



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ - REITORIA DE ENSINO TÉCNICO, MÉDIO E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO: PRÁTICAS
PEDAGÓGICAS INTERDISCIPLINARES**

ECÍLIO OLIVEIRA PIRES JÚNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS NO PROCESSO
DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

JOÃO PESSOA – PB
2014

ECÍLIO OLIVEIRA PIRES JÚNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS NO PROCESSO
DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com a Escola de Serviço Público do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para a obtenção do grau de especialista.

Orientador: Profº Ms. Jailto Luis Chaves de Lima Filho

JOÃO PESSOA-PB
2014

P667u Pires Júnior, Ecílio Oliveira

A utilização de simulações virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Física [manuscrito] : / Ecílio Oliveira Pires Júnior. - 2014.

52 p. : il. color.

Digitado.

Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Médio, Técnico e Educação à Distância, 2014.

"Orientação: Prof. Me. Jailto Luis Chaves de Lima Filho, Departamento de Letras".

1. Simulações virtuais. 2. Novas tecnologias. 3. Ensino de física. I. Título.

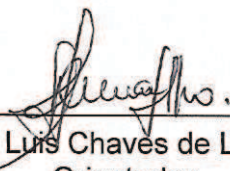
21. ed. CDD 371.3

ECÍLIO OLIVEIRA PIRES JÚNIOR

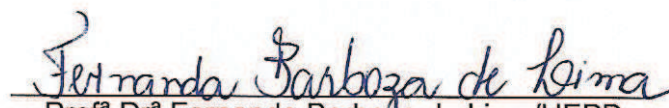
**A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS NO PROCESSO DE
ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com a Escola de Serviço Público do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para a obtenção do grau de especialista.

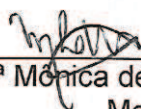
Aprovada em 30/08/2014.



Prof. Ms. Jailto Luis Chaves de Lima Filho/UEPB
Orientador



Profª Drª Fernanda Barboza de Lima/UEPB
Membro de Banca



Profª Drª Mônica de Lourdes Neves Santana/UEPB
Membro de Banca

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que sempre me ensinaram a enfrentar os obstáculos impostos pela vida, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por mostrar os caminhos que eu devo seguir.

Aos meus pais Ecílio e Luzanira, pelo o apoio incondicional e pelo incentivo aos estudos.

À minha esposa Ana Cristina pelo companheirismo e pela compreensão, estando ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus diretores da EEEFM Eng^o José D'Ávila Lins: Marcos Paredes, Ronniery Régis e Adriana Siqueira, por confiarem no meu trabalho.

Ao orientador Prof^o. Ms. Jailto de Lima Chaves Filho, pela sua dedicação e atenção para que esse trabalho fosse realizado.

À Prof^a Dr^a. Soraya Brandão por subsidiar este trabalho através de seus ensinamentos na disciplina de Práticas de Pesquisa.

Aos meus colegas professores, pela amizade e pelos momentos de alegria proporcionados durante árdua tarefa que é ensinar.

Aos alunos, pela gentileza de aceitarem a participar da pesquisa.

Em especial à Universidade Estadual da Paraíba e aos seus docentes, que nos ajudam a trilhar os caminhos da produção científica, sendo assim personagens da formação de um mundo melhor.

A todos os demais, que contribuíram de forma significativa para a elaboração desse trabalho.

“O que move as usinas do desenvolvimento e os trens do progresso? O combustível chamado educação, produzido nas escolas”

João Manuel Simões

RESUMO

Neste trabalho será apresentada a importância da utilização das novas tecnologias, no ensino de Física, para alunos do ensino médio. Na primeira parte serão abordados e discutidos aspectos importantes na relação do ensino de Física no contexto das novas tecnologias ressaltando, a importância da informática como ferramenta de ensino de Física e seus diferentes usos nas práticas pedagógicas. Na metodologia será apresentada uma prática utilizando uma simulação virtual em Java applets de circuitos elétricos com alunos do terceiro ano de ensino médio da EEEFM Engº José D'Ávila Lins situada em Bayeux/PB, também será discutido os resultados obtidos por esses alunos, e por último será concluído que as novas tecnologias aplicadas ao processo de ensino e aprendizagem de Física não resolvem todos os problemas do ensino de Física, mas, se utilizadas de forma planejada podem preencher algumas lacunas desse processo.

