisão. Nesse ambiente é possível repetir a colisão indefinidamente. As medidas das velocidades podem ser acompanhadas a partir do velocímetro digital instalado no painel dos carros que os avatares dirigem e que se envolverão na colisão. A massa do veículo também poderá ser selecionada nos painéis dos carros. Dada a característica 3D do ambiente, a colisão poderá ser observada a partir de diversos ângulos e com isso relacionar o fenômeno com sua característica vetorial.

Outro exemplo de LVM é o Laboratório para Simulação de Experimentos Físicos (LabSEF) da UFPB. Segundo Falcão e Machado (2010) esse laboratório faz uso da estereoscopia, uma técnica que possibilita a visualização tridimensional de uma cena gerada por computador que proporciona ao usuário um maior grau de imersão, dando-lhe a sensação de profundidade a partir da utilização de óculos 3D. Os sujeitos podem interagir com experimentos sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), MRUV (queda livre) e lançamentos Oblíquos a partir da realidade virtual criada por meio desse LRV.

Outro exemplo LRV é o Laboratório “Hidrolândia” explorado por Guillermo et al. (2013) o qual contém três experimentos virtuais de mecânica dos fluidos e foi desenvolvido num ambiente virtual pseudo-imersivo e inspirado no laboratório real em hidráulica do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), da UFRGS.

Aos sujeitos interessados em criar seus próprios objetos em realidade virtual, Duarte e Silva (2010) apresentam o software *ACD/ChemSketch* 10.0 que permite a criação de simulações em realidade virtual e a visualização de moléculas em ambientes bidimensionais e tridimensionais (Figura 37).

**Figura 37 – Interface para download do software *ACD/ChemSketch* 10.0**

The screenshot shows the ACD/Labs website interface for downloading ACD/ChemSketch 10.0. The page features a navigation menu with 'Home', 'Platforms and Products', 'Solutions', 'Services and Support', 'Resources', and 'About ACD/Labs'. The main content area is titled 'ACD/ChemSketch for Academic and Personal Use' and describes it as 'A Free Comprehensive Chemical Drawing Package'. It includes a sidebar with 'Chemistry Software' options like 'ACD/ChemSketch Freeware', 'ACD/ChemSketch Academic Edition', 'ACD/ChemSketch Professional Edition', 'ACD/ChemSketch Select', and 'ACD/ChemSketch L.C. Method Translator'. The main text highlights features like drawing chemical structures, calculating molecular properties, and 2D/3D structure cleaning. It also mentions its use as an educational tool and provides information about the Academic Site Licensing Program.

Fonte: <<http://www.acdlabs.com/download/chemsk.html>>

Esse software permite a experimentação virtual em química e está disponível no domínio <<http://www.acdlabs.com/download/chemsk.html>>. O download da versão trial permite ao sujeito utilizar o software por trinta dias, mas para continuar usufruindo desse recurso é necessário comprar a sua licença.

Outro LRV apresentado por Merino et al. (2015) é o “*Laboratorio Virtual de Fundamentos Básicos del Computador*” o qual é executado a partir da plataforma Moodle (Figura 38).

**Figura 38 - Laboratorio Virtual de Fundamentos Básicos del Computador**



Fonte: <<http://laboratoriovirtual3d.com/login/index.php>>

Segundo Merino et al. (2015, p. 10), “*el Laboratorio Virtual se constituye en una herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje práctico de los contenidos teóricos [...] Al estar compuesto por OVAs permite que estos contenidos puedan reutilizarse en otros entornos de aprendizaje o repositorios de objetos virtuales*”. Esse é um bom exemplo das potencialidades do Moodle, comumente utilizado nos cursos da UAB, para a construção de laboratórios virtuais, inclusive os laboratórios virtuais 3D.

### e) Laboratórios em Realidade Aumentada

Enquanto que nos LRV são os humanos que entram no mundo virtual, nos LRA são os objetos virtuais que entram no mundo dos humanos. Segundo Dias et al. (2014, p. 3473) os LRA, “*caracterizam-se por adicionar elementos virtuais ao mundo real*”. Segundo Geliz et al (2013 p. 1), a realidade aumentada, “*es un medio interactivo que añade objetos virtuales a la realidad del usuario, a través de una cámara y observado por medio de la pantalla de la computadora, permitiendo ampliar información de un tema específico*”. Objetos que não existem fisicamente no mundo real, podem ser captados/criados pela tela de uma câmera digital. A visualização da imagem captada/criada favorece a visualização do objeto e a

consequente interação do sujeito com esse objeto.

Para Pastorino et al. (2008, p. 39), “a aplicação de características físicas a objetos virtuais incorporados no mundo real através da técnica de realidade aumentada permite uma interação maior entre os objetos reais e virtuais e o aumento do potencial de simulação de efeitos físicos”. Forte et al. (2008, p. 4), citam como exemplo desse tipo de laboratório virtual, o LiDRA: “nesta aplicação, um livro didático de ensino de matemática é enriquecido com som, imagens e objetos virtuais 3D, afim de que a experiência de aprendizagem fosse maximizada”.

Guaita e Gonçalves (2014) apresentam a plataforma CORBA por meio da qual se tem desenvolvido ambientes multidisciplinares de Biologia e Química. Os autores citam também como possibilidade de criação de LRA, a “adaptação do uso controlador wiiremote (controle do videogame Nitendo Wii) como um dispositivo para interações em ambientes tridimensionais aplicado a um laboratório virtual de Física envolvendo conceitos de mecânica clássica” (Idem, p. 1468).

Pastorino et al. (2008, 40), criaram dois experimentos em realidade aumentada. “Num primeiro momento, a ideia mais atraente para tal situação foi a criação de um jogo envolvendo uma raquete (real) e uma bolinha de tênis de mesa (virtual), simulando-se assim um jogo de pingue-pongue”. Na sequência, inspirados no filme Star Wars, criaram um “protótipo de sabres de luz” em realidade aumentada. Os estudos da realidade aumentada na experimentação em Física ainda são escassos, mas certamente é um campo de pesquisa fértil e que a sociedade demanda.

### **6.3 Classificação dos laboratórios quanto aos aspectos de colaboração**

A classificação proposta por Forte et al. (2008) para os ambientes de experimentação, de acordo com seus aspectos de colaboração, envolvem tanto os laboratórios virtuais quanto os laboratórios convencionais. Esses autores classificam os tais ambientes em: ambientes de colaboração local (ACL) e ambientes de colaboração remota (ACR). No entanto, não parece fazer sentido classificar os LV como ACR, tendo em vista que o termo “remoto” deriva do latim “*remotu*” que denota algo muito distante ou longínquo. Os OA podem estar instalados nos computadores pessoais dos professores ou dos alunos e nesse sentido os experimentos virtuais não estariam “distantes” dos experimentadores. Pensar os laboratórios virtuais em termos de ACR não parece fazer muito sentido.

Os ACL, indicam um lugar no qual os sujeitos compartilham e colaboram em torno de

um desafio experimental. Já os ACR indicam um “não lugar” a partir do qual os sujeitos podem colaborar em torno de um desafio experimental. Esse “não lugar”, ubíquo, criado por meio de recursos tecnológicos, favorece que sujeitos distribuídos geograficamente, e/ou temporalmente, possam colaborar num experimento convencional, cujo aparato esteja montado num lugar distinto e distante do qual está ou estão o(s) experimentador(es). Nesse sentido, os ACR resultam da integração das TIC com o laboratório convencional.

Segundo Culzoni e Catalán (2013) *“un laboratorio remoto es un laboratorio real de acceso remoto a través de Internet. Está constituido por un grupo de experimentos que pueden comandarse a distancia utilizando Internet para ello”*. Para Guaita e Gonçalves (2014, p. 1469) os laboratórios remotos “podem ser definidos como um laboratório que dispõe de uma estrutura física real, mas que por meio de computadores ligados à internet possibilitam o acesso remoto a distância destes equipamentos”. Nesse sentido, os laboratórios virtuais são radicalmente diferentes dos laboratórios remotos. Enquanto que os laboratórios virtuais operam com experimentos virtuais, os laboratórios remotos operam experimentos reais controlados eletronicamente. Segundo Bottentuit Junior (2007, p. 18),

O estudo dos laboratórios remotos iniciou-se nas áreas de engenharia, com laboratórios de controlo e automação de experiências. Devido à necessidade de acesso aos equipamentos de forma remota, as experiências começaram a ser adaptadas para acesso virtual, inclusive com a utilização de robôs na manipulação de aparelhos. O uso de ambientes remotos teve como principal objectivo trazer conforto, segurança e economia de um modo geral.

Para Cardoso e Takahashi (2011, p. 186) “o uso de um laboratório remoto para o ensino pode suprir muitas dificuldades e carências relacionadas ao uso da experimentação nas escolas ou universidades”. Segundo Morales (2015, p. 453), *“un laboratorio al que se accede remotamente puede funcionar las 24 horas del día, los siete días a la semana. Así se brinda al estudiante la oportunidad de realizar prácticas reales desde cualquier lugar y en cualquier momento”*., uma vez que *“en un laboratorio remoto se realizan en forma real las experiencias que pueden comandarse a través de Internet y sus resultados se visualizan en la PC”* (CULZONI et al, 2012, p. 22).

Como exemplo de um laboratório remoto, Culzoni e Catalán (2013, p. 404), apresentam o laboratório remoto da *Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral*, na Argentina. Esse laboratório dispunha até 2012 de três experimentos:

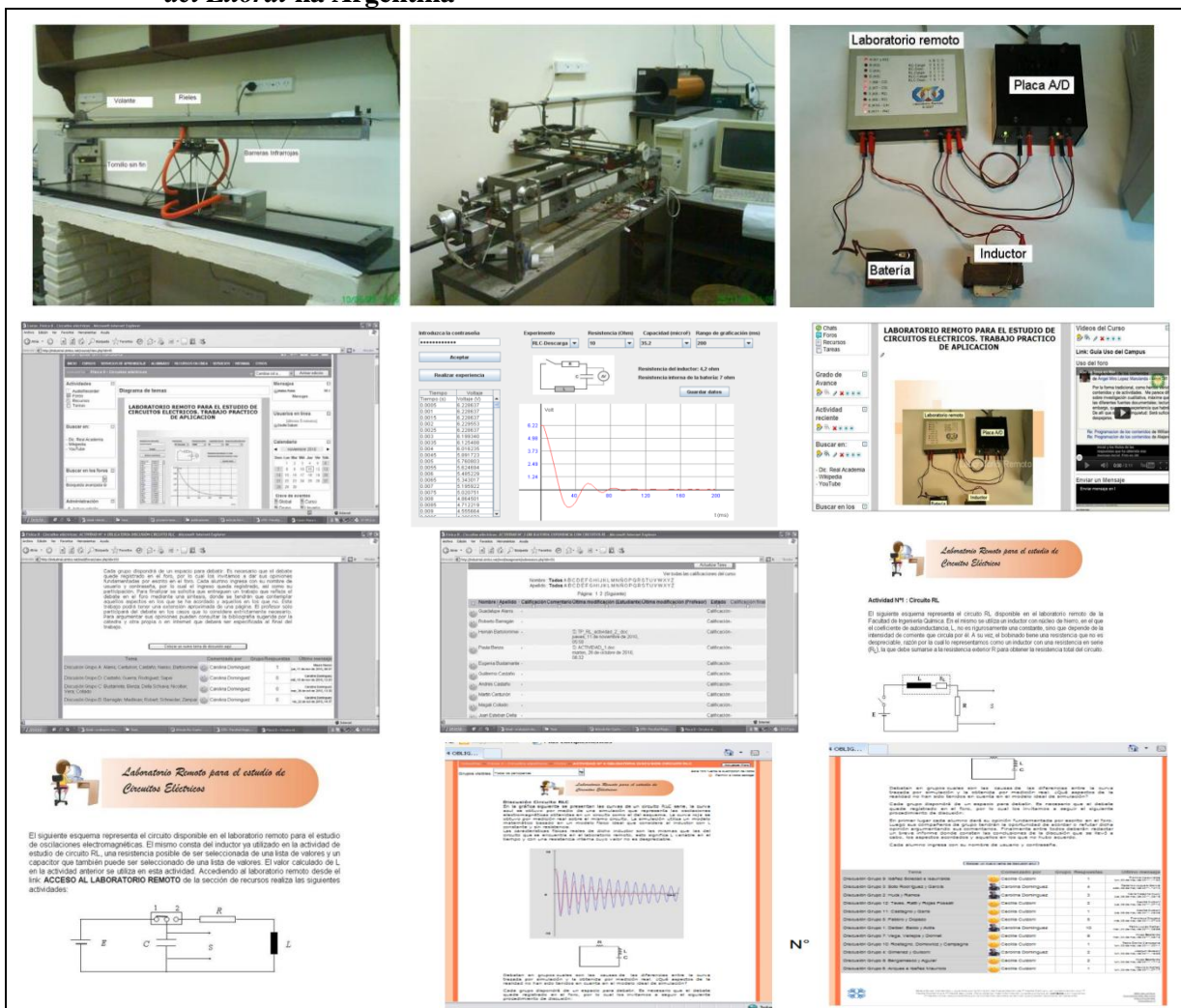
a) *Circuitos eléctricos en régimen transitorio: consiste en una serie de experimentos que permiten estudiar el régimen transitorio de circuitos resistivos- capacitivos, resistivos – inductivos y resistivos – capacitivos - inductivos, alimentados con corriente continua.*



- b) Campo magnético dentro y fuera de un solenoide no ideal: consiste en un solenoide no ideal alimentado con corriente continua y un brazo robotizado con un sensor de efecto Hall, que permite medir el campo magnético en las tres dimensiones espaciales dentro y fuera del solenoide.
- c) Volante sobre un plano inclinado: experiencia para estudio de dinámica de un volante que rueda sobre un plano inclinado.

Algumas imagens desse laboratório e de sua interface de controle (executada pelo Moodle) podem ser visualizadas a partir da figura 39.

**Figura 39 – Laboratório Remoto da Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral na Argentina**



Fonte: CULZONI (2012); CULZONI; CATALÁN (2013)

Outro exemplo desse tipo de laboratório remoto é o Projeto Telescópios na Escola do Observatório Abraão de Lima do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>> (Figura 40).

**Figura 40 – Interface do site do projeto telescópios na escola**



Fonte: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>>

Fazem parte desse projeto o IAG/USP, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Clube de Astronomia e Observatório Astronômico Didático Capitão Parobé (CMPA), a UFRJ, a UFSC, a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e a UFRN. Segundo a definição disponibilizada no site do projeto,

O Departamento de Astronomia do IAG/USP coordena uma rede de telescópios para uso das escolas: o programa educacional *Telescópios na Escola*. Este programa traz a oportunidade de ensinar ciências utilizando imagens astronômicas obtidas através de um telescópio operado remotamente, via internet, pelos alunos das escolas cadastradas. Trata-se de uma rede de 6 telescópios espalhados por todo o país. O Argus é o telescópio dessa rede que encontra-se instalado no Observatório Abrahão de Moraes. Para se cadastrar basta acessar o site e seguir as instruções. Este site fornece também várias sugestões de atividades observacionais a serem realizadas dentro desse projeto. As atividades pedagógicas propostas objetivam o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos em projetos interdisciplinares e não exigem a experiência prévia em observações astronômicas. O Professor interessado poderá encontrar toda informação necessária para o cadastramento, para discussão das atividades sugeridas ou propostas por ele mesmo, bem como dicas e apoio para a realização da observação por e-mail (tne@astro.iag.usp.br) e/ou nos telefones do Observatório Abrahão de Moraes (IAG/USP, online).

Por meio do projeto Telescópios na Escola, as escolas podem se cadastrar e acessar remotamente aos telescópios do projeto, realizando observações dos corpos celestes. Os sujeitos podem dar os comandos das coordenadas da localização do objeto que desejam observar e o telescópio será apontado para o referido objeto.

Montoya e Hernández (2010, p. 39) apresentam o projeto iLab do MIT. Segundo esses autores, o “*iLab consiste em uma plataforma completa cujo objetivo es proveer servicios que sean comunes a los laboratorios remotos accesibles a través de Internet, de manera que se facilite la puesta em marcha de dichos laboratorios*”. O projeto iLab conta com dois

laboratórios remotos, o primeiro disponível aos estudantes conta com osciloscópio digital, gerador digital de sinais de corrente contínua programável, nanovoltímetro digital, fonte digital de corrente e amplificador *Lock-in*. O segundo, acessível apenas para pesquisadores, disponibiliza um microscópio de força atômica (AFM) “*que combina mediciones mecánicas y ópticas de precisión con el fin de detectar fuerzas del orden de los piconewtons*” (MONTROYA; HERNÁNDEZ, 2010, p. 41).

Segundo Teixeira (2009) os laboratórios remotos podem ser classificados em três níveis dependendo da arquitetura do software e da interatividade proporcionada: *Batch*, *Sensor* e *Interativo*. Guaita e Gonçalves (2014, p. 1470) os definem da seguinte forma:

**Batch:** Nesse tipo de laboratório remoto, o usuário pode especificar todos os parâmetros que norteiam a execução do experimento antes dele ser iniciado, porém não há a visualização em tempo real deste experimento. A sessão de experimentação se resume no estabelecimento de parâmetros, na execução do experimento sem intervenção direta do usuário e posteriormente numa eventual análise dos dados obtidos

**Sensor:** Nesse tipo de laboratório remoto, o usuário não especifica nenhum parâmetro, apenas recebe o fluxo de dados de um determinado sensor. Há possibilidade de diversos alunos receberem simultaneamente estes dados. Assim como nos experimentos do tipo *batch*, os do tipo *sensor* também não são visualizados em tempo real.

**Interativo:** Nesse tipo de laboratório remoto, o usuário tem total liberdade na configuração de uma série de parâmetros iniciais e no monitoramento do curso do experimento à medida que ele ocorre, podendo inclusive modificar os parâmetros quando necessário. Este tipo de experimentação remota permite a visualização em tempo real, bem como ter o controle da sua execução.

Nesse sentido, existem diferentes tipos de laboratórios remotos. Os laboratórios remotos *Batch* e os laboratórios remotos *Sensor* se constituem basicamente na solicitação e recepção de dados experimentais a distância. Já os laboratórios remotos interativos, permitem que os sujeitos manipulem o aparato experimental em tempo real como se estivesse na sala de experimentação.

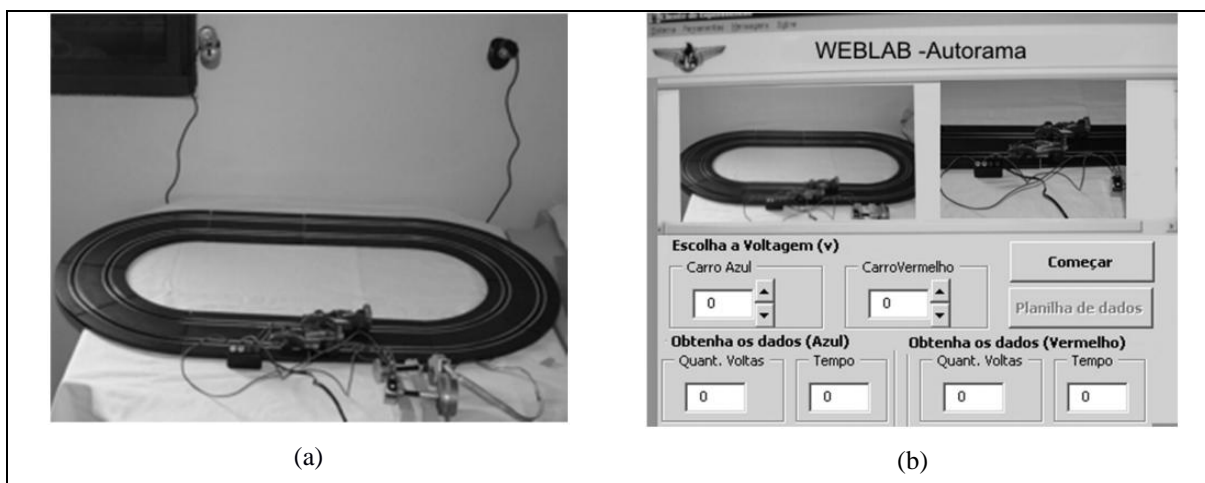
Como exemplo do uso de laboratórios remotos em contextos educativos é possível citar o trabalho de Monteiro et. al. (2013) que exploraram o laboratório remoto *WebLab*, que consiste no controle remoto de uma pista de autorama e faz parte do laboratório de ensino de física utilizado na Divisão Fundamental do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Sievers Junior et al. (2011) analisaram o mesmo experimento da pista de autorama do *WebLab* e o definem da seguinte forma:

O *WebLab* é um laboratório on-line que permite a realização de experiências reais através de uma interface de controle remoto. O aluno poderá configurar um equipamento e iniciar uma experiência recebendo a resposta dos dados em tempo real. Permitirá o aluno observar os experimentos pelo vídeo através de seu sistema de câmeras que transmitem as imagens utilizando a tecnologia “streaming”. [...] O

aluno ao acessar o WebLab, escolhe a experiência que pretende realizar. Em seguida acessa o painel de configuração da experiência configurando-a de acordo com seus objetivos. Pode então iniciar a aquisição de dados visualizando-os através de gráficos, tabelas e medidores. Poderá ainda acompanhar a experiência através de uma janela de vídeo. Para a interação, comunicação, cooperação e o compartilhamento de informações entre as pessoas podem-se utilizar as ferramentas do LMS que contém: correio eletrônico, listas de discussão, FAQ, bate-papo, sistemas de co-autoria e serviços de teleconferência. Antes de iniciar o experimento o software de controle, possui um agente pedagógico que pergunta ao aluno se deseja passar por uma explicação sobre o experimento proposto, se a resposta for afirmativa é apresentado um objeto de aprendizagem, o qual irá ilustrar as informações teóricas sobre o experimento.

Esse tipo de laboratório apresenta significativas contribuições para a experimentação no contexto da EaD. Permite inclusive que diferentes instituições explorem o mesmo laboratório remoto. Tal potencialidade favorece aos alunos dos cursos de formação de professores de Física da UAB realizarem aulas experimentais sem necessariamente se deslocarem de suas residências. Bottentuit Junior (2007, p. 71) considera que pode haver um “aumento de produtividade por meio da redução do tempo de viagens e de capacitação de alunos a participar de múltiplas experiências distribuídos geograficamente”. A figura 41 (a) mostra a imagem do experimento e a figura 40 (b) mostra a interface do WebLab.

**Figura 41 – WebLab: experimento da pista de autorama**



Fonte: SIEVERS JUNIOR et al. (2011)

A gestão do experimento é realizada por meio de um AVA a partir do qual os alunos podem interagir com o experimento e ter acesso ao roteiro da atividade. O professor tem acesso a um gerenciador de laboratório remoto por meio do qual pode visualizar a quantidade de alunos na fila de espera para usar o experimento e pode visualizar as opções que o laboratório permite. Segundo Monteiro et al. (2013, p. 6), “o experimento remoto pode ser controlado não apenas por computadores fixos, como é o caso dos *desktops*, mas também

mediante o uso de dispositivos móveis como *notebooks*, *tablets* e *smartphones*, o que confere mais facilidades para o usuário”.

Para Simão et al. (2013, p. 4) “é possível explorar ainda mais os conceitos de experimentação remota e *m-learning* ao associá-los, somando os objetivos da experimentação remota aos recursos de mobilidade que estes têm a oferecer”. Como exemplo desse tipo de laboratório remoto, os autores citam o aplicativo *RExMobile* <<http://rexlab.ufsc.br/experimentos/mobile>> que permite aos sujeitos controlarem os experimentos remotos, desenvolvidos por esses autores (Figura 42).

**Figura 42 – Interface do RExLAB**



Fonte: <<http://rexlab.ufsc.br/experimentos/mobile>>

Apesar das potencialidades dos laboratórios remotos, existem algumas ponderações a respeito desse tipo de laboratório. Segundo Guaita e Gonçalves, (2014, p. 1470) “não são todos os experimentos que são viáveis para automação, seja por motivos financeiros ou por incompatibilidade de alocação de espaço físico, equipamentos e equipe de apoio”. A manutenção dos laboratórios remotos exige uma equipe de apoio competente que possa preparar o experimento, gerenciar o AVA e administrar o fluxo de acessos. É possível construir laboratórios remotos mais simples e nem por isso, menos significativos. Uma possibilidade que vem sendo explorada nesse sentido é a da automação de experimentos por meio do uso da Placa Arduino.