Palavras-chave: Simulações virtuais; Novas tecnologias; Ensino de Física.

ABSTRACTS

This work presents the importance of using new technologies in teaching physics to high school students. The first part will be addressed and discussed important aspect regarding the teaching of physics in the context of new technologies emphasizing the importance of computers as a teaching tool in Physics and its different uses in teaching practices. In the methodology practice will be presented in a simulation using Java applets circuit with students of the third year of EEEFM Eng^o José D'Ávila Lins located in Bayeux/PB, also discussed will be the results obtained by these students, and last is concluded that the new technologies applied to the process teaching and learning of physics does not solve all the problems of physics teaching, but if used in a planned can fill some gaps in this process.

Keywords: Virtual Simulations; New Technologies; Teaching of Physics.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Livros didáticos de Física do ensino médio utilizado para análise das propostas de ensino de Física.....	17
TABELA 2 - Estratégias de uso das simulações.....	24
TABELA 3 - Notas dos alunos da turma Alfa.....	42
TABELA 4 - Notas dos alunos da turma Beta.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Familiaridade dos professores com o computador.....	33
GRÁFICO 2 – Regularidade do uso de OA antes do curso.....	34
GRÁFICO 3 – Frequência com que os professores pretendem usar os OA.....	34

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Efeito da tensão na potência de uma lâmpada.....	38
FIGURA 2 – Potência elétrica de lâmpadas ligadas em paralelo.....	38
FIGURA 3 – Potência elétrica de lâmpadas ligadas em Série.....	39
FIGURA 4 – (a) Associação de lâmpadas em série; (b) associação de lâmpadas em paralelo.....	40
FIGURA 5 – (a) Lâmpadas ligadas em serie a uma pilha, (b) Lâmpadas ligadas em série a uma pilha com a polaridade invertida.....	40
FIGURA 6 – Lâmpadas ligadas a uma bateria de 12V.....	41
FIGURA 7 – Circuito elétrico com os dois aparelhos de medidas elétricas.....	41

LISTA DE SIGLAS

BIOE	Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem
DC	Direct Current (Corrente Contínua)
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
DOU	Diário Oficial da União
EEEFM	Escola de Ensino Estadual Fundamental e Médio
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IBM	International Business Machines
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MERLOT	Multimedia <i>Educational Resource for Learning and Online Teaching</i>
OA	Objetos de Aprendizagem
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PHET	Physics Educational Technology
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WAP	Wireless Application Protocol
WWW	World Wide Web

SUMÁRIO

RESUMO	06
ABSTRACT	07
LISTA DE TABELAS	08
LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE SIGLAS	11
INTRODUÇÃO	13
1 O ENSINO DE FÍSICA E AS NOVAS TECNOLOGIAS	16
1.1 O Ensino de Física e as tecnologias da informação e comunicação.....	19
1.2 O uso da informática como ferramenta didática de ensino de Física.....	21
1.3 Estratégias de utilização das simulações virtuais.....	23
2 OS OBJETOS DE APRENDIZAGEM	26
2.1 Onde encontrar os objetos de aprendizagem?.....	28
2.2 O professor como mediador das TIC, dificuldades e limitações.....	29
2.3 Capacitação dos docentes no contexto das novas tecnologias.....	33
3 METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIA	46
APÊNDICE - Avaliação realizada com os alunos.....	48
ANEXO	51

INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio (PCNEM) orientam que é preciso ajudar o aluno a construir uma visão da Física, de tal maneira que ele seja capaz de “compreender, intervir e participar da realidade”, não se restringindo à memorização de fórmulas e resolução mecânica de exercícios. Nesta linha, apontam a necessidade do professor oferecer aos alunos situações que mostrem a Física presente no cotidiano deles, permitindo, assim, a formação de significados.

Muito se comenta sobre o uso de novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, mais especificamente no ensino de Física, mas é importante ressaltar que o planejamento didático é essencial para que as novas tecnologias voltadas para a educação possam fazer a diferença e romper as barreiras do ensino tradicional.

O planejamento didático é extremamente importante para que, as práticas pedagógicas utilizando as novas tecnologias possam ser realizadas de forma eficiente, pois, uma aula mediada a partir do computador nem sempre se caracteriza como uma aula diferenciada. É necessário, por parte do docente preparo e planejamento das estratégias mais acertadas para que não comprometa o processo de aprendizagem e interação dos alunos.