Segundo Cavalcante et al. (2013, p. 1), em 2005 foi desenvolvida na Itália uma plataforma de hardware livre, baseada em um microprocessador de código aberto, a placa Arduino, a qual “permite que usuários com pouco domínio de programação consigam efetuar tarefas bastante complicadas”. Essa placa é compatível com sistemas operacionais Windows, Macintosh OSX, e Linux. Segundo Cavalcante et al. (2014, p. 614),

O Arduino surgiu em 2005, com o objetivo de criar um dispositivo para controlar projetos e protótipos construídos de uma forma mais acessível do que outros sistemas disponíveis no mercado. A plataforma Arduino consiste em uma

plataforma Open-source baseada em hardware e software para as áreas de automação e robótica. Nela pode-se adicionar diversos tipos de componentes eletrônicos direcionados e programados para uma determinada atividade.

Amorim et al. (2015, p. 1) investigaram o uso da Placa Arduino combinado ao uso de sensores de temperatura DS18B20 para a análise do fenômeno da condução térmica numa barra metálica e entendem que,

com a utilização da Arduino aumentamos consideravelmente os recursos experimentais para a realização de atividades didáticas aliadas as exigências de baixo custo e de integração da Física com a área da tecnologia eletrônica e informática, demanda essa sempre crescente por uma maior integração da escola com o mundo do trabalho.

Essa experiência indica a versatilidade da Placa Arduino para a instrumentação e a experimentação virtual. Para Molisani et al. (2013, p. 2), por meio de suas portas USB, a placa Arduino é capaz de “fazer a leitura e o controle de sinais analógicos e digitais e, assim, se acoplar a diversos tipos de sensores, motores e outros equipamentos por meio de circuitos elétricos simples”. Segundo Souza et al. (2011, p. 1), “todo o projeto eletrônico, incluindo a plataforma para o desenvolvimento dos programas de controle é de acesso público e gratuito”. Há de se destacar que existem diferentes versões da Placa Arduino disponíveis no mercado nacional e internacional e que, segundo Lenz et al. (2011), podem ser encontradas por valores próximos a R\$ 60,00 (para o caso da placa Arduino Duiminlove).

Tais características têm incentivado professores e pesquisadores em ensino de Física a desenvolver montagens experimentais que podem ser controladas por meio do computador a partir de dispositivos que utilizem, sensores de temperatura, luz, som, LED, motores, displays, auto-falantes, etc. Os interessados em explorar as potencialidades da placa Arduino para a automação de experimentos, precisam ter algum conhecimento em programação C ou C++ uma vez que é preciso criar um programa que permita “a interação entre o computador e o Arduino”. (CAVALCANTE et al, 2013, p. 5). Nesse sentido, a construção de laboratórios remotos interativos nas escolas não é tão complexa quanto parece (AZEVEDO et al., 2014).

#### **6.4 Laboratórios virtuais baseados em tecnologias móveis**

Pellanda (2009) define os dispositivos móveis como “hiper-pessoais” pois, diferentes dos computadores de mesa, os *smartphones* dificilmente são utilizados por mais de uma pessoa. Se a principal função das TIC é potencializar a interação, então é possível visualizar o telefone móvel como aquela que, na atualidade, melhor desempenha esse papel.

Há de se destacar que tais recursos têm sido explorados, cada vez com maior intensidade, por um público mais jovem. Estudos como o desenvolvido por Castro (2011) evidenciam que a idade em que se adquire o primeiro telefone móvel está situada entre os 9 e 10 anos. A mobilidade parece ser uma tendência na contemporaneidade e isso pode ser percebido inclusive pelo movimento gradativo de “eliminação de fios dentro das casas entre aparelhos de som, rádios, TV e outros eletrodomésticos” (PELLANDA, 2009, p. 15).

Esse novo momento, segundo Santos (2012), é marcado pela ubiquidade das TIC que diz respeito a onipresença dessas tecnologias na vida das pessoas. Essa possibilidade de estar conectado, a partir de qualquer lugar, a qualquer informação disponível no ciberespaço, projeta cenários educativos que podem favorecer aprendizagens abertas. A esse respeito, Santaella (2010, p. 19) afirma que

Processos de aprendizagem abertos significam processos espontâneos, assistemáticos e mesmo caóticos, atualizados ao sabor das circunstâncias e de curiosidades contingentes e que são possíveis porque o acesso à informação é livre e contínuo, a qualquer hora do dia e da noite. Por meio dos dispositivos móveis, à continuidade do tempo se soma a continuidade do espaço: a informação é acessível de qualquer lugar. É para essa direção que aponta a evolução dos dispositivos móveis, atestada pelos celulares multifuncionais de última geração, a saber: tornar absolutamente ubíquos e pervasivos o acesso à informação, a comunicação e a aquisição de conhecimento.

Essa aprendizagem aberta, altamente personalizada, realizada por meio de dispositivos móveis, leva em consideração características particulares dos estudantes e do contexto no qual estão inseridos “provendo a estes conteúdos adaptados às suas necessidades” (SILVA et al, 2013, p. 67).

No cenário das instituições educativas, esse tipo de possibilidade didática, dentre as múltiplas formas de materialização, pode se traduzir naquilo que tem sido chamado *mobile learning* ou *m-learning*. Para Oliveira et al. (2014, p. 179), “*m-learning* é uma modalidade de ensino onde os dispositivos móveis são utilizados dentro e fora de sala de aula para auxiliar o processo de aprendizagem”. Trata-se de “um novo processo de aprendizagem sem ensino” (SANTAELLA, 2010, p, 21) por meio do qual novos saberes e fazeres pedagógicos podem emergir.

Em face dessas possibilidades didáticas, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) publicou, como resultado de uma consulta a especialistas e mais de 20 países, “um guia com recomendações para incentivar os governos nacionais a implementarem políticas públicas educacionais que valorizem a utilização de celulares como um recurso nas salas de aula” (VIVIAN e PAULY, 2012, p. 4).

O documento objetiva “auxiliar os formuladores de políticas a entender melhor o que é aprendizagem móvel e como seus benefícios, tão particulares, podem ser usados como alavanca para fazer avançar o progresso em direção à Educação para Todos” (UNESCO, 2013, p. 7). Essas diretrizes foram pensadas no sentido de contribuir para o desenvolvimento e implementação de políticas educacionais com enfoque no uso de dispositivos móveis.

O desenvolvimento desse tipo de política se justifica na atualidade, uma vez que os estudos como os de Bento e Cavalcante (2013), realizados com professores da educação básica, mostram que apesar da expressiva maioria dos sujeitos reconhecerem que os telefones móveis apresentam ricas potencialidades pedagógicas, poucos são aqueles que ousam explorá-las em sua sala de aula.

Para reduzir essa lacuna existente entre a consciência da importância do uso desses dispositivos em contextos educativos e sua efetivação, grandes projetos com uso de dispositivos móveis vêm sendo desenvolvidos no mundo. Por exemplo: na América do Norte existe o Programa *EcoMOBILE* que permite aos alunos do ensino médio aprenderem mais sobre o ecossistema de uma lagoa utilizando a tecnologia *global positioning system* (GPS) associada aos aparelhos móveis; o Programa para crianças com deficiência auditiva da Rede *Cambridge* para África, estimula a participação de crianças com deficiência auditiva matriculadas em escolas em Uganda por meio do qual estudantes utilizam aparelhos móveis e um sistema inovador de Serviço de Mensagens Curtas (SMS) para ter acesso ao currículo e interagir com os colegas; o Projeto Alfabetização móvel da Unesco usou telefones celulares para complementar e dar apoio a um curso de alfabetização tradicional presencial, oferecido a 250 meninas adolescentes em áreas remotas do Paquistão pois o analfabetismo é um problema com impacto principalmente sobre mulheres e meninas. No Brasil, algumas experiências com *m-learning* têm sido desenvolvidas.

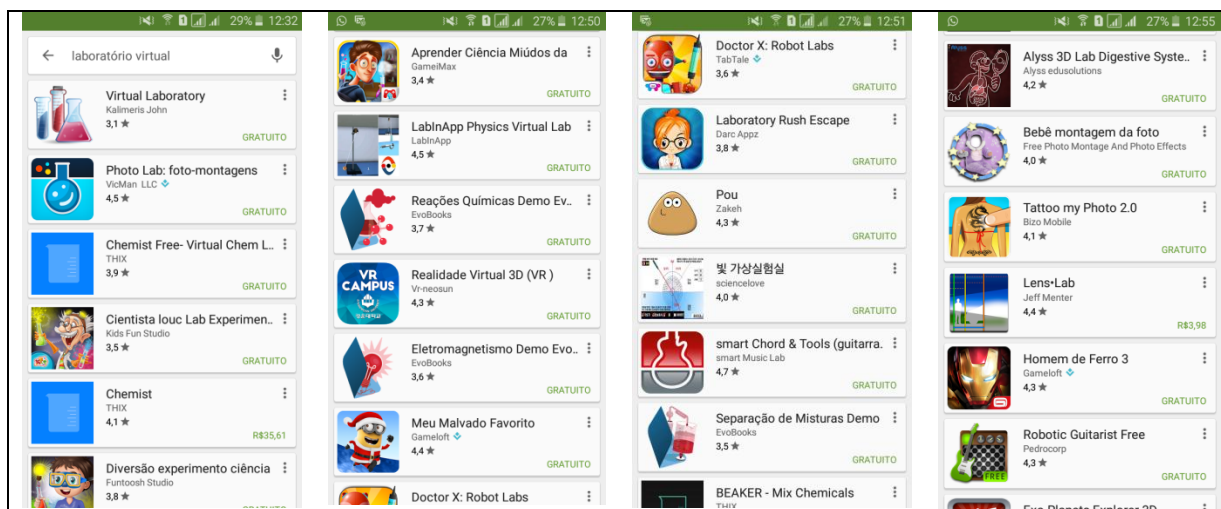
Simão et al. (2013) apresentam o relato de uma experiência do desenvolvimento de uma interface de controle um experimento físico, observando os resultados via *streaming* de vídeo por meio de dispositivos móveis, o *RExMobile*. O aplicativo que controla os experimentos remotos, desenvolvidos por esses autores, se encontra disponível no link: <<<http://rexlab.ufsc.br/experimentos/mobile>>> Outras funcionalidades dos telefones móveis e *smartphones* podem ser exploradas para fins didáticos a exemplo do cronômetro e o conversor de escalas termométricas em aulas experimentais de Física, jogos de tabuleiro digital em aulas de Matemática, aplicativos de tradução ou de leitura em aulas de língua materna ou estrangeira, dentre outros.

É possível encontrar laboratórios virtuais já disponíveis no Google Play, como pode



ser visualizado a partir da figura 43.

**Figura 43 – Laboratórios Virtuais no *Google Play* (Sistema Android)**

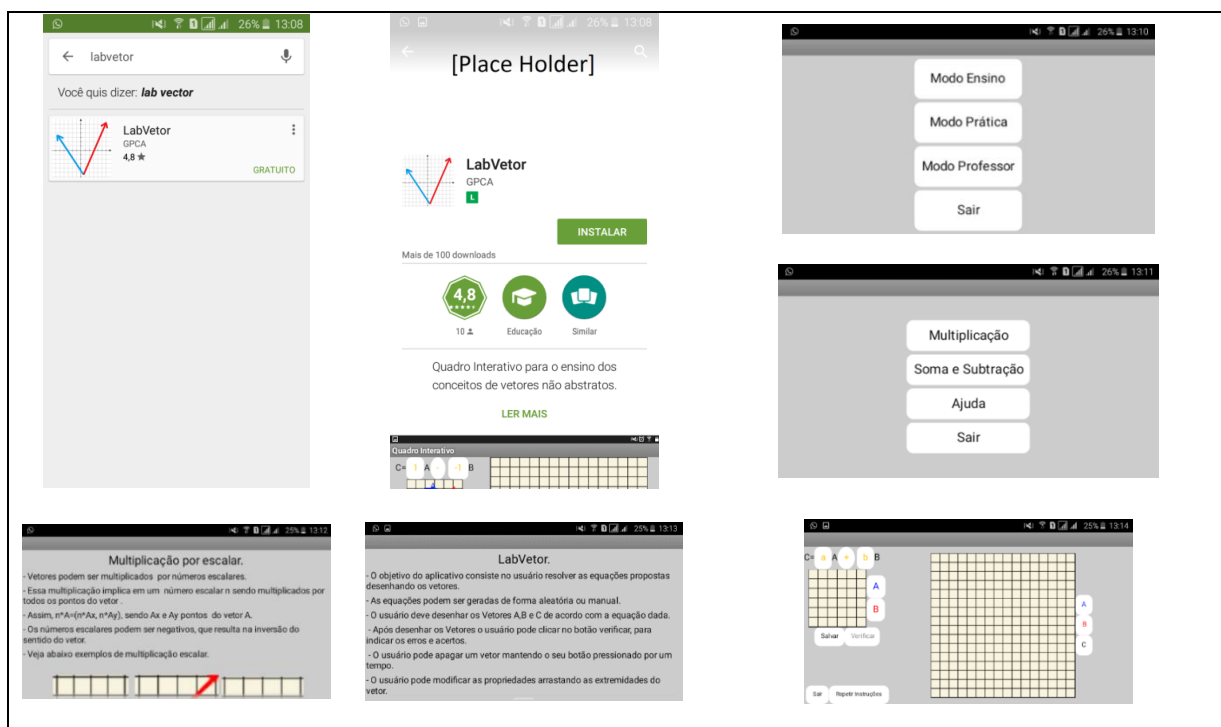


Fonte: Captura de tela

Um dos recursos disponíveis no *Google Play* é o *LabVetor* que, Segundo Honorato et al. (2015, p.2), “é um aplicativo para dispositivos móveis que atua como uma ferramenta visando ao incremento dos recursos didáticos no ensino da Física e, em alguns casos, da Matemática”. Tem por objetivo “ser uma ferramenta para auxiliar no ensino dos conceitos de vetores e grandezas vetoriais de modo a concretizar um pouco da sua abstração ao simular suas propriedades” (idem).

Esse recurso, foi inicialmente planejado para ser explorado em lousas digitais interativas, mas pode ser utilizado para apoiar práticas de experimentação virtual na modalidade a distância, ou assistidas em sala de aula pelo professor a partir do uso de Smartphones. Os resultados obtidos pelos alunos na exploração do *LabVetor* são enviados para um banco de dados e o professor pode acessá-los. Segundo esses autores, “o propósito do *LabVetor* é ajudar no ensino e aprendizagem das operações com vetores, facilitando a visualização, e construção do processo” (idem, p. 4). Algumas interfaces do *LabVetor* podem ser visualizadas a partir da figura 44.

Figura 44 – Interfaces do *LabVetor*



Fonte: Captura de tela

Ao acessar o *LabVetor*, as informações escritas em suas interfaces são “lidas” por uma voz, semelhante à voz do *Google*. A princípio a única forma de silenciar a voz é reduzindo o volume do Smartphone à zero. Segundo Honorato et al. (2015, p. 6),

A aplicação é composta por quatro telas, de modo que a tela inicial é um menu que leva às demais telas. As telas seguintes têm maneiras semelhantes de uso e dividem-se nos seguintes modos: ensino, prática e professor. O modo ensino contém textos explicativos de como utilizar os recursos do aplicativo. Ela contempla a função de desenhar e modificar vetores no quadro quadriculado, explicando aos alunos os conceitos básicos de vetores e grandezas vetoriais, como por exemplo, vetores equivalentes, multiplicação de vetores e operações vetoriais. Esses conceitos são fundamentais para que o aluno possa utilizar o *LabVetor* no modo prática. O modo prática é o modo principal da aplicação. A partir dele, levantam-se os dados que possibilitam a avaliação de desempenho dos alunos. [...] o objetivo deste modo é que o aluno represente as equações apresentadas no quadro da direita, baseando-se nos vetores indicados no quadro da esquerda. [...] Ao desenhar os [...] vetores no quadro, o aplicativo libera o botão verificar, que diz ao aluno os seus acertos e erros. No caso de presença de erro, o botão solução se torna disponível. A partir dele, pode-se exibir a resolução correta e as possíveis causas que levaram o aluno ao erro. Todos os dados, de cada exercício praticado, são enviados para o servidor. O modo professor é similar ao modo ensino, com exceção de que este permite que o professor modifique a equação, alterando os multiplicadores de A e B e o operador. Os vetores dados também são especificados no modo professor, ao invés de serem gerados aleatoriamente, como no modo prática.

Para apontar limites e possibilidades para o uso pedagógico do *LabVetor*, esses autores exploraram o aplicativo junto a 101 voluntários e verificaram que o aplicativo precisa de aperfeiçoamentos. A exploração do aplicativo permitiu aos sujeitos identificar que, apesar

de suas potencialidades pedagógicas, ele precisa realmente ser melhorado.

### 6.5 Tensões entre a experimentação virtual e a experimentação convencional

Segundo Paula (2012, p. 626), “existe uma concentração de pesquisas concebidas para comparar o laboratório virtual e o laboratório real”. Concordamos com esse autor quando expressa que “esse é um patamar de discussão bastante limitado” (Idem) uma vez que não é, necessariamente, o recurso em si que determina os ganhos da proposta pedagógica. Para Araújo e Abid (2003, p. 190), as atividades experimentais podem ser empregadas “através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação mais ativa dos estudantes”. No entanto, a maioria dos trabalhos insiste em ressaltar os perigos da substituição de um pelo outro. Poucos são aqueles que admitem a possibilidade de substituir o laboratório virtual pelo laboratório tradicional.

Monge-Nájera et al. (2005, p. 5, grifo nosso), fazem parte daqueles que defendem que “*el laboratorio virtual es bueno como **substituto** o al menos para entrenamiento antes de realizar prácticas peligrosas, especialmente si se cuenta com simuladores mecánicos o realidad virtual em lugar de una simple pantalla*”. Esse “entretenimento”, evocado principalmente no discurso sobre motivação, também se faz presente nos debates sobre o experimento tradicional e é potencializado quando se trata de laboratórios virtuais que são baseados em recursos multimídia e permitem a realização das mais variadas formas de experimentação em Física, característica extensiva aos laboratórios remotos.

Assim como na pesquisa em Física não se reconhece a primazia das pesquisas com experimentos de bancada em relação aos experimentos simulados, também não faz sentido discutir a primazia dos experimentos tradicionais em relação ao demais. Entendemos que o cenário atual já apresenta pesquisas que permitem afirmar, que a justificativa dos laboratórios virtuais serem entendidos como recursos de segunda categoria é a mesma que coloca a EaD como uma educação de segunda categoria: o preconceito.

Do ponto de vista didático, os experimentos virtuais e os demais experimentos mediados pelas interfaces da internet, não perdem o estatuto de experimentos, ou se colocam em um nível abaixo dos experimentos convencionais. Ambas as modalidades de experimentação tradicional, virtual ou remota, apresentam significativas limitações infra estruturais e didático-pedagógicas, do mesmo modo que apresentam significativos ganhos para o desenvolvimento do pensamento científico (PAULA, 2012; DUARTE, 2012; BOTTENTUIT JUNIOR, 2007).

Nesse sentido, o trabalho pedagógico poderia ser muito mais rico se ao invés de se realizar isoladamente a experimentação convencional, ou isoladamente a experimentação virtual, melhor seria se trabalhasse de forma combinada, explorando o que de melhor essas duas formas de compreender a construção da ciência oferecem. Não havendo essa possibilidade, qualquer uma dessas duas modalidades experimentais apresentam contribuições relevantes do mesmo modo que apresentam suas limitações. Essa possível combinação não se justifica sob o argumento de que a experimentação convencional é incompleta, ou que a experimentação virtual é incompleta. As potencialidades didáticas desses laboratórios dependem fundamentalmente da forma como o trabalho pedagógico será conduzido.

Segundo Souza et al. (2012, p. 8), “para que as novas tecnologias educacionais tenham um papel importante, os professores precisam ter habilidades e conhecimentos necessários para implementá-las”. Além das habilidades e conhecimentos necessários, para que as TIC possam efetivamente contribuir com a formação dos sujeitos é fundamental que sejam dadas as condições necessárias. Sem essas condições, existem grandes chances das competências desenvolvidas nos cursos de formação inicial e continuada jamais virem a se materializar, ou assumam um caráter esporádico em meio às práticas pedagógicas desses professores.

Verifica-se que existe uma grande variedade de possibilidades para a composição de laboratórios mediados pelas interfaces da internet e que podem ser implementados nos AVA que viabilizam os cursos de formação de professores de Física ofertados na modalidade a distancia por meio da UAB. Associado a isso, observa-se também que os PPC desses cursos preveem a exploração desse tipo de laboratório assumindo esse tipo de experimentação como uma diretriz curricular na formação a distância de professores de Física. Uma vez que a literatura científica apresenta relatos de práticas e reflexões acerca das potencialidades da experimentação em Física mediada pelas interfaces da internet e que os PPC desses cursos a reconhecem como um dos pilares de seu currículo, desafia a investigar se nas práticas pedagógicas dos professores que atuam nesses cursos, a experimentação mediada pelas interfaces da internet tem se feito presente. Acerca dessa questão discutiremos na sessão seguinte.

## **7 A EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA MEDIADA PELAS INTERFACES DA INTERNET NA VISÃO DOS PROFESSORES DA UAB**

Os experimentos mediados pelas interfaces da internet, ao compor a identidade dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, passam a ser reconhecidos como fios condutores de práticas docentes no cenário contemporâneo do ensino de Física. Assim, na medida em que os professores desses cursos exploram tais experimentos em suas práticas pedagógicas, contribuem para fortalecer e validar as potencialidades desse tipo de abordagem experimental.

Os usos que se faz desses recursos estão, por sua vez, diretamente relacionados com as ideias desses professores universitários sobre seus limites e sobre suas potencialidades pedagógicas. Além disso, tais concepções acerca dos experimentos mediados pelas interfaces da internet estão também articuladas com as representações que esses sujeitos criam acerca da experimentação convencional. A partir desse entendimento, emergiu o desafio de evidenciar tais concepções. Para isso, foi elaborado e aplicado um questionário junto aos professores que atuam nos componentes curriculares dos cursos de formação de professores de Física.

O questionário teve por principal função explicitar ideias que emergiram dos professores e que gravitam em torno do papel que os experimentos mediados pelas interfaces internet ocupam ou podem ocupar nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB (FOWLER JUNIOR, 2011). O uso e o não uso que esses sujeitos fazem desses recursos, perpassa pelas ideias pedagógicas e científicas que esses professores têm. Conforme a análise dos PPC essas ideias se materializam de diferentes formas de acordo com a formação dos professores, a estrutura curricular e as condições infra-estruturais desses referidos cursos. Desse modo, nessa sessão apresentaremos o percurso metodológico da coleta e da análise dos dados resultantes dessa etapa da investigação.

### **7.1 Percurso metodológico**

Inicialmente, o projeto dessa pesquisa, contendo o questionário que mobilizou a discussão dessa sessão, foi previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFAL (CEP/UFAL) tendo sido devidamente aprovado e consubstanciado por esse órgão. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa (FLICK, 2009) cujo instrumento de análise foi a Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003).

Ao ser referendado pelo CEP/UFAL, o questionário, junto com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foi encaminhado por e-mail aos coordenadores

dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Esse primeiro movimento foi necessário tendo em vista que eram esses coordenadores que detinham os contatos dos professores que atuavam nesses cursos.

Para efetivar o envio dos questionários aos professores, inicialmente foram mapeados os contatos dos coordenadores dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Esse mapeamento se deu em duas etapas. Numa primeira etapa foram consultados os endereços eletrônicos das IPES em busca de informações sobre os contatos das coordenações desses cursos. Numa segunda etapa foram feitos contatos telefônicos com essas coordenações para confirmar a atualidade das informações encontradas nos sites, bem como confirmar endereços de e-mail e contatos telefônicos institucionais dos coordenadores.

Na ocasião desses contatos telefônicos, foi verificado que os cursos de licenciatura em Física da UEPA e da UFERSA ainda não haviam sido ofertados e que o Curso de licenciatura em Física da UECE havia sido extinto. Assim, dos 25 cursos que até então compunham o foco dessa investigação, restavam em atividade apenas 22. Após esse mapeamento, foi enviado um e-mail aos coordenadores pedindo o apoio para a realização dessa pesquisa no sentido de encaminhar os questionários aos professores vinculados a esses respectivos cursos. O texto do e-mail pode ser verificado no quadro 19.

#### Quadro 19 – E-mail aos coordenadores

Senhor(a) coordenador(a), XXXXXXXXXXXXXXX

Sou Ivanderson Pereira da Silva, professor da UFAL e atualmente estou concluindo o Doutorado em Educação na UFAL. Minha tese está em fase de qualificação e enfoca as práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet que são exploradas nos cursos de formação de professores de Física ofertados na modalidade a distância.

Os sujeitos dessa pesquisa são os professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

Para concluir esse estudo, preciso que os professores que atuam nesses cursos respondam a um questionário com apenas 10 questões.

Nesse sentido, dada a importância desses dados para a conclusão do estudo e para o avanço da ciência nessa área do saber, **venho pedir o apoio dessa coordenação para encaminhar o referido questionário online aos professores que atuam nesse curso de Formação de Professores de Física na modalidade a Distância.**

Nessa oportunidade, **peço a gentileza de responder a esse email, confirmando a possibilidade de encaminhar o questionário aos demais professores que atuam no curso de Formação de Professores de Física ofertado na modalidade a distância por essa instituição.**

O questionário está encaminhando num segundo email via Google Docs. Certo de podermos trabalhar juntos na condução desse estudo que tem como pano de fundo a compreensão das práticas pedagógicas desenvolvidas no interior dos cursos de Formação de Professores de Física ofertados por meio da UAB, e consequentemente a melhoria da qualidade desses cursos, reitero nossa parceria para esse e outros momentos futuros.

Estou à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Muito obrigado!

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Na primeira semana, após o envio desse e-mail, apenas quatro coordenadores o

havia respondido informando que já tinham encaminhado o questionário aos professores do respectivo curso. Reiteramos o e-mail e como retorno obtivemos, no decurso da semana seguinte, mais 11 confirmações. No entanto, ainda restavam sete coordenadores confirmarem o recebimento do e-mail e se posicionarem acerca do possível apoio ao encaminhamento do questionário aos professores.

Recorremos na terceira semana, ao recurso da ligação telefônica com objetivo de falar diretamente com os coordenadores para saber se teriam recebido o e-mail e se poderiam compartilhá-lo com seus professores. Nessa ocasião, conseguimos falar com três dos sete coordenadores restantes. Um deles se mostrou bastante solícito à realização da pesquisa e informou novo endereço de e-mail para que pudesse encaminhar novamente o questionário. Outros dois coordenadores informaram que eram contrários a esse tipo de pesquisa e que o foco do curso não era atender às demandas dos pesquisadores, mas sim atender às demandas dos alunos. Não foi possível nesse momento estabelecer contato com os quatro coordenadores restantes.

Após as confirmações, foi encaminhado aos coordenadores outro e-mail com o link para responder ao questionário online. O teor desse segundo e-mail pode ser verificado no quadro 20.

#### **Quadro 20 – Email aos professores**

Caro (a) professor(a),

Eu, Prof. Ivanderson Pereira da Silva, Doutorando em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas, estou desenvolvendo, sob a orientação do Prof. Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado, a pesquisa intitulada “**Práticas experimentais mediadas por interfaces da internet na formação a distância de professores de Física**”.

Tendo em vista que essa pesquisa tem como foco as práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet desenvolvidas no interior dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB e que o(a) senhor(a) é um(a) professor(a) que atua num desses cursos, gostaria de convidá-lo(a) para participar dessa pesquisa junto conosco respondendo às 10 questões propostas nesse questionário.

Assumimos o compromisso ético de não divulgarmos os nomes dos(as) sujeitos dessa pesquisa e evitar a todo custo colocá-los em qualquer situação de risco ou constrangimento.

Agradecemos imensamente a sua disponibilidade e ressaltamos a importância desses dados para a conclusão desse estudo.

Muito obrigado!

Atenciosamente,

Prof. Ivanderson Pereira da Silva  
Doutorando em Educação (PPGE/UFAL)

Obs.: Caso precise sanar eventuais dúvidas acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa ou com o tratamento individual, poderá entrar em contato com o autor da pesquisa por meio do endereço eletrônico (ivanderson@gmail.com)

Para esse primeiro momento, compuseram o público-alvo da pesquisa um total de 17 cursos.

O questionário online encaminhado aos professores foi desenvolvido na interface Google Docs utilizando o recurso “Formulário”. Ao acessar o instrumento, o sujeito da pesquisa visualizava o TCLE e só poderia avançar para as questões caso aceitasse participar. Na sequência eram exibidas 10 questões, sendo três fechadas e sete abertas. Esse questionário online pode ser visualizado no “Apêndice A” ou a partir do link: <[https://docs.google.com/forms/d/1AjeEBmNrfy\\_3XKfcefr0C\\_4jy\\_wJWTMmycW6Xxgc46Y/prefill](https://docs.google.com/forms/d/1AjeEBmNrfy_3XKfcefr0C_4jy_wJWTMmycW6Xxgc46Y/prefill)>.

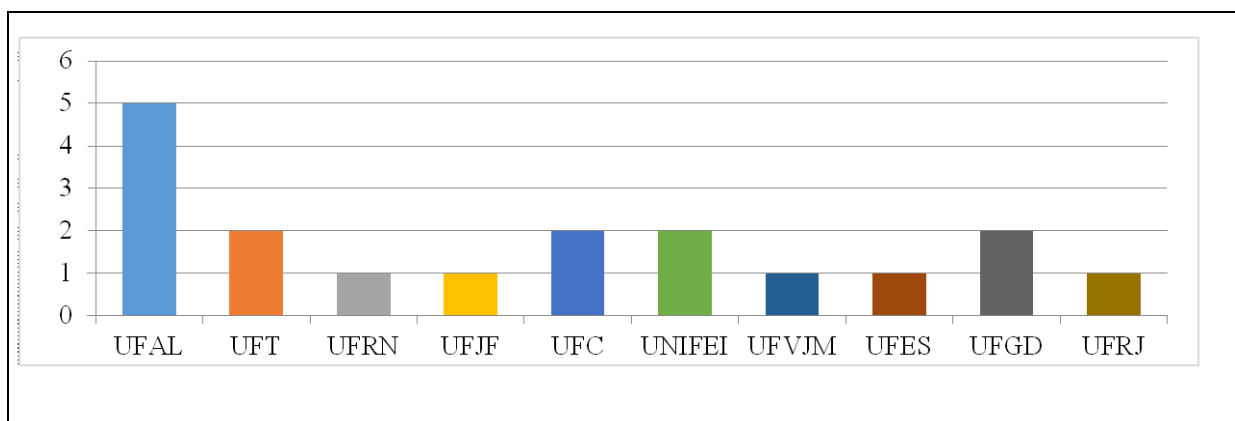
Duas semanas após a aplicação dos questionários junto aos professores, o Google Docs registrou 22 respostas. Dessas, apenas 18 registraram dados de professores que haviam explorado experimentos virtuais em suas práticas pedagógicas. Outros quatro professores responderam ao questionário mas informaram desconhecer esse tipo de recurso.

## **7.2 Sujeitos da pesquisa**

Conforme a análise dos PPC, nem todas as disciplinas ofertadas nesses cursos comportavam atividades com o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet. As disciplinas que mais se aproximam desse cenário são as das áreas de TIC e EaD, Física Teórica e Experimental, Matemática, Estágios e Práticas de Ensino. Se estimarmos que para cada um desses componentes curriculares teríamos um mínimo de um e um máximo de dois professores nos cursos, o número variaria entre 4 e 8 por curso. Tendo em vista que foram 17 os cursos que se propuseram a responder ao questionário, teríamos que o número máximo de sujeitos da pesquisa está compreendido num intervalo entre 68 e 136. Do mesmo modo, compreendemos que a amostra, para ser significativa, precisa ser aleatória e contemplar dados oriundos da maioria dos cursos (FOWLER JUNIOR, 2011). Assim, o número máximo de cursos participantes seria de 22, e contamos com a participação de 17.

No decurso de um mês de aplicação dos questionários, obtivemos um retorno de 22 respostas, oriundas de 10 universidades. O gráfico 15 representa a participação dos cursos na resposta ao referido questionário.

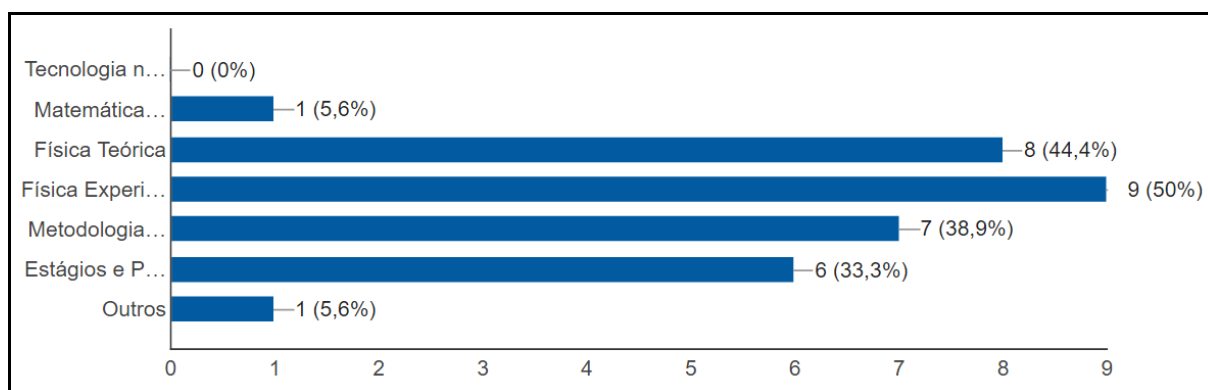


**Gráfico 15 – Participação das universidades na resposta ao questionário**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Diante desses números, constatamos que o retorno dos questionários conta com dados originários de 10 universidades, o que representa cerca de 60% da amostra. Com relação à participação dos professores, verifica-se que obtivemos um retorno de 22 questionários. Considerando que esse número poderia atingir um valor máximo compreendido entre 68 e 136, é possível afirmar que a amostra está compreendida entre 35% e 18% do universo de possibilidades de resposta.

As respostas obtidas a partir da primeira pergunta do questionário, objetivava evidenciar em quais componentes curriculares mais se utilizavam os experimentos mediados pelas interfaces da internet. O dados fornecidos pelos sujeitos da pesquisa acerca dessa questão foram registradas no gráfico 16.

**Gráfico 16 – Uso dos experimentos mediados pelas interfaces da internet**

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os professores que mais utilizam os experimentos mediados pelas interfaces da internet no interior dos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, são aqueles que atuam nas disciplinas das áreas de Física Experimental, Física Teórica, Metodologia de Ensino de Física, e de Estágios e Práticas de Ensino.

Se considerarmos que participaram dessa pesquisa 22 professores e verificarmos que foram feitas 32 contribuições para a composição desse gráfico, perceberemos que, comumente, um mesmo professor assume diferentes disciplinas no interior dos cursos de formação de Professores de Física ofertados por meio da UAB. Assim, podemos inferir que o número de professores que exploram práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet, nesses cursos, é bastante reduzido.

Por se tratar de pesquisa de levantamento, com dados aleatórios, originários de variadas fontes e cuja participação foi voluntária (FOWNLER JUNIOR, 2011), consideramos essa amostra significativa para identificar os lugares que os experimentos mediados pelas interfaces da internet têm ocupado nas práticas pedagógicas desenvolvidas nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, bem como compreender os significados que esses professores têm atribuído acerca da presença dos experimentos mediados pelas interfaces da internet no interior desses cursos.

Para atingir a esses objetivos, os dados coletados nos questionários foram submetidos à Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2006 e 2013; MORAES, 2003).

### **7.3 Análise Textual Discursiva**

Segundo Moraes e Galiazzi (2006, p. 118), a ATD “é uma abordagem de análise de dados que transita entre [...] a análise de conteúdo e a análise de discurso”. Nesse sentido se apoia tanto na interpretação do significado atribuído pelo autor quanto nas condições de produção de um determinado texto. Para Moraes (2003) a ATD se realiza a partir de quatro focos:

1. Desmontagem dos textos: também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.
2. Estabelecimento de relações: processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.
3. Captando o novo emergente: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova

compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores. [...]

4. Um processo auto-organizado: o ciclo de análise descrito, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo constitui um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos. Mesmo assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência do novo possa concretizar-se. (MORAES, 2003, p. 191-192)

Os três primeiros movimentos, unitarização, categorização e produção do metatexto consistem num ciclo, um movimento recursivo por meio do qual o texto é desconstruído, fragmentado em pequenas unidades de significado. As unidades de significado podem ser agrupadas de acordo com temas preexistentes (categorias *a priori*), ou de acordo com temas que venham a surgir a partir da análise dos dados. Nesse segundo caso tratam-se de categorias emergentes.

O processo de agrupamento dos fragmentos do texto ou unidades de significado, consiste na categorização. Esse movimento implica na reescrita desses fragmentos com vistas a produzir sentidos por meio do metatexto (MORAES e GALIAZZI, 2013). Como afirma Moraes (2003, p. 192), assim, a ATD se constitui num movimento recursivo e auto-organizado por meio do qual “os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos”.

Nessa investigação submetemos à ATD os dados coletados nas questões abertas do questionário. Inicialmente os textos foram fragmentados e ao reorganizar esses fragmentos foi possível reuní-los em torno de 10 categorias que convergem no sentido de identificar a forma como esses professores representam os experimentos mediados pelas interfaces da internet e suas contribuições para a formação de professores de Física: a) Os tipos de experimentos e os tipos de experimentação mediada pelas interfaces da internet; b) A experimentação mediada pelas interfaces da internet como uma nova linguagem para o ensino de Física; c) Experimentos mediados pelas interfaces da internet como produtos de segunda linha; d) Os experimentos mediados pelas interfaces da internet como complementos dos experimentos convencionais; e) (Des)Motivação para o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet; f) Dificuldades na realização de experimentos mediados pelas interfaces da internet; g) Substituição dos laboratórios reais pelo laboratório mediado pelas interfaces da internet.

Ao longo da ATD alguns fragmentos unitarizados foram evocados para fundamentar o metatexto e seus autores foram cognominados como P1 (Professor 1); P2 (Professor 2), e

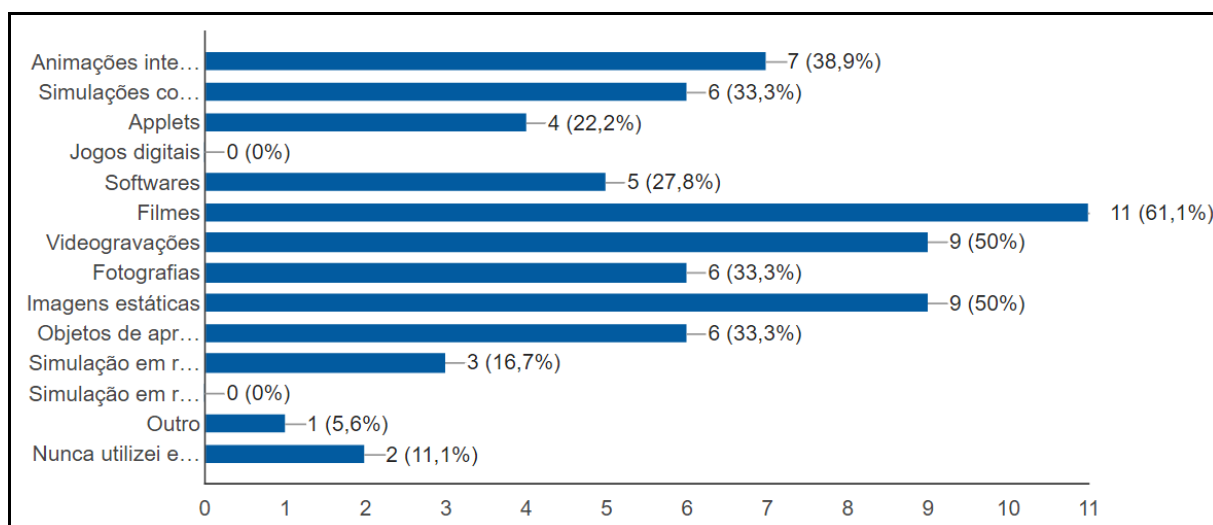
assim por diante. Tal estratégia objetivou fidelizar a autoria do fragmento e ao mesmo tempo preservar a identidade do autor.

Apesar de apontarmos individualmente a autoria dos fragmentos unitarizados, entendemos que o movimento recursivo de escrita e reescrita, próprio da ATD, permite a composição de novos significados por meio do metatexto produzido. Tal movimento é característico da interlocução dos fragmentos reunidos em torno das categorias e nesse sentido, do próprio diálogo construído a partir da composição dos fragmentos de P1, P2 e assim por diante. Nesse sentido, o produto dos metatexto busca explicitar, por meio da fragmentação e da reescrita desse diálogo, as representações de grupo de professores acerca da experimentação mediada pelas interfaces da internet nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. O número de 10 categorias produzidas sinaliza a multiplicidade de ideias encontradas a partir dessa análise e que permeiam as práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet realizadas por esses professores.

#### a) Os tipos de experimentos e os tipos de experimentação mediada pelas interfaces da internet

Constatamos que, diferente do que se apresentou como conceitos mais populares para definir o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet, na prática desses professores, os recursos mais utilizados foram os filmes, as videogravações e as imagens estáticas, conforme explicitado no gráfico 17.

**Gráfico 17 – Recursos dos Experimentos mediados pelas interfaces da internet**



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O fato de nenhum dos professores ter afirmado explorar jogos digitais, ou simulações em realidade aumentada, concorda com o que foi verificado no levantamento bibliográfico e na análise dos PPC. O levantamento bibliográfico encontrou poucos estudos que enfocavam a experimentação mediada pelas interfaces da internet baseada em jogos digitais e nos PPC não foi encontrado nenhuma unidade de significado que explicitasse o uso de jogos digitais em contextos de experimentação. Apesar de termos observado na revisão de literatura uma multiplicidade de experimentos baseados em jogos digitais (SAVI e ULBRICHT, 2008; GREIS et al. 2011; MELO et al., 2013; HUERTA e PORTELA, 2015) verifica-se que tais práticas não têm uma penetração significativa na construção dos currículos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

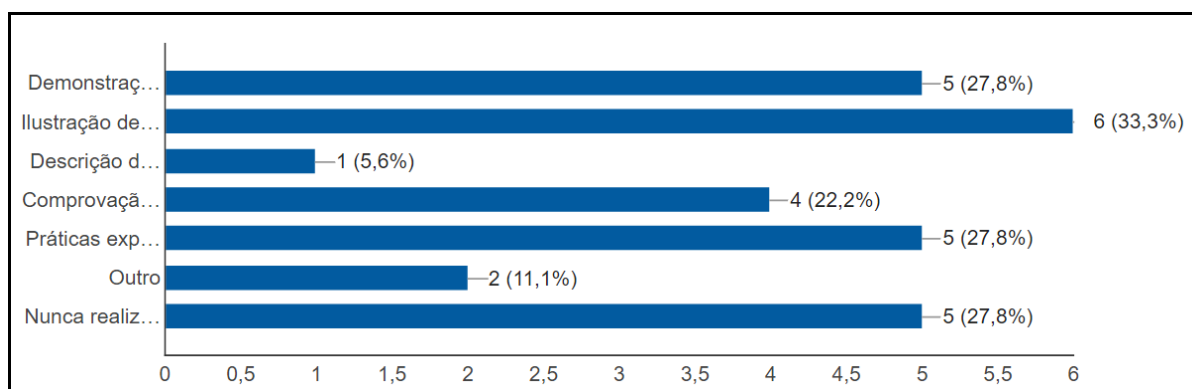
A exploração de experimentos mediados pelas interfaces da internet ainda se concentra quase que em sua totalidade nas animações, simulações, applets, softwares, filmes, videogravações, fotografias e imagens estáticas. É muito baixo o nível de uso de recursos de realidade virtual nesse tipo de prática pedagógica e quase inexistente o uso de recursos de realidade aumentada. Esse dado também concorda com o que foi verificado no levantamento bibliográfico e na análise dos PPC. Verifica-se que a tecnologia da realidade virtual, como a apresentada por Reis et al. (2014) exige equipamentos do tipo CAVE que dificilmente são encontrados em instituições de ensino e menos ainda são destinados para fins especificamente pedagógicos. Ávila et al. (2013) apontam que enquanto a realidade virtual se difunde entre a população jovem principalmente por meio de equipamentos como o Nitendo Wii, Xbox e PlayStation, o mesmo não acontece com a realidade aumentada. Essa têm se popularizado muito recentemente a partir do jogo “Pokemon Go” da Nitendo, desenvolvido para smartphone.

A ausência do uso de jogos digitais e de realidade aumentada nas práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet desses professores dialoga com o baixo número de pesquisas e reflexões sobre as potencialidades didáticas desses recursos. Trata-se como explicitado na revisão de literatura, de um campo fértil de possibilidades didáticas e latente de investigações. Por outro lado, há de se registrar que, embora nas respostas da segunda questão fechada, esses professores tenham informado que nunca utilizaram os recursos dos jogos digitais e da realidade aumentada, nas respostas às questões abertas, esses professores relataram dados diferentes daqueles que foram apresentados na questão fechada.

A segunda pergunta do questionário consistia numa questão fechada na qual os professores deveriam indicar as abordagens experimentais que utilizavam quando exploravam os dos experimentos mediados pelas interfaces da internet. As respostas desses professores,

foram registradas no Gráfico 18.

**Gráfico 18 – Práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet**

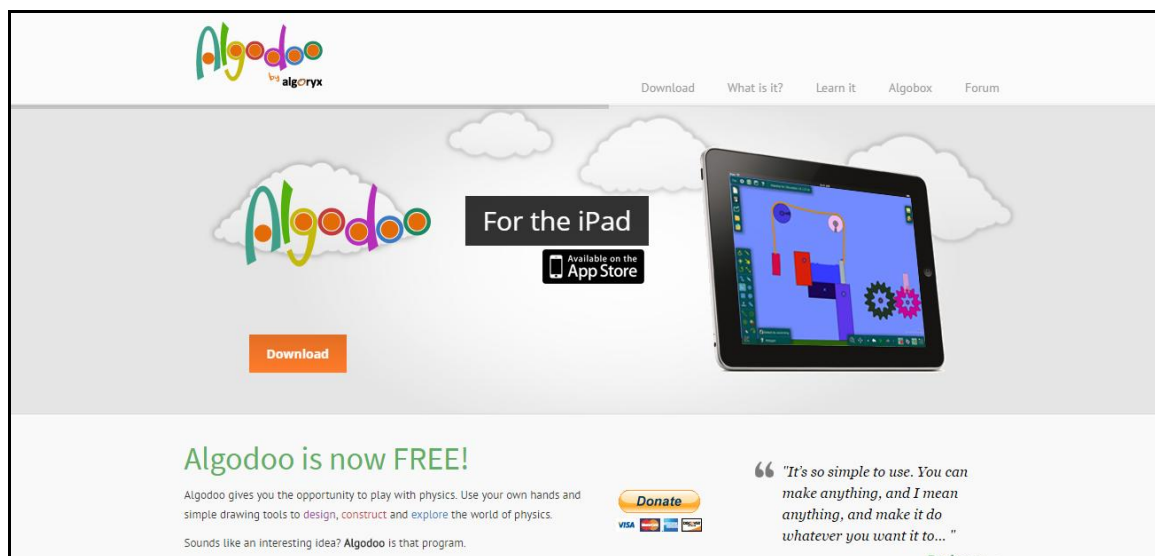


Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se que predominam as abordagens demonstrativas, na sequência as práticas investigativas e por fim, as práticas comprobatórias. Esse cenário concorda com a revisão de literatura e dialoga com Gaspar (2004) quando afirma que as práticas experimentais demonstrativas são as mais comuns entre os professores de Física. Chama atenção o fato de cerca de 30% dos professores que responderam a essa questão afirmarem que não utilizam tais recursos para nenhum tipo de prática experimental. Cinco (05), dos 22 professores que responderam ao questionário, afirmaram que nunca exploraram os experimentos mediados pelas interfaces da internet.