Neste trabalho, serão apresentadas as premissas e os objetivos que nortearam as práticas desenvolvidas na escola, juntamente com o professor de Física e seus alunos, assim como os resultados das dinâmicas, de modo a refletir sobre o encaminhamento de uma proposta cuja finalidade maior é promover a articulação entre tecnologia computacional e aprendizagem escolar, sob a alegação de que é possível utilizar mecanismos, estratégias e ferramentas pedagógicas diferenciadas, no caso, as computacionais, como facilitadores da aprendizagem, enquanto processo que implica na formação de conceitos pelo sujeito aprendiz.

Devido às dificuldades dos alunos de visualizarem alguns conceitos abstratos na área da eletricidade, será proposta uma alternativa que use a experimentação ressaltando a utilização do computador como ferramenta auxiliar para ensinar Física, a prática proposta nesse projeto é um experimento virtual sobre

circuitos elétricos no qual serão abordados os conceitos de potência elétrica, Tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica.

A pesquisa tem como objetivo geral, Articular um tipo específico de tecnologia computacional à aprendizagem de determinados conceitos físicos e os seguintes objetivos específicos: Mapear algumas ferramentas de ensino de Física que podem ser utilizadas com o auxílio do computador; Identificar e avaliar as propostas de ensino de Física nos principais livros didático brasileiros e Investigar como se dá a relação dos docentes mediante a utilização das novas tecnologias no processo educacional.

O trabalho está dividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo é feita uma abordagem das novas tecnologias disponíveis para ensino de Física ressaltando as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nesse contexto foi feita uma análise sobre as propostas pedagógicas dos principais livros de Física utilizados no ensino médio, também abordando a importância da informática como ferramenta de ensino, enfatizando o uso de simulações e animações.

No segundo capítulo será abordado o conceito de objetos de aprendizagem, ressaltando a importância dessas ferramentas pedagógica no processo de ensino-aprendizagem. Também será discutida e analisada a relação dos docentes com as novas tecnologias voltadas ao processo educacional, pois muitos professores ainda oferecem resistência à implantação das ferramentas tecnológicas em suas práticas pedagógicas.

A metodologia empregada no terceiro capítulo será um estudo de caso realizado com 30 alunos do 3º ano do ensino médio da escola estadual Engenheiro José D'Ávila Lins, situada em Bayeux/PB. Os alunos foram divididos em dois grupos de 15 alunos, sendo, que uma das turmas teve uma aula no laboratório de informática da escola utilizando simulações *Java applets* (*softwares* escritos em linguagem Java que não são compilados, ou seja, necessitam de outro programa para executá-los, geralmente estão incorporados a um navegador, *browser*, como o *Internet Explorer* ou *Netscape Navigator*). A outra turma assistiu a uma aula nos moldes tradicionais de ensino. Após as aulas os alunos foram submetidos a uma avaliação escrita e os resultados são analisados.

O quarto capítulo, dedicado às conclusões e considerações finais destaca que não adianta de nada utilizar as novas tecnologias no processo de ensino sem o

devido planejamento didático. Essas ferramentas, se trabalhadas de forma estratégica pelos docentes, podem ser uma boa alternativa para preencher algumas lacunas na educação, embora não se constitua em soluções para todos os problemas relativos ao processo de ensino-aprendizagem de Física.

1 O ENSINO DE FÍSICA E AS NOVAS TECNOLOGIAS

A grande maioria dos professores do ensino médio já leu ou consultou a LDB, de 1996 e os PCN publicados em 1998. Outros documentos importantes são as DCNEM (Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio), PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio), publicados em 2000 e os PCN+ publicados posteriormente. Esses documentos buscam discutir e propor um caminho para melhorar a qualidade do ensino médio.

Ainda de acordo com a proposta de ensino da LDB Andrade & Costa (2006), afirmam que,

As escolas devem praticar a interdisciplinaridade, ou seja, relacionar os conteúdos estudados em duas ou mais disciplinas. Além disso, o professor deve oferecer ao seu aluno exemplos que envolvam seu cotidiano, ou seja, relatos de acontecimentos reais que possam ser relacionados com o conteúdo estudado. Recursos modernos e que possam facilitar a aprendizagem também devem ser utilizados, de modo que o ensino deixe de ser o tradicional, com o professor centralizador da atenção (p. 19).