Os professores citaram o uso de animações (P13), simulações (P1, P5, P7, P13), applets (P17), objetos de aprendizagem (P5, P7, P18), jogos digitais (P5), vídeos (P1, P18), fotografias (P17) e software (P7). Com relação ao uso de realidade virtual na experimentação em Física, destacamos a experiência descrita por P12: “Apliquei o uso do Algodo no Ensino Médio com objetivo de formular hipóteses e conceitos em Física” (P12). A interface do Algodo pode ser verificada a partir da figura 45.

**Figura 45 – Interface do Algodoo**



Fonte: <<http://www.algodoo.com/>>

O *Algodoo* é um aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis e que permite a construção de simulações de Física em duas dimensões. A forma como as simulações são construídas é seu grande diferencial. Os sujeitos podem desenhar e colorir blocos com o toque na tela do Tablet ou do Smartfone e arrastá-los para compor sistemas Físicos. A medição de variáveis também pode ser feita utilizando as próprias mãos. O *Algodoo* pode ser classificado dentro das abordagens hands-on-tec (PEREIRA e ROSA, 2014; PEREIRA et al., 2014, PEREIRA e SCHUHMACHER, 2013; LAPOLLI et al., 2009) a partir das quais os sujeitos põem a “mão-na-massa”, constroem os experimentos e os executam. Segundo Neves et al. (2014, p. 46),

O software apresenta uma interface dinâmica e atrativa dispendo de ferramentas que permitem trabalhar com a construção de corpos rígidos, fluidos, engrenagens, molas, dobradiças, motores, raios de luz, lentes e ótica, o que pode ser de grande utilidade para o desenvolvimento das aulas para os docentes dessas diferentes subáreas da Física. Nele é possível alterar a força gravitacional, a restituição dos corpos, os coeficientes de atrito, os índices de refração, as diferentes densidades, as camadas de colisão, os controle da aceleração, as texturas (que permitem colocar diferentes imagens de objetos), cores, distâncias, velocidades da luz de um laser em diferentes meios, diferentes valores de velocidade, força, limites de ruptura, impulso, direção e controle de uma dobradiça/motor, forças constantes, fator de amortecimento e inúmeros outros recursos que proporcionam aos seus usuários obterem resultados variados e interessantes para análise.

O *Algodoo* pode ser executado a partir de plataformas Windows e Mac OS e tem sido explorado no mundo inteiro. O professor P12 ao mencionar o *Algodoo* como um recurso de apoio às práticas experimentais baseadas em realidade virtual, destacou a característica de

imersão favorecida pela interação *touch screen* com a tela dos dispositivos móveis como os tablets e smartphones. Outra experiência descrita nas respostas dos professores foi o uso do *PhET Interactive Simulations*:

Ao ensinar lançamento de projéteis, utilizei uma simulação do site PHET. Nesta simulação, vimos que a velocidade e a distância que um objeto atingem no lançamento, independe da massa. Usamos carro, piano, balas de canhão com objetos a serem lançados. Vimos também que o ângulo e a velocidade inicial afetam a altura e o alcance do objeto. Isso ficou bem claro com a simulação. Logo, ficou fácil de visualizar a física envolvida no processo (P10).

Os softwares podem ser explorados de diversas formas, inclusive para apoiar práticas experimentais convencionais, como descrito por P12:

nas disciplinas proponho atividades que discutem a situação física envolvida nos problemas e em atividades de fixação dos conteúdos. Também utilizo softwares para a análise de dados das atividades experimentais realizadas no polo. Nas disciplinas de formação específica em licenciatura, faço uso de seminários e filmes, que debatem a área de Ensino de Física (P12).

Ao apontar o uso de vídeos, é possível evidenciar a estratégia descrita por P14 que consiste na produção de vídeos sobre experimentos de Física: “os alunos têm grande habilidade em realizar vídeos e fotografar suas próprias atividades e experiências feitas à distância. A narração dos próprios alunos permite identificar várias concepções corretas e alternativas, e permite várias linhas de ações para corrigi-las”. P5 descreve a mesma estratégia enfocando que os recursos utilizados para o desenvolvimento dos experimentos são os de baixo custo: “utilizo muito o uso de experimentos com materiais de baixo custo. Estes experimentos são realizados pelos alunos e gravados em forma de vídeo para discussão com o restante da turma” (P5).

Para além das possibilidades descritas, é bastante comum ainda que os professores disponibilizem vídeografações de demonstrações experimentais, nos AVA, para orientar alguma atividade proposta ou para que seus alunos possam acompanhar a explicação, como apontado por P7: “Gravação de tópicos do conteúdo para posterior visualização dos alunos” (P7). Além, da característica de uso de vídeos de experimentos na composição do material didático utilizado nos AVA, o aspecto colaborativo apontado por P5 evidencia a superação do uso demonstrativo do vídeo em favor de uma prática experimental investigativa em cuja base estão a problematização e a argumentação (LIMA e TEIXEIRA, 2011; CARVALHO et al., 2013; BASSOLI, 2014; AZEVEDO et al., 2009; FRANCISCO JUNIOR et al., 2008), como apontado por P10: “numa reportagem sobre acidentes de derrapamentos de carros em estradas, podemos tratar da importância da força de atrito no movimento, quais os efeitos da



ausência desta, etc.

Ao considerar esse tipo de laboratório, recupera-se a ideia de que a colaboração nesses espaços pode ser desenvolvida tanto localmente quanto remotamente (FORTE et al., 2008) e nesse sentido, podem ser desenvolvidas tanto nos encontros presenciais quanto por meio do AVA. A estratégia de gravar em vídeo a execução de experimentos de baixo custo pode favorecer a diferentes finalidades: a elaboração de roteiros (SILVA e MERCADO, 2013); realização de práticas experimentais investigativas (PEREIRA et al. 2011); ou mesmo para a composição de laboratórios virtuais (FONSECA et al., 2013).

Com relação às estratégias de uso de fotografias no apoio às práticas experimentais em Física, P8 descreve o seguinte: “Na disciplina que ministro os alunos preparam e ministram uma aula prática de laboratório em uma escola da educação básica. Ao relatarem a experiência lhes é solicitado que incluam fotografias que mostrem os estudantes realizando o experimento” (P8). Observa-se nessa estratégia que o professor que conduziu essa prática se preocupou não só em explorar o experimento, mas também em registrar o evento em fotografias para que esses, ao socializarem suas experiências, pudessem se constituir em multiplicadores nas escolas em que realizaram seus estágios. Nesse sentido, além de contribuírem para a realização de experimentos (CATELLI et al., 2010; COVERLONI et al., 2009; OURIQUE et al., 2010; VIEIRA e LARA, 2013), as fotografias têm sido utilizadas nesses cursos como fios condutores de debates sobre as práticas de formação para a docência.

#### **b) A experimentação mediada pelas interfaces da internet como uma nova linguagem para o ensino de Física**

A análise das respostas apresentadas pelos professores no questionário aplicado, favoreceu identificar que permeia no cenário das concepções pedagógicas desses sujeitos, a ideia de que a experimentação mediada pelas interfaces da internet, assim como a experimentação convencional, se constitui em mais uma linguagem por meio da qual se expressa a Física. Segundo Andrade et al. (2009, p. 2),

Em muitos momentos da história da física podemos constatar a importância da experimentação, como por exemplo, para que cientistas como Newton, Oersted, Joule, entre outros, pudessem estabelecer suas idéias como algo aceito pela comunidade científica, tendo nestes momentos a prática experimental como uma linguagem necessária para a aceitação de suas teorias por esta comunidade.

Essa concepção se apresenta nos questionários quando, por exemplo, P8 afirma que a experimentação mediada pelas interfaces da internet “é a linguagem mais adequada para que

os licenciandos possam interagir com seus futuros alunos” (P8). A ideia de que a experimentação mediada pelas interfaces da internet é a linguagem mais adequada para que os egressos desses cursos possam interagir com seus futuros alunos está em sintonia com o discurso de que os alunos das escolas são nativos digitais (PRENSKY, 2001) e que ao mesmo tempo com o entendimento de que a Física é uma ciência fundamentalmente experimental. Essa concepção influenciou a composição da ementa de várias disciplinas nesses cursos e como imagem desse argumento é possível apontar o PPC do IFAM que explicitou o uso desses recursos desde as disciplinas específicas de Física, conforme a figura 46.

Esse grau de detalhamento foi verificado nesse PPC e verificava-se que está localizado nas disciplinas de Física teórica e não de física experimental. Essa delimitação dialoga com a ideia de que a exploração dos experimentos virtuais não se constitui numa prática de Física experimental, mas sim numa prática de Física teórica, uma vez que reproduzem graficamente o que está definido no modelo matemático/computacional que o gera (HEIDEMANN et al., 2012; MACÊDO et al., 2012; GOMES e FERRACIOLI, 2006; VERBENO et al., 2010; FERRACIOLI et al., 2012; DUSO, 2012; FEHSENFELD e FERRACIOLI, 2009).

Por outro lado, verifica-se que por trás disso, reside a concepção de que, nos cursos de formação de professores de Física, em face do cenário contemporâneo, um dos principais pilares nos quais se apoia o currículo desses cursos deve ser a experimentação mediada pelas interfaces da internet, como considera P1: “é impossível fazer um curso de Física sem a experimentação. Por isso, temos a necessidade de novas formas de passar o conteúdo associado ao experimento e relacionar ele com a parte teórica” (P1).

Figura 46 – Ementas das disciplinas de Física do PPC do IFAM

DISCIPLINA	CH Total	CH Teórica	CH Prática
Física I	60	60	
<b>EMENTA</b>			
TEORIA: Estática da partícula. Força. Equilíbrio. Torque; Cinemática da partícula. Tipos de movimento; Dinâmica da partícula. Leis de Newton; Simetrias e Leis de conservação. Energia cinética e energia potencial. Conservação da energia mecânica. Conservação do momento linear. Centro de massa. Teoria das colisões; Cinemática da rotação. Grandezas angulares e lineares. Momento angular; Dinâmica da rotação. Momento de inércia. Conservação do momento angular. Quantização do momento angular.			
PRÁTICA: Simulação Computacional utilizando planilha eletrônica e os ambientes de aprendizagem Easy Java Simulations e SunQuest, construção de experimentos com materiais de baixo custo.			
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>			
NUSSENSVEIG, H. M. <b>Curso de Física Básica: Mecânica</b> . 1ª edição. São Paulo. Editora Blücher, 1997 (vol.1).			
TIPLER, Paul A. <b>Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica</b> . 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2000 (vol.1).			
HALLIDAY, R; RESNICK, R; WALKER, J. <b>Fundamentos de Física: Mecânica</b> . 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 1996 (vol.1).			
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>			
SEARS, M. W. Z; YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. <b>Física I: Mecânica</b> . 10ª edição. Editora Addison-Wesley Publil, 2003 (vol.1)			
DISCIPLINA	CH Total	CH Teórica	CH Prática
Física II	60	60	
<b>EMENTA</b>			
TEORIA: Gravit ação universal. Campo gravitacional. Lei da gravitação de Newton. Movimentos de planetas e satélites; Oscilações e ondas. MHS. Oscilador amortecido. Oscilações forçadas e ressonância. Quantização da energia. Ondas mecânicas. Ondas harmônicas e princípio da superposição. Ondas estacionárias. Velocidades de fase e de grupo. Ondas sonoras. Sistemas vibrantes. Efeito Doppler; Estática dos fluidos. Teorema de Stevin. Experiência de Torricelli. Princípio de Pascal e Arquimedes; Dinâmica dos fluidos. Campos de velocidade e linhas de corrente. Equação da continuidade. Equação de Bernoulli. Termodinâmica. Termometria e dilatométrie. Calor, trabalho e energia interna. Propagação do calor. Condução convecção e irradiação. Teoria dos gases. Teoria cinética. Teorema da equipartição da energia. Entropia e segunda lei. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot.			
PRÁTICA: Simulação Computacional utilizando planilha eletrônica e os ambientes de aprendizagem Easy Java Simulations e SunQuest.			
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>			
NUSSENSVEIG, H. Moysés. <b>Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações, Onda e Calor</b> . 1ª edição. São Paulo. Editora Blücher, 1997 (vol.2).			
TIPLER, Paul A. <b>Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica</b> . 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2000 (vol.1).			
HALLIDAY, R; RESNICK, R; WALKER, J. <b>Fundamentos de Física: Gravit ação, Ondas e Termodinâmica</b> . 6ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2002 (vol.2).			
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>			
SEARS, M. W. Z; YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. <b>Física II: Termodinâmica e Ondas</b> . 10ª edição. Editora Addison-Wesley Publil, 2003 (vol.2).			
DISCIPLINA	CH Total	CH Teórica	CH Prática
Física III	60	60	
<b>EMENTA</b>			
TEORIA: Eletrostática. Eletrização. Lei de Coulomb; Campo e potencial eletrostático. Lei de Gauss e aplicações; Campos eletrostáticos em meios dielétricos. Polarização e deslocamento elétrico; Energia eletrostática. Energia potencial e densidade de energia. Capacitores; Corrente elétrica. Densidade de corrente. Equação da continuidade. Lei de Ohm. Leis de Kirchhoff; Campos magnéticos de correntes estacionárias. Indução magnética. Leis de Biot-Savart e Ampère. Fluxo magnético; Indução eletromagnética. Auto-indutância.			
PRÁTICA: Simulação Computacional utilizando planilha eletrônica e os ambientes de aprendizagem Easy Java Simulations e SunQuest, construção de experimentos com materiais de baixo custo.			
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>			
NUSSENSVEIG, H. Moysés. <b>Curso de Física Básica: Eletromagnetismo</b> . 1ª edição. São Paulo. Editora Blücher, 1997 (vol.3).			
TIPLER, Paul A. <b>Eletrodinâmica e Magnetismo</b> . 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2000 (vol.2).			
HALLIDAY, R; RESNICK, R; WALKER, J. <b>Fundamentos de Física: Eletromagnetismo</b> . 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 1996 (vol.3).			
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>			
SEARS, M. W. Z; YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. <b>Física III: Eletromagnetismo</b> . 10ª edição. Editora Addison-Wesley Publil, 2003 (vol.3).			
Bases de dados: <a href="http://www.sbfisica.org.br/fne/">http://www.sbfisica.org.br/fne/</a> <a href="http://www.feiradeciencias.com.br">www.feiradeciencias.com.br</a> Sala de Física <a href="http://br.geocities.com/saladefisica">http://br.geocities.com/saladefisica</a> Physics Act <a href="http://physicsact.wordpress.com">http://physicsact.wordpress.com</a> <a href="http://www.fisica.net/">http://www.fisica.net/</a> Revista Alexandria <a href="http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/index.htm">www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/index.htm</a> Revista Cientific American Brasil <a href="http://www2.uol.com.br/sciam">www2.uol.com.br/sciam</a> Walter Fendt <a href="http://www.walter-fendt.de/ph11br">www.walter-fendt.de/ph11br</a>			
DISCIPLINA	CH Total	CH Teórica	CH Prática
Física IV	60	60	
<b>EMENTA</b>			
TEORIA: Indutância. Circuito de corrente alternada. Equações de Maxwell. Ondas eletromagnéticas; Óptica. Reflexão e refração em superfícies planas. Espelhos e lentes. Formação das imagens. Sistemas e instrumentos ópticos; Óptica Física. Interferência em fendas. Coerência. Difração. Difração e interferência combinadas. Redes de difração. Dispersão e poder de resolução. Polarização.			
PRÁTICA: Simulação Computacional utilizando planilha eletrônica e os ambientes de aprendizagem Easy Java Simulations e SunQuest, construção de experimentos com materiais de baixo custo.			
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>			
NUSSENSVEIG, H. Moysés. <b>Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade e Física Quântica</b> . 1ª edição. São Paulo. Editora Blücher, 1997 (vol.4).			
TIPLER, Paul A. <b>Física Moderna: Mecânica Quântica, Relatividade e a Estrutura da Matéria</b> . 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2000 (vol.3).			
HALLIDAY, R; RESNICK, R; WALKER, J. <b>Óptica e Física Moderna</b> . 6ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2003 (vol.4).			
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>			
SEARS, M. W. Z; YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. <b>Física IV: Óptica e Física Moderna</b> . 10ª edição. Editora Addison-Wesley Publil, 2003 (vol.4).			

Fonte: IFAM (2012)

O PPC que mais explicita o diálogo com o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet ter sido construído por uma instituição que tem tradição com o Ensino Médio e apenas muito recentemente passou a ofertar cursos de formação de professores. O uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet figuram nesse PPC como forma de inserir a prática como componente curricular numa disciplina que tradicionalmente foi teórica nos cursos de formação de professores de Física. Dentre as 400 horas de prática como componente curricular, previstas nas DCN para formação de professores (BRASIL, 2015), o IFAM, apesar de não explicitar qual será a carga horária da parte prática destinada ao uso dos experimentos mediados pelas interfaces da internet, destaca o uso desses recursos como parte

da ementa de cada uma das disciplinas específicas de Física básica.

No processo de fragmentação das respostas concedidas pelos sujeitos da pesquisa, foi possível encontrar unidades de significado que favoreceram o reconhecimento de concepções a partir das quais os experimentos mediados pelas interfaces da internet são identificados como recursos que favorecem a ilustração ou contextualização, conforme afirma P10: “estes ilustram melhor o conteúdo (para sair do abstrato), auxiliam na contextualização e favorecem o aprendizado (já que aprendemos melhor pela experimentação)”. As justificativas para o uso dos experimentos mediados pelas interfaces da internet perpassam a necessidade não só de contextualizar, mas de contextualizar a partir de recursos que o próprio ambiente virtual no qual os estudantes estão explorando suporta. Assim, esses recursos favorecem uma aproximação interessante com o trabalho experimental.

### **c) Experimentos mediados pelas interfaces da internet como produtos de segunda linha**

Outra concepção que emerge das respostas aos questionários é a de que os experimentos mediados pelas interfaces da internet são recursos inferiores aos experimentos convencionais, como afirma P4: “os recursos mediados pela internet são um substituto inferior, embora fundamental, às atividades experimentais presenciais, em minha opinião”. Verifica-se nessa consideração uma contradição. Ao mesmo tempo em que os experimentos mediados pelas interfaces da internet são considerados como recursos fundamentais, são também considerados como recursos inferiores em relação aos experimentos convencionais. Se é fundamental, está nos fundamentos, nos alicerces, na base, não poderia assim ser considerado como inferior a qualquer outro fundamento.

Sob essa questão, P9 considera que, mesmo existindo a opção pelos experimentos mediados pelas interfaces da internet ou pelos experimentos convencionais, “o ideal seria experimentos reais. Hoje, com o uso intensivo da internet, é quase imperativo o uso de experimentos mediados pela internet”. Novamente a mesma contradição se apresenta. Embora considere que esses recursos são imperativos, ou seja, sua presença se impõe sobre qualquer outra coisa, em contraposição P9 considera que o ideal mesmo seriam os experimentos reais. A ideia que fundamenta esse ideal reside na própria trajetória dos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Segundo Quadros e Mortimer (2016, p. 634), os professores que formam professores

no período de formação intelectual e profissional, incorporaram em sua própria prática de sala de aula os elementos que compõe as teorias estudadas por eles e como essas teorias são relativizadas, tematizadas e reconceitualizadas ao se cruzarem com conhecimentos que procedem da experiência individual e coletiva.

Em se tratando da prática experimental, contribuem para alocarem a experimentação mediada pelas interfaces da internet como produtos de segunda linha a própria tradição da Física enquanto uma ciência experimental e a tradição da prática experimental nos cursos de Física, que é presencial e baseada em experimentos físicos.

Outros sujeitos como P11, consideram que, na ausência dos experimentos convencionais, os experimentos mediados pelas interfaces da internet são recursos valiosos. Tanto no caso da falta dos experimentos convencionais, por conta da precariedade do sistema educativo, quanto por conta da ausência ou da impossibilidade de se realizar experimentos complexos pela própria natureza do experimento, a única alternativa possível que se apresenta é o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet.

Para esse professor, tais recursos são “um meio facilitador, visto a ausência de laboratórios de física adequados em algumas localidades” (P11). Ou seja, na ausência dos laboratórios físicos é que deve se apresentar os laboratórios mediados pelas interfaces da internet. No caso de existir os laboratórios físicos, a presença dos laboratórios mediados pelas internet parece ser dispensável. Essa ideia é complementada por P12 quando afirma que “na ausência de um Laboratório de Física os virtuais auxiliam muito na discussão de leis e teorias, além disso, compõem recursos acessíveis, gratuitos e que executam em sistemas simples como androide (celular)”. Dentro dessa perspectiva, se desfrutássemos de um momento histórico em que todas as escolas e universidades estivessem equipadas com os melhores laboratórios convencionais, o uso dos laboratórios mediados pelas interfaces da internet seria desnecessário.

Vivemos uma fase avançada da cibercultura (SILVA, 2012) na qual as TIC apresentam alto grau de penetração social. A própria cultura é redefinida em função da presença desses recursos tecnológicos que alteram as formas como os sujeitos interagem, se relacionam e aprendem. Dadas as potencialidades pedagógicas dos experimentos mediados pelas interfaces da internet, bem como das demandas próprias do atual momento histórico, verifica-se que o uso dos laboratórios mediados pelas interfaces da internet não se faz necessário apenas quando os laboratórios físicos se fazem ausentes. Tratam-se de recursos imperativos (P9) e fundamentais (P4) para atender às necessidades educacionais emergentes no cenário contemporâneo.

#### **d) Os experimentos mediados pelas interfaces da internet como complementos dos experimentos convencionais**

Outra concepção que emerge da análise dos dados fornecidos pelos professores por meio dos questionários é a de que os experimentos mediados pelas interfaces da internet ampliam o conceito de experimentação, passando a complementar os experimentos convencionais. Assim, P13, chama atenção para a possibilidade desse tipo de experimento suplantar as lacunas infra-estruturais encontradas nos polos da UAB: “a tecnologia está presente em nossa vida e considero que devemos fazer uso delas em sala de aula. Além disso, ela permite suprir as carências que encontramos nos polos presenciais” (P13).

Segundo essa concepção, a experimentação virtual serve para complementar as lacunas que possivelmente a experimentação convencional possa apresentar. Ou seja, ela poderia servir para simular ou dar acesso a experimentos que seriam impossíveis de serem realizados no contexto físico presencial, ou poderia servir como uma etapa de treinamento que antecede a experimentação de fato. P12 ao defender essa concepção, aponta inclusive uma metodologia para o trabalho com experimentos mediados pelas interfaces da internet: “o objetivo seria complementar os experimentos presenciais [...]. Além disso, o ideal seria que fossem realizados virtualmente e posteriormente confirmados experimentalmente” (P12).

Dentro da proposta apresentada por P12, os experimentos convencionais serviriam para garantir que os dados apresentados no experimento virtual estão corretos, ou dito de outro modo, para que os alunos treinassem com o experimento virtual e posteriormente realizassem o experimento físico que validaria e tornaria verdadeiramente experimental aquilo que foi vivenciado no contexto virtual. Nesse sentido, embora apresente uma perspectiva de complementaridade, a primazia é da experimentação convencional, presencial e física, em detrimento da experimentação mediada pelas interfaces da internet.

#### **e) (Des)Motivação para o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet**

Outra questão que permeia o ideário desses professores é a relação entre a motivação dos estudantes e o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet. Essa não é uma questão simples. De um lado existem sujeitos que entendem esses recursos como potencialmente motivadores. Nessa linha de argumentação, P10 defende que

Em física é bem complicado ilustrar situações com frases do tipo "imagine que...". Determinados conteúdos, como lançamento de projéteis, são fortemente rejeitados pelo aluno pela dificuldade de abstração. Com a experimentação virtual, podemos contornar este problema, além de poder alterar parâmetros afim de gerar diversas situações para que possamos estudá-las do ponto de vista físico.

Por outro lado, segundo P19, “somente um percentual pequeno dos alunos mostram interesse nos experimentos virtuais”. Nesse sentido, coexistem a ideia de que os experimentos mediados pelas interfaces da internet são recursos que despertam a motivação dos estudantes e a ideia de que os estudantes não estão motivados para o uso desses recursos. Tratam-se de ideias antagônicas, mas que estão presentes no ideário pedagógico dos professores que fazem os cursos de formação de professores de Física da UAB.

Apesar de não ser um termo em que se haja consenso quanto à sua definição, em termos gerais, segundo Tardin et al. (2006, p. 41),

motivação é tudo aquilo que impulsiona a pessoa a agir de determinada forma ou, pelo menos, que dá origem a uma propensão a um comportamento específico, podendo este impulso à ação ser provocado por um estímulo externo (provido do ambiente) ou também ser gerado internamente nos processos mentais do indivíduo.

Nesse sentido, não é o experimento virtual em si mesmo capaz de motivar o sujeitos. De fato, alguns serão provocados por esse estímulo externo e poderão se motivar. Processos subjetivos, conscientes e inconscientes contribuem para que o sujeito esteja motivado ou não. Enquanto aquilo que impulsiona o comportamento está no nível do inconsciente do sujeito, a resposta dessa pulsão está no nível da consciência (JORGE, 2005). Dessa forma, os experimentos mediados pelas interfaces da internet podem ser motivadores ou desmotivadores, dependendo dos sentidos e significados que os sujeitos atribuem a esses recursos.

#### **f) Dificuldades na realização de experimentos mediados pelas interfaces da internet**

As ideias sobre possíveis usos dos experimentos mediados pelas interfaces da internet relacionam com a percepção que esses professores têm dos elementos limitadores de tais práticas experimentais. A esse respeito, P2 considera que são elementos limitadores “a ausência de infraestrutura”, e a falta de “estímulo para essas práticas” (P2). A falta de estímulos citada por P2, em diálogo com Esteve (1999) chamou de “mal-estar docente”. O cenário precário em que se encontra a Educação Pública brasileira e a profunda desvalorização da profissão docente contribuem tornar esse quadro ainda mais crítico. (MACHADO, 2015; ARAUJO e VIANNA, 2008).

Especificamente em se tratando de práticas experimentais baseadas em “realidade virtual e aumentada” a limitação é ainda maior pois exigem “equipamentos, aos quais não temos acesso” (P4). Falta apoio real de políticas públicas que dêem sustentação às práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet (MARANDINO et. al., 2009). Os esforços em trabalhar com tais recursos e desenvolver estratégias neles baseadas fica à cargo dos próprios professores. Como exemplo disso é possível citar o caso descrito por P9: “faço parte de um grupo de professores que tem desenvolvido alguns experimentos virtuais de física, desta forma já desenvolvemos alguns programas”; o caso descrito por P13: “aqui na YYYYYY estamos desenvolvendo um Laboratório de Experimentação Remota para ser utilizado pelos estudantes dos cursos de Licenciaturas da YYYYYY (Presencial e a Distância)” (P13); ou o caso descrito por P5:

Na realidade, neste momento tenho um aluno de mestrado desenvolvendo um projeto para a prática presencial e remota de experimentos de eletricidade. Nesse projeto o estudante poderá fazer a prática em laboratório ou à distância, desde que a prática já esteja montada em laboratório, pois vários sensores poderão enviar as informações de corrente e tensão, por exemplo. A prática deve poder ser realizada virtualmente antes de se ir ao laboratório.

Apesar das pesquisas apontarem as significativas potencialidades dos experimentos mediados pelas interfaces da internet é possível verificar que a experimentação baseada nesses recursos ainda não ocupa um espaço privilegiado no interior dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB e um dos principais fatores limitadores é a própria estrutura a partir da qual se ergue esse sistema (VIANNEY, 2008).

As práticas experimentais devem ser, por definição do Decreto n. 5622/2005, obrigatoriamente presenciais. Aquelas que forem realizadas a distância são consideradas como um “plus”, um algo a mais, mas não como um elemento vertebrador ou um pilar no currículo dos cursos de formação de professores de Física. Essa afirmação encontra eco no que afirma P6: “Acredito que a única razão de não ter usado há época foi o fato de achar que para os experimentos que foram realizados em sala não era necessário o uso de alguma explanação adicional mediados por interfaces da internet, por exemplo”. O entendimento é (ou era) de que, necessários mesmo são os experimentos convencionais, os experimentos mediados pelas interfaces da internet funcionariam como acessórios.

Identificamos ainda que existem professores que conduzem disciplinas experimentais que não reconhecem práticas com experimentos mediados pelas interfaces da internet como experimentação. Tal concepção pode ser identificada quando P8 afirma que: “a disciplina que ministro tem por objetivo refletir sobre o uso de experimentos reais na educação básica e



propiciar ao licenciando a oportunidade de preparar e ministrar uma aula experimental em uma escola da educação básica. Por essa razão não fazemos uso dos recursos mencionados”. Essa concepção se manifesta em função do desconhecimento desses recursos e conseqüentemente de suas potencialidades, como afirma P11: “o impedimento se deu basicamente em função da falta de conhecimento e falta de tempo disponível para aprendizado”.

Verifica-se que se faz necessária uma formação específica para os professores que atuam nos cursos superiores à distância da área de Ciências, e de modo específico da área de Física, como sugere P18:

Acredito que seria bom termos uma formação específica para atuar no curso de Licenciatura em Física a distância. A coordenação do curso tentou promover alguns momentos de formação, mas foram poucos e não foi apresentada essa questão da experimentação com simulações. Também não conheço bem a questão da realidade virtual e da realidade aumentada. A respeito dos experimentos remotos a gente recebeu um email informando que um professor da ZZZZ estava socializando um laboratório remoto para nós utilizarmos, mas não houve nenhuma formação com relação a isso. Sei que as demandas são muitas e nesses tempos de crise, tudo fica pior. No entanto, acredito que esses recursos poderiam ajudar e muito na qualidade das disciplinas. (P18)

Nesse sentido, a presença dos experimentos mediados pelas interfaces da internet no cenário contemporâneo coloca um desafio aos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

Alguns professores conhecem a experimentação remota pois a mencionaram por diversas vezes ao longo de suas respostas às questões abertas. No entanto, afirmam que mesmo conhecendo esses recursos, não conseguem utilizá-lo em suas disciplinas nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. P4 afirma que “há grande limitação na disponibilidade de softwares adequados para experimentação remota” e isso se constitui num fator restritivo do uso desses recursos em suas práticas pedagógicas. Já P13 afirma que conhece “uma fonte de experimentação remota para ensino de física, mas não a utilizei pela recente descoberta e conseqüentemente falta de oportunidade”.

Assim, contribui para dificultar o exercício dessas práticas o cenário precário no qual se situa a Educação Pública brasileira o qual implica na ausência de uma infra-estrutura adequada, políticas de financiamento para a implantação e manutenção de laboratórios mediados pelas interfaces da internet; bem como de formação continuada para os professores universitários.

### **g) Substituição dos laboratórios reais pelo laboratório mediado pelas interfaces da internet**

Ao serem questionados sobre a possibilidade de se pensar em substituir os laboratórios convencionais por laboratórios mediados por interfaces da internet, pudemos observar pelo menos três concepções: aqueles que são contrários à substituição dos primeiros pelos segundos, aqueles que defendem que um pode complementar o outro, e aqueles que concordam que essa substituição é possível para fins didáticos.

A ressalva à substituição dos experimentos convencionais é uma grande preocupação de um grupo de professores ao defender a ideia de que os experimentos mediados pelas interfaces da internet devem ser entendidos como complementos dos experimentos convencionais e isso pode ser percebido na resposta de P13: “acho que a substituição não é o caminho. Eles devem ser complementares. Não se pode privar os alunos do contato direto com a experimentação, o manejo e a coleta de dados nas atividades experimentais”.

Para P1, “o aluno precisa vivenciar, *in loco*, a experiência. Somente assim ele irá florescer sua alma de cientista” (P1). Na concepção de P1, a formação de professores de Física precisa despertar essa “alma de cientista” nos seus egressos e o caminho para tal é a experimentação convencional. Dentro dessa perspectiva, a experimentação mediada pelas interfaces da internet não apresenta essas potencialidades. Verifica-se que a visão de ciência apresentada por esse professor está em consonância com o modelo empirista (SILVA et al., 2012) desconsiderando que a Física teórica também é uma das formas de expressão da ciência contemporânea, como bem demonstrou Albert Einstein em 1905 (MOREIRA, 2005).

Para P5, “jamais se deve substituir o laboratório real, físico. Estas outras práticas pedagógicas devem ser de apoio aos laboratórios” (P5). O manuseio físico dos equipamentos de laboratório, a instrumentação é uma habilidade evocada por esses sujeitos na justificação dos laboratórios convencionais. Tal defesa encontra eco nas falas de P6 e P16 quando afirmam que:

Acredito que seria uma perda muito grande se isto ocorresse, pois, acredito que nada substitui o fato da experimentação em laboratório presencial. Pois o manusear os equipamentos e a superação de dificuldades na execução dos experimentos, jamais podem ser vivenciadas num laboratório virtual (P6).

acho que seria um dano enorme. A vivência no laboratório de física é fundamental para os estudantes e isso depende do contato direto com os equipamentos, com as dificuldades que cada um apresenta, com os cuidados que devem ser tomados em cada caso e o talento e atenção que são necessários para se obter um bom resultado (P16).

Novamente, uma visão empirista da ciência polariza o debate acerca das possibilidades

didáticas do trabalho com experimentos mediados por interfaces da internet. Nessa segunda perspectiva é possível apontar aqueles que defendem a coexistência de ambos negando a possibilidade de substituição. É o caso de P2 que defende que “seria uma otimização de investimentos muito positiva. Contudo, deve haver um laboratório bem equipado para que o aluno tenha obrigatoriamente que desenvolver experimentos ao menos uma vez durante o curso”. P4 complementa essa argumentação apontando que assim,

os laboratórios nos polos podem ser ricamente melhorados com tais recursos. Entretanto, há premente necessidade de equipamentos reais, pelo menos para parte das experiências, já que experimentos devem ser manuseados em vários níveis para que alguns equipamentos e fenômenos sejam compreendidos pelos alunos (P4).

Essa ideia de complementação é defendida também por P8:

Os "laboratórios virtuais" são um excelente recurso pedagógico, mas não são laboratórios de fato, pois os resultados obtidos resultam de um programa de computador. Rigorosamente falando, nos "laboratórios virtuais" os alunos fazem física teórica e não física experimental. Os laboratórios remotos, por sua vez, são de fato laboratórios porque os resultados obtidos resultam de um experimento de física. Na YYYYY temos um projeto bastante adiantado de implementação de um laboratório remoto que em breve estará disponível aos alunos. Discordo da ideia de substituir os laboratórios dos polos por laboratórios "virtuais" ou remotos, pois é necessário que os licenciandos façam muitos experimentos reais se quiserem ser professores de física. Os laboratórios "virtuais" e remotos podem (e devem) ser amplamente utilizados como complemento dos laboratórios dos polos (P8).

Por fim, é possível encontrar professores já sensíveis a ideia de substituir as práticas desenvolvidas em laboratórios convencionais por laboratórios mediados pelas interfaces da internet. As justificativas para essa possível substituição partem da precarização em que se encontra o ensino público brasileiro. Segundo P9, “acredito que nada substitui o experimento real. Na impossibilidade, ou na falta de recursos materiais, os experimentos virtuais e/ou remotos podem ser uma alternativa válida” (P9). Nesse sentido, a possibilidade de utilizar apenas experimentos mediados pelas interfaces da internet não se apresenta em função de suas potencialidades didáticas, mas pela ausência completa dos experimentos convencionais. Tal ideia é endossada nas falas de P11 e P15:

Parece ser uma alternativa factível junto retrato atual da educação brasileira: pouco investimento em educação, pouca valorização dos profissionais da educação. Entretanto, apesar de concordar com a implementação, devo admitir que a utilização de laboratórios presenciais por parte dos alunos me parece muito mais proveitoso educacionalmente, desde que sejam utilizados experimentos adequados e que estas práticas também sejam acompanhadas por profissionais adequados (P11).

Teria uma grande economia para as instituições, que tornaria muito favorável. Mas que esses de laboratórios virtuais seja de acesso a todos os professores da rede pública para melhor suas práticas de ensino, não restrito aos professores das universidades (P15).

Não se trata de uma opção metodológica, mas sim do uso que se dá por conta da falta de opções. P10 complementa essa ideia afirmando o seguinte:

Infelizmente, a maioria dos nossos alunos do curso à distância, apresentam grandes dificuldades em lidar [sic] com as tecnologias digitais. Estes ainda apresentam um pensamento um tanto arcaico e fazem questão das aulas presenciais e do uso de experimentos... eles querem tocar, sentir o equipamento. **Creio que didaticamente esta substituição seria viável e não traria prejuízos à aprendizagem**, porém ela choca com a cultura dos alunos do curso, tornando-a assim inviável (P10, grifo nosso).

P10 entende que a substituição é possível e não traria prejuízos didáticos, no entanto entende que o efetivo problema da substituição seria o “choque cultural” que poderia inviabilizar a exploração desses recursos. O foco da fala de P10 se concentra em torno dos alunos, mas poderia ser estendido também aos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Mesmo aqueles que defendem essa possível substituição reconhecem que as habilidades desenvolvidas nesses dois tipos de laboratórios são distintas. Conforme P17, “acredito que a substituição possa ser realizada, porém não defendo que terá os mesmos efeitos que o laboratório presencial disponível para o aluno nos polos de apoio. Diversas habilidades e possibilidades são desenvolvidas quando o contato é direto e não virtual” (P17).

Ao verificar as respostas dos sujeitos da pesquisa, foi possível ainda encontrar um professor que se posicionou firmemente contra a ideia de utilizar experimentos mediados pelas interfaces da internet no interior dos cursos de formação de professores de Física. Esse posicionamento foi encontrado em diversos momentos das respostas de P16, quando afirmou: “não acho que devemos utilizar experimentos virtuais e sim experimentos no laboratório mesmo. Fazemos assim no curso de Física a distancia da XXXX” (P16). Ao ser questionado sobre o que achava do uso desse tipo de experimento nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, P16 afirmou que: “acho ruim porque distancia o aluno da prática experimental”. Para esse professor a alternativa para as deficiências na formação experimental dos professores de Física é que “devemos ter mais experimentos nos laboratórios reais dos polos (P16)” e não avançar no uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet.

O posicionamento de P16 indica o quão plural são as ideias dos formadores professores de Física que atuam no cenário da UAB. Gravitam nesse cenário ideias mais progressistas e ideias mais conservadoras. De um lado identificamos o ideário de que já estamos num momento da história que permite nos permite tranquilamente o uso de

experimentos mediados pelas interfaces da internet em substituição aos experimentos convencionais. Por outro lado, identificamos sujeitos que vivenciam essas práticas experimentais e que defendem que essas podem complementar a prática experimental convencional. Ainda é possível encontrar sujeitos que se negam a explorar tais recursos e que são veementemente contrários ao uso no contexto da formação de professores de Física.

Nesse sentido, o diálogo entre os achados do levantamento bibliográfico, da análise dos PPC e das respostas aos questionários, apontam na direção de que, apesar da amplitude do que já se produziu em termos de tecnologias e metodologias que favorecem e apoiam a experimentação mediada pelas interfaces da internet, algumas ideias que emanam dos professores que fazem os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB são ainda bastante limitadas quando se trata dessa questão.

As visões mais conservadoras encontram apoio na legislação que consubstancia o ideário de que a experimentação, mesmo nos cursos a distância, deve ser necessariamente presencial. A manutenção desse ideário se sustenta ainda na ausência de políticas efetivas de fomentem o desenvolvimento e a implementação de laboratórios baseados em experimentos mediados pelas interfaces da internet. Além disso, a análise dos questionários sugere que a formação dos professores universitários que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB é carente de debates que explicitem o que são os experimentos mediados pelas interfaces da internet, bem como seus reais limites e potencialidades pedagógicas.

Nesse sentido, retomaremos ao problema da pesquisa apontando possíveis respostas a ele, bem como sugestões para estudos futuros nas considerações finais.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa investigou a seguinte questão: “Como os experimentos mediados pelas interfaces da internet nos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, podem contribuir para garantir que esses possam assumir a identidade de cursos genuinamente a distância?”.

Empreendemos o percurso metodológico em três movimentos: levantamento bibliográfico; análise dos PPC de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB; e pesquisa survey junto aos professores universitários que atuam nesses cursos. Ao longo desses movimentos de pesquisa, verificamos que, apesar dos experimentos mediados pelas interfaces da internet favorecerem ricas possibilidades didáticas para os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB e com isso fortalecer suas identidades de cursos a distância, múltiplos fatores concorrem para que essa seja considerada uma prática de segunda ordem. Essa constatação se ratificou a partir dos resultados encontrados em cada um dos movimentos dessa pesquisa.

No levantamento bibliográfico verificamos que pesquisadores da área da Educação e do Ensino de Física vêm se dedicando em ampliar as possibilidades do trabalho experimental utilizando as interfaces da internet. A exploração dessa abordagem experimental no interior desses cursos possibilita avançar no sentido da oferta de cursos de formação de professores de Física totalmente a distância. Constatamos que o cenário contemporâneo já oferecia condições subjetivas que proporcionassem a exploração de significativas práticas experimentais na modalidade a distância. Assim, buscamos verificar em que medida os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB têm se apropriado dos conhecimentos produzidos no campo da experimentação mediada pelas interfaces da internet. Num primeiro momento, enfocamos a análise dos PPC dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB e num segundo momento consultamos os professores que atuam nesses cursos acerca de como exploravam esse tipo de experimentação.

A análise dos PPC permitiu identificar que a experimentação mediada pelas interfaces da internet se constitui numa diretriz curricular desses cursos e se expressa nesses documentos a partir dos enunciados contidos na definição do perfil do egresso, nos objetivos, nas competências, habilidades e ementas das disciplinas. Ao verificar as ementas das disciplinas em que a experimentação mediada pelas interfaces da internet fora mencionada constatou-se que essa tinha sido apropriada por esses PPC a partir de duas perspectivas distintas. Ora era entendida como um conteúdo das disciplinas de didática especial, ora era entendida como

uma metodologia de ensino das disciplinas de Física (teórica ou experimental) ou de Matemática.

Além desses, foi possível verificar que esse tipo de experimentação também é previsto em outros momentos dos PPC como por exemplo ao discutir sobre a infra-estrutura dos cursos e os tipos de laboratórios que podem ser utilizados pelos alunos e professores. Constatou-se que o entendimento de que a experimentação mediada pelas interfaces da internet devem se contituir numa diretriz curricular dos cursos de formação de professores de Física encontra respaldo nas próprias DCN para formação de Físicos. Por outro lado, apesar dessa constatação, verificou-se que a legislação que regulamenta a EaD no Brasil ainda limita muito as potencialidades pedagógicas dessa modalidade de ensino e a condiciona a um modelo único, semipresencial, contribuindo assim para que a experimentação mediada pelas interfaces da internet seja entendida como um “algo a mais” que pode ser oferecido e não como uma necessidade pedagógica.

A experimentação mediada pelas interfaces da internet pode ser explorada basicamente a partir de experimentos virtuais, baseados em fotografias, videogravações ou de experimentos remotos. No caso dos experimentos virtuais, constatamos que está disponível na internet grande número de repositórios online os quais disponibilizam esses recursos que favorecem aos sujeitos construir as mais variadas estratégias de experimentação. Essa lógica de composição é favorecida pelo fato dos experimentos virtuais serem concebidos como objetos de aprendizagem que se caracterizam por serem unidades digitais, reutilizáveis, granulares.

A partir dessa perspectiva, mesmo os professores que não têm conhecimentos acerca de programação podem criar seus laboratórios virtuais a partir da combinação de diferentes objetos de aprendizagem. Tais laboratórios podem ser utilizados para demonstração, comprovação/verificação, investigação ou problematização de fenômenos físicos. O uso desses laboratórios vem sendo explorado de forma combinada com diferentes abordagens didáticas tais como os três momentos pedagógicos; o método POE; a metodologia Hands-on ou Hands-on-Tec; ou os ciclos de modelagem.

Constatamos que a diferença básica entre os experimentos virtuais e os experimentos remotos é que no caso dos primeiros, tratam-se da representação gráfica de um modelo matemático/computacional e no caso dos segundos, um experimento físico que pode ser executado a distância. Os experimentos virtuais comumente são explorados a partir de variados conceitos tais como: animação, simulação, applet, jogos digitais, software, realidade virtual e realidade aumentada. A composição de laboratórios baseados nesses recursos pode

ser identificada como laboratórios virtuais multimídia, laboratórios de realidade virtual ou laboratórios de realidade aumentada.

Compõem ainda os laboratórios virtuais multimídia aqueles que se baseiam em videogravações ou fotografias. Esses, apesar de não serem desenvolvidos a partir de recursos de modelagem matemática/computacional, utilizam recursos multimídia e por isso recebem essa denominação. Verificamos que, tanto os laboratórios baseados em experimentos virtuais, quanto os baseados em fotografias, videogravações ou experimentos remotos podem ser executados a partir de computadores do tipo desktop ou mesmo a partir de dispositivos móveis como laptop, tablet ou smartphone.

A revisão de literatura, o levantamento bibliográfico e a análise dos PPC indicaram que o cenário contemporâneo oferece os recursos, bem como já apresenta resultados de pesquisa, que favorecem um uso mais intenso e mais significativo dos experimentos mediados pelas interfaces da internet no interior dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Com base nisso, foi realizada a consulta aos professores que atuam nesses cursos.

Para isso foi utilizado um questionário online que foi inicialmente encaminhado aos coordenadores e posteriormente aos professores. Com o retorno desse questionário, constatou-se que os recursos mais utilizados na experimentação mediada pelas interfaces da internet são a simulação e os softwares e os menos utilizados são a realidade aumentada e os jogos digitais. Verificou-se ainda que as práticas mais comuns de experimentação mediada pelas interfaces da internet são a demonstração e a experimentação investigativa.

No campo das ideias, constatou-se que os professores entendem a experimentação mediada pelas interfaces da internet como uma nova linguagem para o ensino de Física e que esses recursos podem ser utilizados como veículos de contextualização e/ou motivação. Quanto ao lugar que os experimentos mediados pelas interfaces da internet devem ocupar nos currículos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, foi possível identificar três concepções.

A primeira afirma que os experimentos mediados pelas interfaces da internet devem ser utilizados como complementos dos experimentos convencionais. A segunda concepção entende que já é possível substituir os laboratórios reais pelo laboratório mediado pelas interfaces da internet, mas somente quando não for possível utilizar os experimentos reais. Verificamos ainda alguns posicionamentos radicalmente contrários ao uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet nos cursos de formação de professores de Física



ofertados por meio da UAB. Nesse sentido, entendemos que é fundamental que os professores que conduzem esses cursos se apropriem das potencialidades desses recursos.

A atual conjuntura político-econômica do Brasil indica que a política da UAB tende a ser contraída e nesse processo de “enxugamento” um dos primeiros fluidos a escoar é o curso de Licenciatura em Física, tendo em vista as vagas ociosas e o baixo número de egressos que o caracteriza. Por outro lado, os mais de dez anos de experiência com a UAB favoreceram aos professores universitários que se envolveram nos cursos de formação de professores de Física a distância, uma intensa e significativa exploração de práticas mediadas pelas interfaces da internet, dentre essas, a experimentação.

Verifica-se, em face das práticas mediadas pelas interfaces da internet apresentadas, que a carência não está na ausência de recursos digitais para a realização desse tipo de abordagem experimental nas escolas e nas universidades. É possível afirmar que as dificuldades encontradas para a realização de experimentos em sala de aula no contexto da educação básica se assemelham em muito às dificuldades de uso dos laboratórios de informática: falta de tempo, dificuldades de infraestrutura, formação para uso de tais recursos ou abordagens, etc. Dentre essas dificuldades, a formação inicial e continuada dos professores ainda é um dos problemas mais aberrantes do cenário educativo brasileiro.

Dadas as características indentitárias dos cursos de formação de professores de Física da UAB, é possível considerar esse como o lugar privilegiado para uma autêntica formação dos professores de Física capazes de realizar as melhores práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet. Muito há que se avançar no campo das ideias e no campo das ações para que de fato essas práticas possam ser reconhecidas e legitimadas socialmente. Mesmo com um largo volume de pesquisas apontando esse indicativo, muito há que se avançar no combate ao preconceito acadêmico e na superação da visão empirista acerca da ciência, que ainda premonina entre os os formadores de professores de Física. Do mesmo modo, muito há que se avançar no sentido de que a EaD seja entendida como uma modalidade educacional tão boa ou tão má quanto a modalidade presencial.