Não será feita a análise de tais documentos, uma vez que o objetivo e apenas tomá-los com referência para discutir sobre o ensino de Física que é o alvo deste trabalho. As propostas defendidas nos PCNEM foram inspiradas em pesquisas desenvolvidas em diversos países nas últimas décadas, visando um redirecionamento do ensino de maneira geral, que atinge o ensino de ciências como um todo e em particular, o ensino de Física.

O ensino de ciência é uma ótima oportunidade para que as crianças aprendam a se expressar de maneira clara, suas incertezas. Mais do que aprender conteúdos, as aulas de ciências podem servir para auxiliar na maturação dos valores afetivos necessários para o aprendizado.

O processo de aprendizado praticado em diversas escolas do ciclo básico requer que os estudantes permaneçam concentrados em tarefas nem sempre prazerosas, por períodos de tempo progressivamente mais longos. Essas tarefas podem não ser bem sucedidas em várias ocasiões, já que nesses casos o aprendizado depende mais da perseverança do estudante, através desenvolvimento de habilidades afetivas (motivação) e da conectividade (apreensão de informações e métodos de aprender) do que do eventual sucesso na realização de suas tarefas (SCHROEDER, 2007, p. 84).

Segundo Kawamura e Housome (2003) fazer opções por determinadas formas de ação ou encaminhamento das atividades não é tarefa simples, já que

exige o reconhecimento do contexto escolar específico, suas características e prioridades, expressas nos projetos dos professores e alunos e nos projetos pedagógicos das escolas.

Discutir estratégias não deve, também, confundir-se com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula. Mesmo reconhecendo a complexidade da questão, será sempre possível apresentar alguns exemplos, com o objetivo de reforçar o significado que se deseja do trabalho escolar, no que diz respeito mais de perto ao fazer da Física.

Analisando o ensino de Física nas escolas de ensino médio percebe-se claramente várias dificuldades que os alunos possuem em relação ao aprendizado de alguns conceitos abstratos. Este ensino ainda é realizado na maioria das escolas com auxílio apenas do livro didático que aborda os conteúdos, na maioria das vezes, de forma superficial, e propõe como atividades, a resolução de problemas ou exercícios de fixação, tornando dessa forma o aprendizado de Física desinteressante para os alunos.

Por ser o mais contextualizado dos ramos da ciência, a Física apresenta um aspecto extremamente produtivo: podem-se propor atividades experimentais que permitam que as crianças menores de dez anos manipulem diretamente materiais usados e não se limitem a contemplar fenômenos (SCHROEDER, 2007, p. 85).

A maioria dos livros de didáticos de Física editados até 2011 (Tabela 1) priorizam a abordagem de alguns conteúdos em detrimento de outros. Pode-se citar o caso do ensino de óptica em que, boa parte dos livros didáticos abordam exaustivamente a óptica geométrica deixando esquecida a óptica Física, e o caso também da pouca atenção que esses livros dão à Física moderna.

TABELA 1 - Livros didáticos de Física consultados

Livro	Autor	Editadora	Ano
As faces da Física	Carron e Guimarães	Moderna	2008
Curso de Física – Volume 2	Máximo e Alvarenga	Scipione	2007
Física - Volume 2	Gaspar	Ática	2009

Física – Volume único	Bonjorno e Clinton	FTD	2011
Física aula por aula 2	Xavier e Benigno	FTD	2008
Física básica – Volume único	Nicolau, Toledo e Ronaldo	Atual	2009
Os alicerces da Física 2	Kazuhito, Fuke e Carlos	Saraiva	2007
Os fundamentos da Física 2	Ramalho, Nicolau e Toledo	Moderna	2009
Tópica de Física Volume 2	Newton, Helou e Gualter	Saraiva	2007

Para Heckler (2004), os livros didáticos que priorizam a abordagem apenas da óptica geométrica, prejudicam significativamente a evolução histórica do conceito da luz, perdendo assim a oportunidade de trabalhar os fenômenos ópticos que discutem a natureza ondulatória e as teorias da natureza da luz deixando de lado as importantes contribuições dos trabalhos de Newton, Huygens, Young, Fresnel, Maxwell, Einstein, Plank entre outros que participaram da elaboração do modelo conhecido como dualidade onda-partícula para a luz.

Observa-se nos PCNs do ensino médio, a não existência de conteúdos específicos listados, para ser trabalhados em sala de aula, mas, sim generalizações de conteúdos que podem ser desenvolvidos. No caso da óptica, alguns livros analisados da tabela 1, não atendem as orientações propostas pelos PCNs, pois não incluem a natureza quântica da luz, os fenômenos da óptica Física e nem os conceitos quânticos, pacotes de energia, fótons para o efeito fotoelétrico e o efeito Compton, contribuindo assim para análise da importância da Física contemporânea.

A Ótica e o Eletromagnetismo, além de fornecerem elementos para uma leitura do mundo da informação e da comunicação, poderiam, numa conceituação ampla, envolvendo a codificação e o transporte da energia, ser o espaço adequado para a introdução e discussão de modelos microscópicos. A natureza ondulatória e quântica da luz e sua interação com os meios materiais, assim como os modelos de absorção e emissão de energia pelos átomos, são alguns exemplos que também abrem espaço para uma abordagem quântica da estrutura da matéria, em que possam ser modelados os semicondutores e outros dispositivos eletrônicos contemporâneos (PCN, 2000, p. 26).

1.1 Ensino de Física e as tecnologias da informação e comunicação

O computador como ferramenta de ensino, geralmente divide-se em dois momentos: antes e depois do surgimento dos computadores pessoais, o Físico norte americano Alfred Borks foi o pioneiro na utilização do computador como ferramenta no processo de ensino aprendizagem. Em 1979 surgia o primeiro computador pessoal, esse fato provocou democratização no uso da informática. Em 1981 a *International Business Machines* (IBM) lançou no mercado o seu computador pessoal o IBM-PC que se tornou tão popular que foi escolhido um ano depois, a máquina do ano pela revista *Time*.

Em 1984 a *Apple* lançou o computador Macintosh, uma máquina que impressionava pela qualidade da interface gráfica para a época. Ainda na década de 80, Seymour Papert, professor de Matemática no Massachusetts Institute of Technology, em Boston, nos EUA, criou uma linguagem de computador, a LOGO. Esse fato foi impactante para o processo de educação com auxílio do computador.

Porque propiciou poderosas facilidades computacionais para as crianças e um modo completamente diferente de falar sobre educação. Algumas destas facilidades, como os gráficos, foram revolucionárias. considerando o poder computacional disponível naquela altura, e durante muito tempo o Logo foi o único software educacional que permitia aos estudantes desenvolver atividades educacionais com o computador (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003, p.261).

O desenvolvimento da internet, nos anos 80, impulsionou o uso da informática na educação no final desta mesma década surgiu o *World Wide Web* (WWW), que se popularizou por volta dos anos 90. A década de 90 foi significativa para ratificação da informática como instrumento de ensino, pois no mesmo período começam aparecer processadores mais potentes, ocorrem também melhorias nas qualidades gráficas e os custos dos equipamentos tornam-se mais acessíveis aos lares e principalmente à escola.

Conforme Fiolhais & Trindade (2003), o início do presente século foi marcado na informática pelo surgimento de sistemas tecnológicos de comunicação (como o *Wireless Application Protocol* ou WAP e o *Universal Mobile Telecommunications System* ou UMTS), e o desenvolvimento de aparelhos portáteis

com excelente interface gráfica, possibilitando dessa forma, novos horizontes das tecnologias digitais aplicadas à educação.

A busca pela inovação é uma característica marcante da tecnologia, como assinala Oppenheimer (1997), citado em Medeiros & Medeiros (2002),

A revolução da Informática Educacional faz parte de uma história mais longa da Tecnologia da Educação. Desde o início do século XX, várias ondas tecnológicas inovadoras têm assolado a Educação com promessas e perspectivas mirabolantes (p. 77).

De acordo com Studart (2011), as tecnologias de informação e comunicação (TIC) encontram-se em foco na discussão em relação as suas aplicações na educação e que novas tendências devem promover a aplicação dessas tecnologias em novo modelo de educação que consiste em uma mistura entre educação presencial e educação a distância. Ele também aponta,

Para que haja sucesso na aplicação destas TIC nos atuais e em novos modelos educacionais, é necessário que as ferramentas, além de eficientes no processo de ensino e aprendizagem, estejam disponíveis de modo amigável com busca simples e acesso fácil para o usuário em geral. As tecnologias mediadas por computador têm sido exaustivamente abordadas na literatura. Em particular, o uso do computador no ensino de Física foi amplamente discutido numa série de artigos do número especial da *Revista Brasileira de Ensino de Física* de 2002 (p. 145).