Verificamos ainda que, no cenário dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, um mesmo professor comumente tem ocupado mais de uma disciplina nas áreas de Física Experimental, Física Teórica, Metodologia de Ensino de Física, ou de Estágios e Práticas de Ensino. Uma vez que essas são as áreas em que os experimentos mediados pelas interfaces da internet são mais explorados, tal sobreposição indica que o número de professores que exploram essas práticas experimentais é bastante reduzido nesses cursos. Além disso, esses poucos professores reconhecem que os experimentos mediados

pelas interfaces da internet apresentam significativas potencialidades pedagógicas, mas mesmo assim não conseguem virlumbrar o amplo leque de recursos disponíveis e as múltiplas possibilidades de uso que apresentam.

Com relação às práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet, a maioria se concentra em torno de atividades demonstrativas. Apesar disso, não é tão pequeno o número de professores que vêm explorando esses recursos em práticas experimentais investigativas no interior desses cursos. A experimentação mediada pelas interfaces da internet se constitui como mais uma linguagem por meio da qual se expressa a Física e seu ensino. No entanto, a compreensão sobre o que são e, conseqüentemente, quais são as potencialidades pedagógicas desse tipo de experimentação ainda não é clara entre o corpo docente dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

A análise dos PPC e as respostas ao questionário indicam que um dos principais pilares nos quais se apoia o currículo dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB deve ser a experimentação mediada pelas interfaces da internet. As justificativas para isso residem nas DCN para formação de físicos, nas potencialidades pedagógicas desses recursos e nas demandas educativas impostas pelo cenário contemporâneo. Pela própria natureza dos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet se constitui como recurso capaz de favorecer a aproximação entre as estruturas cognitivas dos alunos e os novos conceitos explorados.

Constatamos que o mal-estar docente que reflete o cenário precário da educação pública brasileira no qual figuram a ausência de infraestrutura adequada, de estímulo para o desenvolvimento de práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet, de equipamentos que suportem a experimentação em realidade virtual, realidade aumentada ou experimentação remota. Esse quadro é parte componente dos fatores limitadores para que as práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet se consolidem como um dos pilares centrais do currículo dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Falta apoio real de políticas públicas que dêem sustentação a esse tipo de prática. É possível perceber que os esforços em trabalhar com tais recursos e desenvolver estratégias neles baseadas fica à cargo dos próprios professores.

O estudo da legislação que regulamenta a EaD no Brasil nos permite identificar que em nosso país se privilegia o que há de presencial nos cursos a distância e institui um modelo único, semipresencial para os cursos ofertados nessa modalidade. Dentre os componentes curriculares que não podem fugir a essa regra, é possível identificar as práticas experimentais

que devem ser, por definição do Decreto n. 5622/2005, obrigatoriamente presenciais.

Aquelas que forem realizadas a distância são consideradas como acessórias, mas não como elementos vertebradores ou pilares no currículo dos cursos de formação de professores de Física. Prevalece ainda a ideia de que necessários mesmo são os experimentos convencionais. Assim, identificamos que ao mesmo tempo em que as DCN para a formação de físicos indica que esse deve ser um dos pilares do currículo, a legislação que trata da EaD indica que tais práticas, para fins curriculares obrigatórios, só podem ser desenvolvidas na modalidade presencial. O estado atual do conhecimento já nos indica que não faz sentido a experimentação no cursos de formação de professores de Física ofertados na modalidade a distância estar condicionada a um único modelo e esse ser presencial.

Existem professores que conduzem disciplinas experimentais e que não reconhecem práticas com experimentos mediados pelas interfaces da internet como experimentação. Ao serem questionados sobre a possibilidade de se pensar em substituir os laboratórios convencionais por laboratórios mediados por interfaces da internet, pudemos observar pelo menos três concepções: aqueles que são contrários à substituição dos primeiros pelos segundos, aqueles que defendem que um pode complementar o outro, e aqueles que concordam que essa substituição é possível apenas para fins didáticos.

Identifica-se assim, entre os sujeitos da pesquisa, professores já sensíveis a ideia de substituir as práticas desenvolvidas em laboratórios convencionais por laboratórios mediados pelas interfaces da internet. Verifica-se porém que as justificativas para essa possível substituição partem da precarização em que se encontra o ensino público brasileiro.

Diante do desconhecimento dos tipos e das potencialidades dos experimentos mediados pelas interfaces da internet, verifica-se que se faz necessária a instituição de uma política nacional de formação continuada para professores universitários da área de Física. Tal cenário se justifica em função da presença dos experimentos mediados pelas interfaces da internet no cenário contemporâneo e dos desafios que colocam aos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Esses professores reconhecem que tais recursos apresentam significativas potencialidades pedagógicas, mas ainda não conseguem vislumbrar o amplo leque de recursos disponíveis e as múltiplas possibilidades de uso que apresentam. Um curso de formação continuada para esses professores, além de necessário, precisa contemplar a discussão sobre essas questões.

A tese aqui defendida reconhece os experimentos mediados pelas interfaces da internet como um dos pilares centrais do currículo nos cursos de licenciatura em Física, ofertados por meio da UAB, estaremos contribuindo para o reconhecimento desses como cursos

genuinamente a distância. Se entendemos que a experimentação convencional é um dos pilares centrais do currículo dos cursos de formação de professores de Física presenciais e também dos cursos a distância, é fundamental reconhecermos que o mesmo princípio deveria se aplicar com os experimentos mediados pelas interfaces da internet. No entanto, uma vez que o lugar natural em que os cursos da UAB se desenvolvem é o AVA, e isso o identifica, é fundamental reconhecer que é nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, que a experimentação mediada pelas interfaces da internet deve encontrar o seu lugar natural.

Como apontamentos para futuros estudos ficam as sugestões de investigar a impressão dos alunos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB acerca dos experimentos mediados pelas interfaces da internet; analisar a relação entre a formação dos professores universitários e a produção dos PPC mais progressistas e mais conservadores no que tange ao uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet; avaliar os limites e as potencialidades das práticas experimentais convencionais e das práticas experimentais mediadas pelas interfaces da internet na formação de professores de Física; verificar como os experimentos baseados em realidade virtual, realidade aumentada ou remotos poderiam ser mais e melhor explorados no cenário do Ensino de Física; e avaliar a recepção desses professores universitários à uma política de formação continuada que os favorecesse a se apropriar desse tipo de conhecimento.

Todas essas são lacunas teóricas que, ao mesmo tempo em que encaminho como um convite à outros pesquisadores, nos mobilizam a instituir e dar continuidade a esse campo de investigação na universidade em que atuo como professor e doravante como pesquisador.

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. 1998. Parte 3. Disponível em: <<http://ep1.com.br/site/wp-content/uploads/2012/01/Nicola-Abbagnano-Dicion%C3%A1rio-de-Filosofia-parte-III.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2016.
- AGUIAR, C. E.; PEREIRA, M. M. O computador como cronômetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/343303.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.
- ALVES, L.; SOUZA, A. C. **Repositórios de objetos de aprendizagem**: possibilidades pedagógicas. 2005. Disponível em: <<http://www.nonio.uminho.pt/challenges/actchal05/tema02/01LynnAlves.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2008.
- AMORIM, H. S. et al. Sensores digitais de temperatura com tecnologia *one-wire*: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 37, n. 4, p. 4310-1-4310-9, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n4/0102-4744-rbef-37-4-4310.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.
- ANDRADE, J. A. et al. Uma análise crítica do laboratório didático de física: a experimentação como uma ferramenta para a cultura científica. In: ENCONTRO NACIONAL E PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.
- ANGOTTI, J. A. Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 143-150, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v28n2/a04v28n2.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2016.
- ARANTES, A. R. et al. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2016.
- ARANTES-PEREIRA, C. et al. Projetos inovadores e a formação de professores: o caso do projeto da Universidade Federal do Paraná-Litoral (UFPR-LITORAL). **Revista Científica e Currículo**, v. 12, n. 1, p. 1057-1081, 2014. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/18833>>. Acesso em: 28 out 2016.
- ARAUJO, I. S. et al. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre. v. 17, n. 1, p. 341-366, mar. 2012. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID295/v17\\_n2\\_a2012.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID295/v17_n2_a2012.pdf)>. Acesso em: 3 out. 2016.
- ARAÚJO, M. S.; ABID, M. L. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, jun. 2003. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25\\_176.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_176.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2015.

ARAÚJO, R. S.; VIANNA, D. M. A carência de professores de Ciências e Matemática na educação básica e a ampliação das vagas no ensino superior. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 807-822, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a03v17n4.pdf>>. Acesso em: 24 fev 2016.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Discussões sobre a remuneração dos professores de Física na educação básica. **Ciência em Tela**, v. 1, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0208araujo.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. A formação de professores de Física no Brasil sob uma perspectiva histórica. In: SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA, 9., 2008, Rosario. **Anais...** Rosario: Asociación de Profesores de Física de la Argentina; Facultad de Ciências Exactas Ingeniería y Agrimensura, 2008. Disponível em: <[http://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/anais/2008\\_deise\\_2.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2008_deise_2.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2016.

ARISTIZÁBAL, D. et al. Uso de las NTIC para apoyar la enseñanza de la física básica para ingenieros: experiencia en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA, 14., 2013, Medellín. **Anais...** Medellín, 2013. Disponível em: <<http://www.virtualeduca.info/ponencias2013/272/nticfisicauniversidadnacionalcolombiamedellin.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

ARROYO, M. G. **Currículo, território em disputa**. Petrópolis: Vozes, 2011.

ÁVILA, B. et al. Implementação de laboratórios virtuais no metaverso OpenSim. **RENOTE**, v. 11, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41712>>. Acesso em: 28 out. 2016.

AZEVEDO, H. L. et al. O uso do experimento no ensino da Física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1067.pdf>>. Acesso em: 24 fev 2016.

AZEVEDO, P. R. et al. LabVad: laboratório remoto para desenvolvimento de atividades didáticas com robótica. In: TISE 2014, NUEVAS IDEAS EM INFORMÁTICA EDUCATIVA; CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19., 2014, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2014. Disponível em: <[http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014\\_submission\\_218.pdf](http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014_submission_218.pdf)>. Acesso em: 6 jan. 2015.

BACHION, M. A.; PESSANHA, M. C. Análise das metodologias de ensino adotadas em sequências didáticas de ciências: uma reflexão sobre a prática docente. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 16., 2012, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2012. Disponível em: <[http://www.infoteca.inf.br/endipe/smarty/templates/arquivos\\_template/upload\\_arquivos/acervo/docs/2830p.pdf](http://www.infoteca.inf.br/endipe/smarty/templates/arquivos_template/upload_arquivos/acervo/docs/2830p.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2016.

BARBOSA, J. I. **O curso de licenciatura em Física na Universidade Federal de Alagoas: surgimento, mudanças e formação na opinião dos egressos.** 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alagoas, 2008. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/329/1/10\\_Dissertacao\\_JoseIsnaldodeLimaBarbosa\\_2008.pdf](http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/329/1/10_Dissertacao_JoseIsnaldodeLimaBarbosa_2008.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. A formação do professor de Física: cenário alagoano. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió. **Anais...** Maceió, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.brocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/359/244>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0579.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

BEHAR, P. A. et al. Avaliação de objetos de aprendizagem para formação de professores de educação infantil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 5., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2008.

BELLONI, M. L. Educação a distância e inovação tecnológica. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 3 n. 1, p. 187-198, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tes/v3n1/10.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2016.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5165601.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

BENTO, M. C.; CAVALCANTE, R. S. Tecnologias móveis em educação: o uso do celular na sala de aula. **Revista ECCOM**, v. 4, n. 7, p. 113-120, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://fatea.br/seer/index.php/eccom/article/viewFile/596/426>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

BEVILAQUA, D. V. et al. Elusões virtuais: sobre o uso de objetos de aprendizagem para a exploração de ilusões de ótica em um museu. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2010. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xii/sys/resumos/T0140-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

BEZERRA JUNIOR, A. G. et al. Utilização de TIC para o estudo do movimento parabólico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Videoanálise com o software livre tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 469-490, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p469/22931>>. Acesso em: 8 jun. 2015.

BLAS, M. J.; LOYARTE, A. S. Laboratorio virtual y remoto: uso de la tecnología de la información como ayuda en la educación. XIV In: WORKSHOP DE INVESTIGADORES EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, 14., 2012. Posadas. **Anais...** Posadas, 2012. Disponível em: <[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19416/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19416/Documento_completo.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 19 jan. 2016.

BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: formar mais! formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v28n2/a03v28n2.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. **Laboratórios baseados na internet**: desenvolvimento de um laboratório virtual de química na plataforma Moodle. Dissertação (Mestrado em Educação Multimídia) - Universidade do Porto, 2007. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/joaojunior/docs/tesecompleta.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

BRAGA, J. C. (Org.). **Objetos de aprendizagem**: introdução e fundamentos. Santo André: Editora da UFABC, 2014. v. 1. Disponível em: <[http://nte.ufabc.edu.br/cursos-internos/ntme/wp-content/uploads/2015/09/FundamentosEaD\\_Unidade6.pdf](http://nte.ufabc.edu.br/cursos-internos/ntme/wp-content/uploads/2015/09/FundamentosEaD_Unidade6.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2016.

BRASIL. Decreto n. 5.622, de 19 de dezembro de 2005. Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 20 dez. 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato\\_2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato_2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm)>. Acesso em: 5 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 5.800, de 8 de junho de 2006. Dispõe sobre o Sistema Universidade Aberta do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 9 jun. 2006b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5800.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5800.htm)>. Acesso em: 25 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 6.775, de 22 de janeiro de 2009. Institui a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica, disciplina a atuação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes no fomento a programas de formação inicial e continuada, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 jan. 2009. Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/92458/decreto-6755-09>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Lei n. 10.172 de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES n. 1.304 de 6 de novembro de 2001**. Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 dez. 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2016.



BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa n. 2, de 10 de janeiro de 2007 Dispõe sobre os procedimentos de regulação e avaliação da educação superior na modalidade a distância. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de fev. 2007. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/portaria\\_2.pdf](http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/portaria_2.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Resolução CNE/CP n. 2 de 1º de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 de jun. 2015. Disponível em: <[http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/res\\_cne\\_cp\\_02\\_03072\\_015.pdf](http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/res_cne_cp_02_03072_015.pdf)>. Acesso em: 10 jun 2016.

BRETAS, S. A. Pesquisa em fontes documentais da educação escolar: a necessária trajetória entre o conhecimento e o pensamento na formação do pesquisador. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 1, n. 1, p. 2-18, jan./abr. 2006. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/50/625>>. Acesso em: 27 set. 2016.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

BUENO, R. de S.; KOVALICZN, R. A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. Curitiba: SEED-PR/PDE, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

BULEGON, A. M.; TAROUCO, L. M. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 3, p. 743-763, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n3/1516-7313-ciedu-21-03-0743.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2016.

CALVO, I. et al. Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. **Ikastorratza e-Revista de didáctica**, n. 3, 2008. Disponível em: <[http://www.ehu.es/ikastorratza/3\\_alea/laboratorios.pdf](http://www.ehu.es/ikastorratza/3_alea/laboratorios.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2016.

CAMPOS, F. C. et al. O desenvolvimento e análise de um jogo virtual para o ensino de Física através de conceitos de astronomia: contribuições da teoria da aprendizagem significativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 11., 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/127793.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

CANTO FILHO, A. B. et al. Objetos de aprendizagem indutiva: um estudo de caso. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE OBJETOS Y TECNOLOGÍAS DE APRENDIZAJE, 8., 2013, Valdivia. **Anais...** Valdivia, 2013. p. 71-82. Disponível em: <<http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/viewFile/79/73>>. Acesso em: 3 out. 2016.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 11, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://nutec.ufu.br/experimentos/artigos/RBPEC11-3-2011.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

CARDOSO, L. de R.; PARAÍSO, M. A. Álbum fotográfico: um mapa de cenários discursivos na produção acadêmica brasileira sobre aulas experimentais de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 83-115, p. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n1/a06v20n1.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Dispositivo da experimentação e produção do sujeito homo experimentalis em um currículo de ciências. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.31, n. 3, p. 299-320, jul./set. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edur/v31n3/1982-6621-edur-31-03-00299.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

CARDOSO, S. O.; DICKMAN, A. G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2 (Especial), p. 891-934, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012.v29nesp2p891/23069>>. Acesso em: 6 jan. 2015.

CARVALHO, P. S. et al. **Ensino experimental das ciências**: um guia para professores do ensino secundário de Física e Química. 2. ed. Porto: Universidade do Porto, 2013.

CASTRO, T. S. Quando as teclas falam, as palavras calam: utilização de telemóvel e messenger por crianças do 5º e 6º de escolaridade em Braga. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-21, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/5639/5575>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

CATELLI, F. et al. Um estudo de cinemática com câmara digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n1/a15v32n1.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

CAVALCANTE, M. A. et al. Potencialidades do arduino na aprendizagem por projetos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013. São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0270-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Utilizando o jogo genius no auxílio do ensino-aprendizagem de eletricidade básica: a plataforma Arduino como intermediadora. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTOS DIGITAL - SBGames, 13., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/short/Cult\\_Short\\_Utilizando%20o%20Jogo%20Genius.pdf](http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/short/Cult_Short_Utilizando%20o%20Jogo%20Genius.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2016.

CAVALCANTE, R. B. et al. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade**, João Pessoa, v. 24, n. 1, p. 13-18, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/10000>>. Acesso em: 27 set. 2016.

CHASSOT, Á. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

CORRÊA, S. C.; SANTOS, L. M. Preconceito e educação a distância: atitudes de estudantes universitários sobre os cursos de graduação na modalidade a distância. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 273-297, jul./dez. 2009. Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/2026/2605>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

COSTA, C. J.; DURAN, M. R. A política nacional de formação de professores entre 2005 e 2010: a nova Capes e o Sistema Universidade Aberta do Brasil. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 9, n. 16, p. 263-313, abr. 2012. Disponível em: <<http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/289>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

COSTA, M. L. História e políticas públicas para o ensino superior a distância no Brasil: o programa universidade aberta do brasil em questão. **Revista HISTEDBR On-line**. Campinas, n. 45, p. 281-295, mar. 2012. Disponível em: <[http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/45/art18\\_45.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/45/art18_45.pdf)>. Acesso em: 23 fev. 2016.

COSTA, R. C.; KRÜGER, V. Concepções sobre objetividade / subjetividade no fazer ciência e possíveis implicações na sala de aula universitária. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, 2003. Disponível em: <[http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL\\_054.pdf](http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL_054.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2016.

COVERLONI, E. P. et al. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/313504.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

CULZONI, C. M.; CATALÁN, L. Evaluación del diseño didáctico de una propuesta para el aprendizaje de la Física utilizando un laboratorio remoto desde un aula virtual. **Revista Científica Electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento**, Granada-España, v. 2, n. 13, jul./dic. 2013. Disponível em: <<http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/numero132/Articulos/Formato/185.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. et al. Enseñanza de la Física mediada por tecnologías: diseño con laboratorios remotos. **Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería**, v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: <[http://www.ing.unrc.edu.ar/raei/archivos/img/arc\\_2012-03-16\\_20\\_04\\_33-212.pdf](http://www.ing.unrc.edu.ar/raei/archivos/img/arc_2012-03-16_20_04_33-212.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2016.

DANTAS, C. S. et al. Ensinar e aprender Física com apoio de recursos digitais: enfoque na aprendizagem significativa. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, jan/jun. 2014. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/viewFile/38473/29977>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

DIAS, G. A. et al. Práticas experimentais em um curso de Física EaD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 11., 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/128183.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2014.

DORNELES, P. F. et al. Simulação e modelagem computacionais no auxílio a aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte 1 - circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v28n4/a11v28n4>>. Acesso em: 3 out. 2016.

DUARTE, F. P.; SILVA, L. P. ACD/chemsketch 10.0: o uso de softwares educacionais no ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15., 2010, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte, 2010.

DUARTE, S. E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1 (Especial), p. 525-542, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p525>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

DUSO, L. O uso de modelos no ensino de Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 16., 2010, Campinas, **Anais...** Campinas: Unicamp, 2012. P. 432-441.

ESCANHOELA, F. M.; STUDART, N. O que os professores pensam sobre o Pion, o portal SBF de ensino e divulgação da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1 (Especial), p. 390-419, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2012v29nesp1p390/22928>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

ESTEVE, J. M. **O mal-estar docente: a sala de aula e a saúde dos professores**. São Paulo: Edusc, 1999.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FALCÃO, E. de L.; MACHADO, L. S. Um laboratório virtual tridimensional e interativo para suporte ao ensino de Física. In: WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 16., 2010, Belo Horizonte. Proceedings... Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <[http://www.br-ie.org/WIE2010/pdf/st05\\_06.pdf](http://www.br-ie.org/WIE2010/pdf/st05_06.pdf)>. Acesso em: 3 set. 2014.

FAUNDEZ, Claudio A et al. Laboratorio virtual para la unidad tierra y universo como parte de la formación universitaria de docentes de Ciencias. **Formação Universitária**, v. 7, n. 3, p. 33-40, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v7n3/art05.pdf>> . Acesso em: 10 jun. 2016.

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., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória, 2009.

FEITOSA, R. A. et al. “Projeto aprendiz”: interação universidade-escola para realização de atividades experimentais no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 301-320, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n2/a04v17n2.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2016.

FERNANDES, G. W. et al. Estudo dos quadros teóricos dos artigos de ensino de ciências mediado pelas TIC: um olhar a partir da literatura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS TIC NA EDUCAÇÃO, 3., 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Instituto da Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 261-267. Disponível em: <[http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas\\_Digitais\\_ticEDUCA2014.pdf](http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas_Digitais_ticEDUCA2014.pdf)>. Acesso em: 9 ago. 2015.

FERRACIOLI, L. et al. Ambientes de modelagem computacional no aprendizado exploratório de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2 (Especial), p. 679-707, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n2p679/23061>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

FERREIRA, J. C. A produção de vídeos no ensino de ciências: o professor-autor e as tecnologias digitais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS TIC NA EDUCAÇÃO, 3., 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Instituto da Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 742-747. Disponível em: <[http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas\\_Digitais\\_ticEDUCA2014.pdf](http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas_Digitais_ticEDUCA2014.pdf)>. Acesso em: 9 ago. 2015.

FERREIRA, N. S. As pesquisas denominadas “estado da arte” **Educação & Sociedade**, Ano 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2015.

FIGUEIRA, J. Easy java simulations: modelagem computacional para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino Física**, v. 27, n. 4, 2005. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v27\\_613.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v27_613.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/334403.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

FIOR, C. A.; MERCURI, E. Formação universitária e flexibilidade curricular: importância das atividades obrigatórias e não obrigatórias. **Psicologia da Educação**, São Paulo, v. 29, 2. semestre, p. 191-215, 2009. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psie/n29/n29a10.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2016.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed e Bookman, 2009.

- FONSECA, M. et al. O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, p. 4503-1-4503-10, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n4/a14v35n4.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2014.
- FORTE, C. et al. Implementação de laboratórios virtuais em realidade aumentada para educação à distância. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 5., 2008, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2008. p. 1-8. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- FOWLER JUNIOR, F. J. **Pesquisa de levantamento**. 4. ed. Porto Alegre: Pensa, 2011.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. et al. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, nov. 2008. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- FRANCO, M. L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Liber livro, 2008
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática pedagógica**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FUIJII, N. P.; SILVEIRA, I. F. Objetos de aprendizagem adaptativos baseados em nível de aquisição de conhecimento: uma proposta para o ensino de estatística. In.: ARAUJO JÚNIOR, C. F.; SILVEIRA, I. F. (Org.). **Tecnologia da informação e educação: pesquisas e aplicações**. São Paulo: Andross, 2006. p. 209-222.
- GALAFASSI, F. F. et al. Sistema heráclito: objeto de aprendizagem para o ensino da dedução natural na lógica proposicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2013. p. 249-258. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/2674>>. Acesso em: 3 out. 2016.
- GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/08.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2014.
- GALIAZZI, M. C et al. Uma Sugestão de Atividade Experimental: A Velha Vela em Questão. **Química Nova na Escola**, v. 21, p. 25-29, 2005.
- GAMBOA, S. S. O ensino superior, um novo campo de pesquisa na pós-graduação no Brasil: balanços e desafios. **Pró-Posições**, v. 5, n. 2, jul, 1994. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8644311/11735>>. Acesso em: 14 set. 2016.
- GARAGNANI, P. V. et al. Investigando o som em taças de cristal: uma experiência interdisciplinar. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-2.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

GARCIA, A. L. et al. Jogo educacional no processo de ensino-aprendizagem da Física, “O roubo de Galileu”. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTOS DIGITAL - SBGames, 13., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/short/Cult\\_Short\\_Jogo%20Educa%20cional%20no%20Processo%20de%20Ensino%20Aprendizagem.pdf](http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/short/Cult_Short_Jogo%20Educa%20cional%20no%20Processo%20de%20Ensino%20Aprendizagem.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2016.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. **Educação: Revista de Estudos da Educação**, Maceió, v. 13, n. 21, p. 71-91, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/enas/Gaspar.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

\_\_\_\_\_; MONTEIRO, I. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID130/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID130/v10_n2_a2005.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2014.