Na visão de Moran & Beherens (2000) as tecnologias possibilitam uma ampliação no conceito de aula, espaço e tempo, de comunicação audiovisual, auxiliando um elo entre o ensino presencial e o ensino virtual. É importante lembrar que as tecnologias não são a solução de todos os problemas do processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Heckler (2004) Os progressos das TIC no processo educacional ocorrem de forma bastante acelerado e continuamente nos deparamos com textos, imagens, gráficos que se superpõem simultaneamente, no formato de multimídia em uma mesma tela, na televisão ou no microcomputador, por isso essas ferramentas devem ser explorados nas práticas pedagógicas.

Pode-se entender que as tecnologias são utilizadas há algumas décadas pela televisão e por outras mídias para passar as informações de seus interesses e dessa forma eles conseguem atingir, seus objetivos logo, a ideia é que os profissionais da educação podem utilizar-se das novas tecnologias para alcançar os fins pedagógicos propostos pela escola. É importante ressaltar que, deve haver todo um

planejamento de utilização dessas tecnologias, para a construção do conhecimento por parte dos alunos.

Nesse contexto o computador é a ferramenta chave no processo de uso das novas tecnologias na educação, conforme Valente (1993),

O computador pode ser usado também como ferramenta educacional. Segundo esta modalidade o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador. Estas tarefas podem ser a elaboração de textos, usando os processadores de texto; pesquisa de banco de dados já existentes ou criação de um novo banco de dados; resolução de problemas de diversos domínios do conhecimento e representação desta resolução segundo uma linguagem de programação; controle de processos em tempo real, como objetos que se movem no espaço ou experimentos de um laboratório de física ou química; produção de música; comunicação e uso de rede de computadores; e controle administrativo da classe e dos alunos. Em seguida serão apresentados somente alguns exemplos destes diferentes usos (p. 24-25).

1.2 O uso da informática como ferramenta didática de ensino de Física

A informática tem um papel fundamental nesse cenário de aplicações de novas tecnologias na educação, e mais precisamente no ensino de Física, pois, encontramos várias aplicações deste recurso sendo usadas em mediações, gráficos, avaliações, apresentações, modelagens, simulações e animações.

Andrade e Costa (2006) destacam que,

O emprego das técnicas computacionais no ensino de Física têm fornecido subsídios didáticos importantes tanto para o professor quanto para o aluno. O professor passa a contar com técnicas didáticas diferenciadas, ou seja, que fogem do conceito de ensino praticado na escola tradicional, onde usa-se apenas o quadro negro e giz. Além disso, o uso dessas técnicas computacionais permitem ao aluno o reforço e/ou a compreensão dos fenômenos físicos através de visualização de uma demonstração simulada e sem o uso direto de fórmulas matemáticas (p. 19).

Ainda conforme os autores citados o uso de simulações evita preocupação por parte do docente, a respeito dos materiais utilizados em sala de aula, e também pode preencher algumas lacunas estruturais, como por exemplo, a

falta de um laboratório de Física, pois, os custos de alguns equipamentos estão fora da realidade de muitas escolas brasileiras. Pode-se organizar um laboratório virtual onde alguns conceitos físicos podem ser trabalhados. O autor ainda cita alguns pontos favoráveis ao uso dos *softwares* educacionais:

- Versatilidade (o mesmo *software* pode adaptar-se a diversos contextos);
- Referência visual (o aluno exercita sua memória visual);
- Capacidade de motivação (os alunos, em geral, têm prazer em trabalhar com o computador);
- Pode adequar-se ao ritmo de trabalho de cada aluno;
- Facilidade de recorrência (o aluno não necessita remontar um experimento, apenas manipula o *software*);
- O aluno pode isentar-se de manipulações de fórmulas matemáticas, prendendo-se apenas ao conceito.

De acordo com, Andrade & Costa (2006), as simulações são formas de analisar a realidade conforme um modelo teórico. O professor pode incitar seus alunos para relacionarem as simulações com as situações observadas na realidade, desta maneira estarão adquirindo uma capacidade crítica.

Ainda assim, muitos alunos podem não acreditar que a situação vista na tela do computador esteja funcionando exatamente daquela forma; nesse caso cabe ao professor conduzir a situação discutindo os fatores que fazem com que a situação apresentada na tela do computador não se repita exatamente igual à realidade. Isso levaria o aluno a formular e testar hipóteses buscando uma compressão do fenômeno estudado.