GELIZ, F. R. et al. Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA, 14., 2013, Medellín. **Anais...** Medellín, 2013. Disponível em: <<http://www.virtualeduca.info/fveduca/es/tematica-2013/100-produccion-y-gestion-de-contenidos-educativos-digi/787-objeto-virtual-de-aprendizaje-para-la-ensenanza-de-la-quimica-del-carbono-soportado-en-dispositivos-moviles-y-realidad-aumentada>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

GIARDINO, S. Metodologia de pesquisa na internet. In.: MORAES, U. C. de. (Org.). **Tecnologia educacional e aprendizagem: o uso dos recursos digitais**. São Paulo: Livro Pronto, 2007. p. 139-152.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciência: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Unijuí, 2008.

\_\_\_\_\_. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

GOMES, T.; FERRACIOLI, L. A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 453-461, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v28n4/a08v28n4.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. A utilização da modelagem computacional qualitativa no estudo do sistema predador-presa. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 13, n. 3, p. 51-58, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/34>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

GONÇALVES, L. J. et al. Textos, animações e vídeos para o ensino-aprendizagem de Física térmica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1. N.1, p. 33-42, 2006. Disponível em: <[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID17/pdf/2006\\_1\\_1\\_17.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID17/pdf/2006_1_1_17.pdf)>. Acesso em: 5 jan. 2015.

GONÇALVES, M. Estado abandona laboratórios de escolas. **Jornal Gazeta de Alagoas**, 19 abr. 2015. p. D1-D4.

GREIS, L. K. et al. Um simulador de fenômenos físicos para mundos virtuais. **RELATEC - Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa**, v. 10, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4482784.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2016.

GREY, D. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GUAITA, R. I.; GONÇALVES, F. P. A experimentação na educação a distância: reflexões para a formação de professores de ciências da natureza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 11., 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/126789.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

GUILLERMO, O. E. et al. Laboratório virtual e aprendizagem: uma experiência em mecânica dos fluidos na engenharia. In: TISE 2014, NUEVAS IDEAS EM INFORMÁTICA EDUCATIVA; CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 18., 2013, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2013. p. 684-687. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2012/684-687.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

HECKLER, V. et al. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a11v29n2>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

HEIDEMANN, L. A. et al. Atividades experimentais, computacionais e sua integração: crenças e atitudes de professores no contexto de um mestrado profissional. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Física, 2010.

\_\_\_\_\_. et al. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2 (Especial), p. 965-1007, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p965/23071>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n44/n44a06.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21370/93326>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

HOHENFELD, D. P. **A natureza quântica da luz nos laboratórios didáticos convencionais e computacionais no ensino médio**. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana. 2013



HONORATO, E. et al. Explorando uma aplicação m-learning para ensino de vetores na Física do ensino medio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 26., 2015; CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE OBJETOS E TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM, 10., 2015, Maceió. **Anais...** Maceió, 2015. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5112/3517>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

HUERTA, M.; PORTELA, J. M. Aplicación de los videojuegos serios con la metodología “flipped classroom” para las prácticas de laboratorio. **Revista Iberoamericana de Informática Educativa**, n. 21, p 13-23, 2015. Disponível em: <<http://161.67.140.29/iecom/index.php/IECom/article/view/270/249>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

HURD, P. D. Science literacy: its meaning for american schools. **Educational Leaderships**, v. 16, n. 1, p. 13-16 e 52, out, 1958. Disponível em: <[http://ascd.com/ASCD/pdf/journals/ed\\_lead/el\\_195810\\_hurd.pdf](http://ascd.com/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_195810_hurd.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2015.

IAG/USP. **Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo**. Projeto Telescópios na Escola. Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/>>. Acesso em: 21 mai 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS (IFAM). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Manaus, 2012.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO (IFPA). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Belém, 2010.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo do ensino superior 2007**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior/resumos-tecnicos>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

JARDIM, M. I. et al. Medições de atributos de ondas em uma cuba por meio de um software. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Física, 2010.

JESUS, V. L.; SASAKI, D. G. O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: um estudo por videoanálise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n1/1806-1117-rbef-S1806-11173711748.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

JIMÉNEZ-CASTILLO, G. et al. Desarrollo de un entorno personal de aprendizaje basado en un laboratorio remoto para el estudio de instrumentación electrónica. In: **TICAI 2013-2014**, , Universidade do Vigo: IEEE, Espanha, 2014. p. 91-100. Disponível em: <<http://romulo.det.uvigo.es/ticai/libros/20132014/20132014/cap9.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

JING-SONG, W.; MU-FEI, X. Negative refraction in ferromagnetic materials under external magnetic field: a theoretical analysis. **Chinese Physics B**, v. 19, n. 5, 2010. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1674-1056/19/5/057801/pdf>>. Acesso em: 1 out. 2015.

JORGE, M. A. **Fundamentos da psicanálise de Freud a Lacan: as bases conceituais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005. v. 1.

KUSSADA, S. R. **A escolha profissional de licenciados em Física de uma universidade pública**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90967/kussada\\_sr\\_me\\_bauru.pdf?sequencia=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90967/kussada_sr_me_bauru.pdf?sequencia=1)>. Acesso em: 24 fev. 2016.

LAGRESCA, M. do C. et al. Estudo do lançamento vertical: uma proposta de ensino por meio de um objeto de aprendizagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.**, v. 29, n. 1 (Especial), p. 543-561, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p543/22935>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE (LTSC). **Draft standard for learning object metadata**. New York: IEEE, 2002. Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. Acesso em: 1 dez, 2014.

LAPOLLI, F. R. et al. Modelo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem baseado em metodologias ágeis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., 2009. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Computação, 2009. v. 1. p. 250-261. Disponível Em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/viewFile/1197/1100>>. Acesso em: 3 out. 2016.

LENZ, Jorge A. et al. O gerador de ondas estacionárias em cordas com o uso de tecnologias livres. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

LEVY, P. **O que é o virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

LIMA, K. E.; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito de experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensin das ciências. In: ENCONTRO NACIONAL E PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0355-1.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2015.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Sentido e entendimentos sobre experimento e experimentação para o ensino das ciências. **Revista da SBEnBIO**, n. 7, p. 4540-4551, out. 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0047-2.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

LINO, S. S.; BUENO, D. C. Concepções histórico-pedagógicas sobre a educação a distância (EAD) no Brasil: a EAD é uma solução ou problema? **Revista Terceiro Incluído**, v. 5, n. 2, p. 169-190, jul./dez., 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/index.php?journal=teri&page=article&op=view&path%5B%5D=38745&path%5B%5D=19544>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

LITTO, F. M. O retrato frente/verso da aprendizagem a distância no Brasil 2009. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v. 10, n. 2, p.108-122, jun. 2009. Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/2022/1843>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

LONGHINI, M. D.; MENEZES, L. D. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3: p. 433-448, dez. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n3p433/17169>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

LOPES, P. C. **Contributo do laboratório químico virtual para aprendizagens no laboratório químico real**. Dissertação (Mestrado em Física e Química para o Ensino) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal. 2004. Disponível em: <[http://home.utad.pt/~quimica/mestrado\\_fq/tese\\_paula\\_lopes.pdf](http://home.utad.pt/~quimica/mestrado_fq/tese_paula_lopes.pdf)>. Acesso em: 3 dez. 2014.

LOPES, R.; FEITOSA, E. Applets como recurso pedagógico no ensino de física: aplicação em cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória, 2009.

\_\_\_\_\_. 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., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória, 2009.

LUCENA, G. L. et al. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1427>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

LUCERO, I. et al. Las TIC en la formación inicial docente de un profesorado de Física. In.: SILVA, J.; SALINAS, J. **Innovando com TIC en la formación inicial docente: aspectos teóricos y casos concretos**. Santiago de Chile: Enlaces, 2014. p. 99-116. Disponível em: <[https://www.academia.edu/13213630/Materiales\\_curriculares\\_digitales\\_en\\_la\\_formaci%C3%B3n\\_inicial\\_docente](https://www.academia.edu/13213630/Materiales_curriculares_digitales_en_la_formaci%C3%B3n_inicial_docente)>. Acesso em: 21 jan. 2016.

MACÊDO, J. A. et al. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p167/26429>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

MACÊDO, J.A. et al. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1 (Especial), p. 562-613, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562/22936>>. Acesso em: 31 jul. 2015.

MACHADO, L. B. Profissão docente: o consenso das representações sociais de professores iniciantes. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 37., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2015. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/sites/default/files/trabalho-gt20-3733.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2016.

MAIA, L. da S.; FIREMAN, Elton 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., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória, 2009.

MARANDINO, M. et al. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARQUES, C. A.; PEREIRA, J. E. Fóruns das licenciaturas em universidades brasileiras: construindo alternativas para a formação inicial de professores. **Educação & Sociedade**, Ano 23, n. 78, abr. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/es/v23n78/a10v2378.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2016.

MARTINS, A. A. et al. O ensino de Física e as novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-2.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2>>. Acesso em: 3 out. 2016.

MELO, A. P. et al. Energydownnow: aprendendo física através de um jogo para controle de consumo elétrico. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN: tecnologia e inovação no semiárido, 9., 2013, Natal. **Anais...** Natal, 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1079/167>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

MENDES, E. da S. **Modelagem computacional e simulações em Física usando o software Modellus: uma abordagem alternativa no ensino de cinemática**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, 2014. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/11313583-Modelagem-computacional-e-simulacoes-em-fisica-usando-o-software-modellus-uma-abordagem-alternativa-no-ensino-de-cinematica.html>>. Acesso em: 12 set. 2016.

MENDES, J. F. et al. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/342402.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

MERCADO, L. P. **Explorando objetos virtuais de aprendizagem na área de Física, Química, Biologia e Matemática com professores do ensino médio**. Maceió: Edufal, 2008.

\_\_\_\_\_. et al. Objetos virtuais de aprendizagem na formação de professores do ensino médio. **Revista Iberoamericana de Informática Educativa**, n. 9, p. 35-49, ene./jun. 2009. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3047348.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. et al. Planejamento e produção de material didático para educação online: avaliação dos módulos do curso online capacitação de empresários e dos atores do sistema alagoano de inovação. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 98-117, maio/ago. 2016. Disponível em: <<http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/87>>. Acesso em: 28 out. 2016.

MERINO, V. et al. Laboratorio Virtual: una alternativa a la educación teórica. **Anais... XVIII CONGRESO INTERNACIONAL EDUTEC "Educación y Tecnología desde una visión Transformadora"**, 28., 2015, Ecuador. Anais... Ecuador, 2015. Disponível em: <[http://www.edutec.es/sites/default/files/congresos/edutec15/Articulos/EAICS-Escenarios\\_de\\_aprendizaje\\_para\\_la\\_inclusion\\_y\\_cohesion\\_social/vmerino\\_laboratorio\\_virtual\\_alternativa\\_educacion.pdf](http://www.edutec.es/sites/default/files/congresos/edutec15/Articulos/EAICS-Escenarios_de_aprendizaje_para_la_inclusion_y_cohesion_social/vmerino_laboratorio_virtual_alternativa_educacion.pdf)> . Acesso em: 22 jan. 2016.

MIRANDA, M. S. et al. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do Phet. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 19., 2011, Manaus. **Anais... Manaus**, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-2.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2015.

MOLISANI, Elio et al. Arduino e ferramentas da web 2.0 no ensino de Física: um exemplo de aplicação em aulas de óptica. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 19., 2011, São Paulo. **Anais... São Paulo**, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-2.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

MONGE-NÁJERA, J. et al. El potencial de los laboratorios virtuales en la educación a distancia: lecciones aprendidas tras 10 años de implementación. In: **ENCUENTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA**, 6., 2005, México. **Anais... México**, 2005. Disponível em: <<http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1309/1/2005-02-1919mongeLaboratoriosVirtuales.pdf>>. Acesso em: 10 jun 2016.

MONTEIRO, M. A. et al. Experimento controlado remotamente para o estudo da cinemática. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 20., 2013, São Paulo. **Anais... São Paulo**, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T1042-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Protótipo de uma atividade experimental o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 191-208, abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n1p191/24493>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

MONTOYA, J. C.; HERNÁNDEZ, T. O. Plataforma web para acceso remoto a instrumentación física avanzada: diseño e implementación. **Revista Universidad EAFIT**, v. 46; n. 160, p. 36-47, 2010.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>> . Acesso em: 14 fev. 2016.

\_\_\_\_\_; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

\_\_\_\_\_; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

MORALES, A. Laboratorios remotos em sistemas embebidos. In: TISE 2014, NUEVAS IDEAS EM INFORMÁTICA EDUCATIVA; CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., 2015, Santiago. **Anais...** Santiago. 2015. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/450-453.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

MOREIRA, I. C. 1905: um ano miraculoso. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 4-10, 2005. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/1905-ildeu.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da Administração: potencial e desafios. **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 731-747, jul./ago. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v15n4/a10v15n4.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2016.

MUGNOL, M. A educação a distância no Brasil: conceitos e fundamentos. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 9, n. 27, p. 335-349, maio/ago. 2009. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=2738&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

NASCIMENTO, A. C. Aprendizagem por meio de repositórios digitais e virtuais. In: LITTO, F.; FORMIGA, M. **Educação a distância: o estado da arte**. Porto Alegre: Person Education do Brasil, 2009.

NEVES, M. C. et al. Por uma blogosfera educativa: formalidade e informalidade no ensino de Física sob uma nova perspectiva de filmes e animações hands-on. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, v. 1, n. 1, 2014. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbfta/article/view/1908> Acesso em: 28 out 2016.

NIEVES, F. T. Simulador computarizado para promover el aprendizaje significativo de las leyes que rigen el comportamiento de los gases ideales. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA, 14., 2013, Medellín. **Anais...** Medellín, 2013. Disponível em: <<http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4543>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

NOBRE, V. M. et al. Objetos de aprendizagem e realidade virtual em educação a distância e seus aspectos de interatividade, imersão e simulação. In.: HAGUENAUER, C.; CUNHA, G. G.; CORDEIRO FILHO, F. (Org.). **Realidade virtual aplicada ao ensino**. Curitiba: CRV, 2011. p. 27-38

NOGUEIRA, J. de S. et al. Utilização o computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v., 22, n. 4, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22a76.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2015

NUNES, E. T. et al. Levantamento dos temas TIC e EAD nos periódicos qualis. **Informática na Educação: teoria e prática**, v. 20, n. 2, 2016.

OESTERMANN, F. Conceitos de Física Quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 9-35, abr. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6392/5917>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

OLIVEIRA, E. et al. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p. 11-27, maio/ago. 2003. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=637&dd99=view&dd98=pb>> Acesso em: 9 ago. 2015.

OLIVEIRA, L. P. et al. Divulgando e ensinando análise de vídeo em sala de aula: experimentos de mecânica com o software Tracker. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011.

OLIVEIRA, R. I.; GASTAL, M. L. Educação formal fora da sala de aula – olhares sobre o ensino de Ciências utilizando espaços nãoformais. In: ENCONTRO NACIONAL E PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1674.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2016.

OLIVEIRA, R. R.; FERRACIOLI, L. O estudo do movimento retilíneo de três móveis a partir de uma atividade de modelagem computacional exploratória: uma aplicação no ensino médio a partir de módulos educacionais. In: ENCONTRO NACIONAL E PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1482-2.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel**. 2013. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

OSÓRIO, M. R.; GARCIA, M. M. Universidade Aberta do Brasil (UAB): (re) modelando o território da formação de professores. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 38, p. 119-149, jan./abr. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/1545/1452>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

OURIQUE, P. A. et al. Fotografando estrelas com uma câmera digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/321302.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

PASCUAL, F. R. Herramienta de simulación interactiva y de bajo coste para el desarrollo de laboratorios virtuales de comunicaciones ópticas. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA, 10., 2009, Buenos Aires . **Anais...** Buenos Aires 2009. Disponível em: <[http://www.virtualeduca.info/ponencias2009/94/ponencia\\_framos.pdf](http://www.virtualeduca.info/ponencias2009/94/ponencia_framos.pdf)> . Acesso em: 22 jan. 2016.

PASTORINO, L. et al. Realidade aumentada e objetos de aprendizagem no ensino de Física. **Revista Realidade Virtual**, v. 1, n. 2, p. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=realidadevirtual&page=article&op=view&path%5B%5D=53&path%5B%5D=351>>. Acesso em: 29 out. 2016.

PAULA, Helder F. Uso coordenado de ambientes virtuais e outros recursos mediacionais no ensino de circuitos elétricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1 (Especial), p. 614-650, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/File/2175-7941.2012v29nesp1p614/22937>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

PEDROSO, L. S.; ARAÚJO, M. S. Simulações interativas no ensino de conceitos de eletromagnetismo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0005-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

PELLANDA, E. C. Comunicação móvel no contexto brasileiro. In.: LEMOS, A.; JOSGRILBERG, F. (Org.). **Comunicação e mobilidade: aspectos socioculturais das tecnologias móveis de comunicação no Brasil**. Salvador: Edufba, 2009. p. 11-18. Disponível em: <[http://poscom.ufba.br/arquivos/livro\\_Comunicacao\\_Mobilidade\\_AndreLemos.pdf](http://poscom.ufba.br/arquivos/livro_Comunicacao_Mobilidade_AndreLemos.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2016.

PEREIRA, A. P. et al. Uma proposta para ensinar os postulados da mecânica quântica no ensino médio com o auxílio de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder: um exemplo sobre o estado de polarização do fóton. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0437-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

PEREIRA, F. C.; ROSA, V. A estratégia pedagógica Hands-on-Tec no Ensino Básico: Aprendizagem de conceitos de Física Moderna e Contemporânea. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS TIC NA EDUCAÇÃO, 3., 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Instituto da Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 272-477. Disponível em: <[http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas\\_Digitais\\_ticEDUCA2014.pdf](http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas_Digitais_ticEDUCA2014.pdf)>. Acesso em: 9 ago. 2015.

\_\_\_\_\_; SCHUHMACHER, E. Hands-on-tec e a aprendizagem significativa de conceitos de Física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 3, p. 22-34, 2013. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID46/v3\\_n2\\_a2013.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID46/v3_n2_a2013.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2016.

\_\_\_\_\_. et al. A estratégia hands-on-tec e o uso de simuladores no ensino de conceitos sobre radiação eletromagnética a alunos do ensino médio. **Revista Ciências&Ideias**, v. 5, n.1, jan./abr, 2014. Disponível em: <<http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/reci/article/view/333/233>>. Acesso em: 21 maio 2016.



PEREIRA, J. G.; COSTA, R. P. A importância dos experimentos virtuais para o ensino de ciências. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4., 2011; JORNADA CIENTÍFICA, 4., 2011, Bambuí. **Anais...** Bambuí: IFMG - Campus Bambuí, 2011. Disponível em: <[http://www.cefetbambui.edu.br/portal/files/jc4\\_ifmg\\_bambui\\_42.pdf](http://www.cefetbambui.edu.br/portal/files/jc4_ifmg_bambui_42.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2015.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. de S. Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/324401.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. et. al. Demonstrações experimentais de Física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 676-692, dez. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/2175-7941.2011v28n3p676/20436>>. Acesso em: 21 set. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Estudo de recepção de um vídeo sobre o funcionamento do motor elétrico produzido por estudantes de ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

PEREIRA, O. C. et al. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de vídeos aplicados no ensino de cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-282, ago. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n2p267/22917>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

PÉREZ, J. L. S. et al. Analisis del uso de los laboratorios basados en video. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA, 6., 2005, México. **Anais...** México, 2005. Disponível em: <<http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1309/1/2005-02-1919mongeLaboratoriosVirtuales.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

PESSANHA, M. C. et al. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/324503.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Obstáculos epistemológicos no estudo de modelos atômicos com o uso de simulações computacionais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

PIANA, M. C. **A construção da pesquisa documental: avanços e desafios na atuação do serviço social no campo educacional.** São Paulo: Editora UNESP; Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/vwc8g/pdf/piana-9788579830389-05.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2016.

PIEPPER, F. C.; ANDRADE NETO, A. S. Um estudo de caso sobre a aprendizagem de conceitos de eletromagnetismo: a influência da hipercultura e mediação digital. . In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2015. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xii/sys/resumos/T0140-1.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2016.

PIMENTEL, F. S. **Interação online**: um desafio da tutorial. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alagoas, 2010.

PINHEIRO, A. F. et al. Software de simulação: um recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem de Química no ensino médio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2015. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16888\\_7936.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16888_7936.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2016.

PINHEIRO, A. G. et al. Experimentando a Física Moderna no ambiente virtual: o interferômetro de Michelson. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0498-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

PRATA, C. L.; NASCIMENTO; A. C. **Objetos de aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC/SEED, 2007. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

PRENSKY, M. **Nativos digitais, imigrantes digitais**. 2001. Disponível em: <[http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2\\_intencoes/nativos.pdf](http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2_intencoes/nativos.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2016.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A atuação de professores de ensino superior: investigando dois professores bem avaliados pelos estudantes. **Química Nova**, v. 39, n. 5, p. 634-640, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v39n5/0100-4042-qn-39-05-0634.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2016.

REBELLO, A. P.; RAMOS, M. G. Estudo de circuitos elétricos básicos por meio de uma unidade de aprendizagem: percepções de alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/487.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

REIS, T. H. et al. Ensinando conceitos de Física com sensores de movimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTOS DIGITAL - SBGames, 13., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/short/Cult\\_Short\\_Utilizando%20o%20Jogo%20Genius.pdf](http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/short/Cult_Short_Utilizando%20o%20Jogo%20Genius.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2016.

RIBEIRO, I. G.; TELES, L. F. O papel das simulações virtuais através do software modellus no ensino a distância de Física. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 11., 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/127793.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

RIBEIRO JUNIOR, L. A. et al. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões históricas e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/344602.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

RIOS, S. L. et al. El uso del diagrama AVM como instrumento para la implementación de los principios de la teoría del aprendizaje significativo crítico en actividades de modelación computacional para la enseñanza de la Física, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2 (Especial), p. 935-964, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p935/23070>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

ROCHA, E.; OLIVEIRA, R. Objetos de aprendizagem e ensino de ciências: um estímulo à curiosidade. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS TIC NA EDUCAÇÃO, 3., 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Instituto da Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 272-477. Disponível em: <[http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas\\_Digitais\\_tic\\_EDUCA2014.pdf](http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas_Digitais_tic_EDUCA2014.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2015.

RODRÍGUEZ, L.M. **Diseño instruccional en simuladores de física**. 2013. Disponível em: <[http://www.virtualeduca.red/documentos/23/Lidice%20Quevedo\\_Dise%C3%B1o%20Instruccional%20en%20simuladores%20de%20f%C3%ADsica.pdf](http://www.virtualeduca.red/documentos/23/Lidice%20Quevedo_Dise%C3%B1o%20Instruccional%20en%20simuladores%20de%20f%C3%ADsica.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

ROLDI, M. M. et al. Uso de objetos de aprendizagem como recurso didático para o ensino-aprendizagem sobre química da célula. In.: SIMPÓSIO NACIONAL DO ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 5., 2016; II SEMANA ACADÊMICA DA LICENCIATURA INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS NATURAIS, 2., 2016, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/2016/down.php?id=3322&q=1>>. Acesso em: 3 out. 2016.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educação**, Curitiba, v. 6, n.19, p.37-50, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=237&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 17 set. 2015.

ROSA, I. G. Temos uma crise no currículo brasileiro? Sobre a BNCC, Geni e o Zepelim e cortinas de fumaça! **Giramundo**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 15-28, jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://cp2.g12.br/ojs/index.php/GIRAMUNDO/article/view/669>>. Acesso em: 28 out. 2016.

ROSA, P. R. Fatores que influenciam o ensino de Ciências e suas implicações sobre os currículos dos cursos de formação de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, p. 287-313, dez. 1999. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6796/6276>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. O uso de computadores no ensino de Física: parte 1: potencialidades e uso real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, jun. 1995. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol17a21.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2015

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: 1 dez. 2014

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., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória , 2009.

SALOMÃO, V. M.; AUTH, M. A. Momentos pedagógicos como aporte para o desenvolvimento do tema fotossíntese no ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL E PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia , 2015. Disponível em: <<http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1482-2.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2016.

SÁNCHEZ, J. L.; ESPINOSA, M. P. La enseñanza y el aprendizaje de la física y el trabajo colaborativo con el uso de las TIC. **RELATEC – Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 11, n. 1, p. 95-107, 2012. Disponível em: <<http://relatec.unex.es/article/viewFile/825/629>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

SANTAELLA, L. A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal? **Revista de Computação e Tecnologia (PUC-SP)**, v. 2, n. 1, p. 17-22, jan./dez., 2010. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/ReCET/article/view/3852/2515>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SANTOS, A. J. et al. O Projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 1137-1174, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1137/23614>>. Acesso em: 3 out. 2016.

SANTOS, E. Pesquisando com a mobilidade ubíqua em redes sociais da internet: um case com o Twitter. **Com Ciência, Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, v. 10, fev. 2012. Disponível em: <<http://www.oei.es/divulgacioncientifica/?Pesquisando-com-a-mobilidade>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SANTOS, R. C.; RAMOS, E. M. O ensino e aprendizagem do eletromagnetismo com a lousa digital interativa: novas possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais em sala de aula. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

\_\_\_\_\_; SOUZA, Aguinaldo R. Ensino e aprendizagem do pêndulo simples na graduação com auxílio do software geogebra e da teoria dos estilos de aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SANTOS, R. P. Ensinar Física, Química e Matemática no second life ficou mais fácil: interfaces textuais amigáveis. **Educação Matemática em Revista**, n. 13, v. 12, p. 81-89, 2012. Disponível em: <<http://www.sbemrs.org/revista.htm>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

SANTOS, W. S. et al. Refração negativa: um estudo com geometria dinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0482-2.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SANTOS SOBRINHO, M. M.; BORGES, A. T. Aprendizagem sobre epidemias com simulações computacionais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.3, n. 1, jan./abr. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/618/468>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

SÁ-SILVA, J. R. et al. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v.1, n. 1, 2009. Disponível em: <[http://www.unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/pesquisa\\_documental\\_pistas\\_teoricas\\_e\\_metodologicas.pdf](http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/pesquisa_documental_pistas_teoricas_e_metodologicas.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2016.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n. 2, dez., 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14405/8310>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

SCHLEMMER, E. Laboratórios digitais virtuais em 3D: anatomia humana em metaverso, uma proposta em imersive learning. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 2119-2157, out./dez. 2014. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/21681>>. Acesso em: 6 jan. 2015.

SCHLÜNZEN JUNIOR, K. Educação a distância no Brasil: caminhos, políticas e perspectivas. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v. 10, n. 2, p.16-36, jun. 2009. Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/1953/1790>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

SERÉ, M-G. et al. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046> Acesso em: 24 fev. 2016.

SIEVERS JUNIOR, F. et al. Simulação do ambiente WebLab – um laboratório de acesso remoto educacional através de redes de Petri coloridas. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 22., 2011, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2011. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbie/2011/0059.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SILVA, A. P.; OLIVEIRA, M. M. A sequência didática interativa como proposta para formação de professores de Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1067.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

SILVA, A. T. **Levantamento do tema “experimentos virtuais” nos anais dos eventos brasileiros de ensino de física (2005 - 2014)**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura em Física) - Instituto de Física. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

SILVA, C. F.; et. al. Atividade virtual de Física em escolas de Rondônia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14., 2012, Maresias. **Anais...** Maresias, 2012. Disponível: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xiv/sys/resumos/T0240-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015..

SILVA, I. P. **Autoria na internet e suas possibilidades didáticas**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alagoas, 2010.

SILVA, I. P. O computador como ferramenta interativa e os objetos virtuais de aprendizagem na disciplina de Física numa escola pública. In.: ANADÃO, B. P.; MERCADO, L. P.; MOURA, R. da S. **Educação à distância: perspectivas, possibilidades e resultados**. Maceió: Connead, 2009. p. 73-84.

\_\_\_\_\_. Possibilidades do uso da mídia internet a partir dainterface blog para o mapeamento das interações online. **Revista EDaPECI**, v. 5, n. 5, 2010a. Disponível em: <<http://www.seer.ufs.br/index.php/edapeci/article/view/584/488>>. Acesso em: 29 out. 2016.

\_\_\_\_\_; MERCADO, L. P. Contribuições didáticas da produção e compartilhamento de vídeos em aulas de Física. # **Tear - Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 2, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://seer.canoas.ifrs.edu.br/seer/index.php/tear/article/view/96/59>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SILVA, L. C. et al. MobiLE: Um ambiente multiagente de aprendizagem móvel baseado em algoritmo genético para apoiar a aprendizagem ubíqua. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 1, p. 62-75, jan./abr., 2013. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1433/2120>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SILVA, L. R. et al. Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 9., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2009. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/31241712.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2016.

SILVA, M. et al. O uso da experimentação no ensino de Física: relatando uma ação do PIBID. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE INOVAÇÃO: Ciência, Tecnologia e Inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional, 7., 2012, Palmas. **Anais...** Palmas, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1357/2168>>. Acesso em: 12 set. 2016.

SILVA JUNIOR, R. C. et al. Entendendo o conceito de ácido e base por meio de atividades experimentais simples. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2013. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/8730\\_4788.pdf](http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/8730_4788.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SILVEIRA, I. F. et al. Granularidade e reuso de objetos de aprendizagem. In.: ARAUJO JÚNIOR, C. F.; \_\_\_\_\_. (Org.). **Tecnologia da informação e educação: pesquisas e aplicações**. São Paulo: Andross, 2006. p. 65-83.

SIMÃO, J. P. et al. Utilização de experimentação remota móvel no ensino médio. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11 n. 1, p. 1-11, jul. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41701/26452>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SIMÕES JUNIOR, F. et al. Física de plasma espacial utilizando simulação computacional de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/331310.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2015.

SIQUEIRA, L. M.; TORRES, P. L. O ensino híbrido da eletricidade utilizando objetos de aprendizagem na engenharia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 27, n. 2, p. 334-354, ago. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p334/13498>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SISMANOGLU, B. N. et al. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/311501.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SOARES, A. A.; CATARINO, P. Modelação e simulação do enchimento de recipientes usando o Modellus. **REnCiMa**, v. 6, n. 3, p. 38-53, 2015. Disponível em: <<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/987>>. Acesso em: 12 set. 2016.

SOARES, A. de S. Licenciatura versus bacharelado: a cultura da polarização na formação inicial dos professores. **Poiesis Pedagógica**, v. 9, n. 1, p. 109-123, jan./jun.2011. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/poiesis/article/view/15673>>. Acesso em: 28 out. 2016.

SOUZA, A. R. et al. Desenvolvimento de habilidades em tecnologia da informação e comunicação (TIC) por meio de objetos de aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO; A. C. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC/SEED, 2007. p. 39-48.

\_\_\_\_\_. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

\_\_\_\_\_; AGUIAR, C. E. Ondas, barcos e o Google Earth. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2010. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xii/sys/resumos/T0140-1.pdf>>. Acesso em: 17ago. 2015.

SOUZA, C. R. et al. Objetos de aprendizagem e o processo de ensino-aprendizagem: análise de controvérsias no ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14., 2012, Maresias. **Anais...** Maresias, 2012. Disponível: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xiv/sys/resumos/T0240-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SOUZA, E. de J. Aplicações da física no cotidiano a partir de vídeos de curta duração: TIC como contribuição ao ensino aprendizagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2013. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/8730\\_4788.pdf](http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/8730_4788.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2015.

SOUZA, F. R. et al. Guia de objetos de aprendizagem em Biologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 9., 2012, Recife. **Anais...** Recife: Unirede, 2012.

SOUZA, J. M. et al. Objetos de aprendizagem e o ensino de Física: as potencialidades do uso de simulações para o estudo de conceitos de eletromagnetismo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 9., 2012, Recife. **Anais...** Recife: Unirede, 2012.

TADIN, A. P. et al. O conceito de motivação na teoria das relações humanas. **Maringá Management**, v. 2, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.maringamanagement.com.br/novo/index.php/ojs/article/download/36/19>>. Acesso em: 17 out. 2016.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2012.

TEIXEIRA, C. A. aprendizagem por meio de operação remota de equipamento científico. LITTO F. M.; FORMIGA M. (Org.) **Educação a distância**: o estado da arte. 2. ed. São Paulo: Pearson Education. 2009. p. 340-346.

TORRES, M. K. et al. Perspectivas de docentes do ensino superior sobre educação a distância. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v.16, n. 1, p.192-209, jan./abr. 2014 Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/5779/5163>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO MATO GROSSO (UNEMAT). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Cáceres, 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ (UECE). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Fortaleza, 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Maringá, [20--?].

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARÁ (UEPA). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em ciências modalidade a distância**. Belém, [20--?].

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CATARINA (UESC). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Florianópolis, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERA DE ALAGOS (UFAL). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Maceió, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERA DO CEARÁ (UFC). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Fortaleza, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Mossoró, 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Goiânia, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância**. Dourados, 2013.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA(UFJF). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Juiz de Fora {20--?}

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Belém, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PIAUÍ (UFPI). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Terezina, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância,** Rio de Janeiro, [20--?]

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Natal, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Recife, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SEGIPE (UFS). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Aracaju, 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Florianópolis, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Santa Maria, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE TOCANTINS (UFT). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Palmas, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.**Diamantina, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ (UNIFEI). **Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Física a distância.** Itajubá, 2006.

VEIGA, I. P. A docência na educação superior e as didáticas especiais: campos em construção. **Educação (UFSM)**, v. 36, n. 3, p. 455-464, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/2977>>. Acesso em: 29 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Formação de professores para a educação superior e a diversidade da docência. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 42, p. 327-342, 2014. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=12749&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 29 out. 2016

VEIGA, I. P. . Inovações e projeto político-pedagógico: uma relação regulatória ou emancipatória. **Caderno CEDES**, v. 23, n. 61, p. 267-281, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v23n61/a02v2361.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

VEIGA, I. P.; SILVA, E. F. A multidimensionalidade da docência na educação superior. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 12, n. 35, p. 33-50, 2012. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1891/189123706003.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

VELOSO, M. S.; ANDRADE NETO, A. S. Panorama do uso de laboratório didático em cursos de ensino de Física, modalidade a distância, no país. **Renote**, v. 12, n. 2, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/53543/33048>> Acesso em: 11 set. 2016.

VERBENO, C. H. **A modelagem computacional no ensino de Física**: um estudo exploratório sobre o oscilador harmônico simples. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Física. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013. Disponível em: <[http://www.fisica.ufes.br/sites/www.fisica.ufes.br/files/007\\_Carlos\\_Henrique\\_Verbeno.pdf](http://www.fisica.ufes.br/sites/www.fisica.ufes.br/files/007_Carlos_Henrique_Verbeno.pdf)> Acesso em: 21 set. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Investigação sobre integração de um módulo educacional sobre o sistema massa mola utilizando o ambiente de modelagem computacional SQRLab. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. et al. Módulo educacional sobre conceitos de energia no Sistema massa-mola utilizando o ambiente de modelagem computacional semiquantitativa SQRLab. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2010. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xii/sys/resumos/T0140-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

VIANNEY, J. A ameaça de um modelo único para a EaD no Brasil. **Revista Colabor@**, v. 5, n. 17, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/viewFile/2/2>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. Macrofotografia com um tablet: aplicações ao ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/353503.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

VITELA, A. et al. Laboratorio virtual de óptica. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA, 7., 2006, Bilbao. **Anais...** Bilbao, 2006. Disponível em: <<http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:1533/n04mirandavi06.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

VIVIAN, C. D.; PAULY, E. L. O uso do celular como recurso pedagógico na construção de um documentário intitulado: Fala sério! **Revista Colabor@**, v. 7, n. 27, p. 1-12, fev. 2012. Disponível em: <<http://pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/view/195/167>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

WICHNOSKI, P.; ZARA, R. A. Avaliação do uso de simuladores no ensino de circuitos de capacitores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0399-1.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2015.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory**. Tese (Doutorado. Doctor of Philosophy) - Brigham Young University, 2000. Disponível em: <<http://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>>. Acesso em: 21set. 2015.

XAVIER, B. et al. Applets en la enseñanza de la Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 3, p. 463–472, 2003. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21951/21785>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

**APÊNDICE A**  
**(QUESTIONÁRIO ONLINE)**

## PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS PELAS INTERFACES DA INTERNET NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

"O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos participantes, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa"  
(Resolução CNS. 466/12)

Eu, tendo sido convidado(a) a participar como voluntário(a) do estudo PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS POR INTERFACES DA INTERNET NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA, recebi do doutorando Ivanderson Pereira da Silva, do Centro de Educação, localizado na Universidade Federal de Alagoas, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que o estudo se destina a investigar a relação entre a experimentação mediada pelas interfaces da internet e os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da Universidade Aberta do Brasil (UAB) a partir da identidade desses cursos e das práticas neles desenvolvidas;

Que a importância deste estudo se traduz pela necessidade de fomentar novos saberes e fazeres relacionados à experimentação em Física na modalidade a distância;

Que os riscos que este estudo pode designar são os seguintes: incômodo de tempo para responder o questionário e/ou constrangimento em responder as perguntas. Para tomar mínimo o risco citado, será permitido ao participante escolher o momento ideal para responder ao questionário. O participante terá todo o direito de recusar-se a responder qualquer pergunta que considere constrangedora. Os dados coletados para a pesquisa são de caráter sigiloso e os participantes serão codificados (P1, P2, P3, e assim por diante);

Que os resultados que se desejam alcançar com a minha participação são os seguintes: a curto prazo: a) publicações de autoria dos pesquisadores dos projetos; b) preparação de alguns artigos a serem publicados em periódicos. Em médio prazo espera-se que: a) criação de grupos de pesquisa enfocando a experimentação a distância; b) oferta de cursos de extensão que enfoquem a experimentação a distância para formação continuada de professores de Ciências que atuam no Ensino Médio e no Ensino Superior;

Que essa etapa do estudo começa em 02 de maio de 2016 e terminará em 16 de maio de 2016;

Que o estudo será feito da seguinte maneira: levantamento estatístico de publicações que enfocam a experimentação mediada pelas interfaces da internet; análise bibliográfica dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB; aplicação de questionário junto aos professores que atuam nos cursos formação de professores de Física ofertados por meio da UAB;

Que eu participarei das seguintes etapas: aplicação de questionário junto aos professores que atuam nos cursos formação de professores de Física ofertados por meio da UAB;

Que deverei contar com a seguinte assistência: atendimento especializado, sendo responsável por ela: doutorando Ivanderson Pereira da Silva, através do telefone (82) 99822-0044 e e-mail: [ivanderson@gmail.com](mailto:ivanderson@gmail.com)

Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: contribuir com o avanço do conhecimento na área da Educação, especificamente acerca do ensino de Física por meio da experimentação mediada pelas interfaces da internet; favorecer à comunidade científica uma melhor visão sobre a realidade do uso da experimentação mediada pelas interfaces da internet nos cursos de Formação de professores de Física ofertados por meio da UAB para com isso propiciar que mais e melhores práticas de formação de professores possam ser propagadas;

Que a minha participação será acompanhada pelo pesquisador responsável e por mim.

Que, sempre que desejar serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo;

29/10/2016 PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS PELAS INTERFACES DA INTERNET NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍS.

Que, a qualquer momento, poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que poderei retirar este meu consentimento;

Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

Que o estudo não acarretará nenhuma despesa para o participante da pesquisa.

Que eu serei indenizado por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa.

Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

\*Obrigatório

**1. Caso concorde em participar dessa pesquisa, solicitamos que informe o nome da instituição de ensino superior a que está vinculado o curso de formação de professores de Física a distância em que você atua e avance para a próxima página. \***

Por exemplo: UFAL, IFAM, UECE, etc.

Muito obrigado por aceitar responder a esse questionário!

Antes de prosseguir, destacamos inicialmente alguns conceitos que serão utilizados ao longo das questões e que podem suscitar alguma dúvida.

Experimentos virtuais: são como conteúdos digitais, baseados em modelos matemáticos, a partir dos quais é possível controlar variáveis pré-definidas no modelo e visualizar os efeitos produzidos pela manipulação dessas variáveis. Tais experimentos virtuais podem ser traduzidos em animações interativas, simulações computacionais, applets, jogos digitais, softwares educativos, objetos de aprendizagem, etc.

Experimentos remotos: experimentos que podem ser controlados a distância como por exemplo os telescópios do projeto "Telescópios na Escola" que, apesar de estarem fisicamente instalados em centros de pesquisa em Astronomia, podem ser operados por qualquer sujeito interessado a partir da interface digital do projeto a qual pode ser acessada de qualquer computador conectado à internet.

Experimentos mediados pelas interfaces da internet: todas atividades a partir das quais é possível controlar variáveis pré-definidas no modelo teórico e visualizar os efeitos produzidos pela manipulação dessas variáveis, com o uso de experimentos virtuais, experimentos remotos, ou outros recursos multimídia como videogravações, fotografias, etc.

Vamos lá?

29/10/2016 PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS PELAS INTERFACES DA INTERNET NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍS..

**2. 1 - A(s) disciplina(s) do curso de formação de professores de Física a distância em que já atuou estão mais próximas de qual área? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Tecnologia na educação ou tecnologia ensino de Física
- Matemática ou Cálculo
- Física Teórica
- Física Experimental
- Metodologia de Ensino de Física
- Estágios e Prática de Ensino
- Outros

**3. 2 - Que recursos multimídia você costuma utilizar para demonstrar, ilustrar, comprovar princípios ou leis físicas, ou para promover práticas experimentais investigativas? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Animações interativas
- Simulações computacionais
- Applets
- Jogos digitais
- Softwares
- Filmes
- Videogravações
- Fotografias
- Imagens estáticas
- Objetos de aprendizagem
- Simulação em realidade virtual
- Simulação em realidade aumentada
- Outro
- Nunca utilizei esse tipo de recurso como apoio à prática experimental no curso de formação de professores de Física

**4. 3 - Que tipo de práticas pedagógicas costuma realizar com o uso de experimentos mediados pelas interfaces da internet no contexto da formação a distância de professores de Física? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Demonstração de experimentos
- Ilustração de conceitos
- Descrição de eventos
- Comprovação de Leis ou Princípios de Física
- Práticas experimentais investigativas no ensino de Física
- Outro
- Nunca realizei práticas experimentais mediadas por interfaces da internet no curso de formação de professores de Física na modalidade a distância

**5. 4 – Porque é importante utilizar experimentos mediados pelas interfaces da internet em cursos de formação de professores de Física na modalidade a distância? \***

---

---

---

---

**6. 5 – Caso tenha vivenciado, que situações didáticas com o uso da experimentação virtual você destacaria? \***

---

---

---

---

**7. 6 – Caso tenha vivenciado, que situações didáticas com o uso da experimentação baseada em videogravações ou fotografias você destacaria? \***

---

---

---

---

**8. 7 – Caso tenha vivenciado, que situações didáticas com o uso da experimentação baseada em realidade virtual ou realidade aumentada você destacaria?**

---

---

---

---

**9. 8 – Caso tenha vivenciado, que situações didáticas com o uso da experimentação remota você destacaria?**

---

---

---

---



29/10/2016 PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS PELAS INTERFACES DA INTERNET NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍS..

10. 9 – Caso não tenha vivenciado alguma das situações didáticas interrogadas nas questões 5, 6, 7 ou 8 e tenha interesse em desenvolvê-las, poderia descrever como gostaria de desenvolvê-las e justificar os elementos que impediram esse desejo de se realizar anteriormente? \*

---

---

---

---

11. 10 – Diante das potencialidades dos experimentos mediados pelas interfaces da internet, qual é sua opinião com relação a uma possível substituição dos laboratórios de Física disponíveis nos polos de apoio presencial por laboratórios virtuais ou por laboratórios remotos? \*

---

---


---

---

12. Caso deseje continuar contribuindo com essa pesquisa em momentos posteriores, pedimos que deixe seu e-mail para que possamos entrar em contato.

e-mail

---

Powered by  
 Google Forms

**ANEXO A**  
**(COMPROVANTES DE SUBMISSÃO E APROVAÇÃO**  
**DO PROJETO DE PESQUISA NO CEP/UFAL)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS



**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS POR INTERFACES DA INTERNET  
NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA

**Pesquisador:** IVANDERSON PEREIRA DA SILVA

**Versão:** 1

**CAAE:** 53257015.7.0000.5013

**Instituição Proponente:** Centro de Educação

**DADOS DO COMPROVANTE**

**Número do Comprovante:** 009679/2016

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**Endereço:** Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900

**UF:** AL **Município:** MACEIO

**Telefone:** (82)3214-1041 **Fax:** (82)3214-1700 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** PRÁTICAS EXPERIMENTAIS MEDIADAS POR INTERFACES DA INTERNET NA FORMAÇÃO A DISTÂNCIA DE PROFESSORES DE FÍSICA

**Pesquisador:** IVANDERSON PEREIRA DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 53257015.7.0000.5013

**Instituição Proponente:** Centro de Educação

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.477.580

**Apresentação do Projeto:**

As práticas experimentais medadas por interfaces da internet na formação à distância de professores de física será examinada a partir da aplicação de questionário junto aos professores que atuam nos cursos formação de professores de Física ofertados por meio da UAB

**Objetivo da Pesquisa:**

o estudo se destina a investigar a relação entre a experimentação mediada pelas interfaces da internet e os cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB a partir da identidade desses cursos e das práticas neles desenvolvidas. Assim, ele visa contribuir com o avanço do conhecimento na área da Educação, especificamente acerca do ensino de Física por meio da experimentação mediada pelas interfaces da internet

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Benefícios:

- i) fomentar novos saberes e fazeres relacionados à experimentação em Física na modalidade a distância
- ii) publicações de autoria dos pesquisadores dos projetos;
- iii) criação de grupos de pesquisa enfocando a experimentação a distância;

**Endereço:** Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **Fax:** (82)3214-1700 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 1.477.580

- iv) oferta de cursos de extensão que enfoquem a experimentação a distância para formação continuada de professores de ciências que atuam no Ensino Médio e no Ensino Superior;
- v) favorecer à comunidade científica uma melhor visão sobre a realidade do uso da experimentação mediada pelas interfaces da internet nos cursos de Formação de professores de Física ofertados por meio da UAB para com isso propiciar que mais e melhores práticas de formação de professores possam ser propagadas
- vi)

**Riscos:**

- i) incômodo de tempo para responder o questionário;
- ii) constrangimento em responder as perguntas.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante para a área da Educação, o projeto é bem escrito e fundamentado, e os riscos são mínimos para os entrevistados, tendo em vista que este tipo de pesquisa não é invasiva sobre os aspectos físicos e mentais;

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto encontra-se de acordo com as normas, considerando a análise ética dos procedimentos da pesquisa, com base na resolução 466. Contudo, há algumas recomendações e pendências.

**Recomendações:**

- Adequar as informações no TCLE em relação ao cronograma;
- Recomenda-se uma revisão gramatical no TCLE, para que os sujeitos da pesquisa compreendam o projeto.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O Protocolo de Pesquisa atende as exigências da Resolução 466/12

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_600583.pdf	16/02/2016 14:11:53		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	projeto.docx	16/02/2016 14:11:32	IVANDERSON PEREIRA DA SILVA	Aceito

**Endereço:** Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **Fax:** (82)3214-1700 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 1.477.580

Investigador	projeto.docx	16/02/2016 14:11:32	IVANDERSON PEREIRA DA SILVA	Aceito
Outros	autorizacao.docx	06/01/2016 01:00:27	IVANDERSON PEREIRA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.docx	06/01/2016 00:54:24	IVANDERSON PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	09/11/2015 15:04:13	IVANDERSON PEREIRA DA SILVA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MACEIO, 31 de Março de 2016

---

**Assinado por:**  
**Deise Juliana Francisco**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A. C. Simões,  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **Fax:** (82)3214-1700 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com