Heckler, Saraiva e Filho (2007) afirmam que,

As animações e simulações são consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam ao tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiado abstratos para serem visualizados através de uma descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados através de uma única figura (p. 268).

Elas possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar. Verifica-se a importância das simulações ou animações como ferramentas didáticas facilitadoras para a aprendizagem de muitos conceitos físicos abstratos, uma vez que os alunos passam a obser-

var a situação proposta pelo professor de forma mais curiosa, pois eles conseguem visualizar e compreender o conceito descrito de maneira mais clara.

Em muitos casos as figuras representadas na lousa pelo professor não são compreensíveis pelos alunos, muitas vezes, devido à falta de habilidade em desenhar. Logo as animações e simulações preenchem essa lacuna facilitando a situação tanto para o professor quanto para os alunos.

O acesso a boas simulações contribui para solucionar algumas questões no ensino das ciências. De fato, os alunos que estão a formar e desenvolver o seu pensamento sobre determinadas matérias científicas encontram problemas típicos que podem ser resolvidos por ambientes de simulação orientados por preocupações pedagógicas. Tal pode ser feito numa fase inicial da aprendizagem dessas matérias, pois os alunos não necessitam de dominar todo o formalismo matemático subjacente para explorar uma dada simulação. Pelo contrário, se aos estudantes só forem fornecidas equações como modelo da realidade, eles serão colocados numa posição onde nada nas suas ideias comuns é parecido ou reconhecido como física. Esta é uma situação que obviamente dificulta a aprendizagem (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003, p. 264).

É extremamente importante o planejamento por parte do docente para administrar as novas tecnologias de ensino de forma, que o aluno possa apropriar-se significativamente do conhecimento.

1.3 Estratégias de utilização das simulações virtuais

Vale ressaltar a relevância do conhecimento do professor para elaborar as estratégias didáticas mais acertadas para a utilização das simulações ou animações, A simples apresentação de uma animação ou uma simulação sem o devido planejamento pedagógico não enriquece a aula, ou seja, nesse caso continua vigente o modelo tradicional de ensino. Segundo, Arantes, Miranda e Studart (2010), as estratégias de utilização das simulações são o diferencial desse recurso tecnológico. A tabela 2 apresenta algumas estratégias para a utilização das simulações.

TABELA 2 - Estratégias de utilização das simulações virtuais.

Estratégias	Descrição
Aulas expositivas	<p>Consiste em visualizar conceitos abstratos como fótons, elétrons, linhas de campo, etc. Além disso, algumas simulações permitem que gráficos sejam construídos em tempo real, à medida que o professor interage com elas.</p> <p>Recomenda-se que o professor proponha questões prévias com o objetivo de trabalhar concepções alternativas do conteúdo em questão.</p> <p>Depois de terem sido apresentados à simulação, os alunos podem rever suas respostas das questões prévias e as conclusões podem ser apresentadas por meio de um registro da aula.</p>
Atividades em grupo	<p>Recomenda-se que os alunos utilizem as simulações em duplas, diretamente na sala de aula. Embora isso seja possível em algumas escolas, sabemos que isso não é regra, pois a maioria das escolas não dispõe de sala de informática e quando dispõe não possui pessoas capacitadas ou autorizadas a operá-las.</p> <p>A principal ideia nesse caso é submeter a dupla de alunos a um roteiro estruturado que lhes possibilite investigar os fenômenos explorando todo o potencial da simulação e todas as relações entre as variáveis do fenômeno.</p>
Lição de casa	<p>É uma estratégia em que o aluno pode visitar a simulação de forma livre ou a partir de um roteiro proposto pelo professor.</p> <p>Além disso, pode ser utilizada para introduzir um novo tópico, ou como um aprofundamento do conteúdo discutido em sala de aula oferecendo assim a oportunidade de que o aluno explore a simulação depois da aula presencial.</p>
Laboratório	<p>É indiscutível a importância da realização de experimentos. No entanto, nas simulações é possível alterar muitas condições de contorno com facilidade, repetir diversas vezes o experimento, explorando diversas combinações de parâmetros, e “ver o invisível” (átomos, elétrons, fótons, campos) a partir das representações presentes nas simulações e que facilitam a interação entre professores e alunos.</p> <p>É importante o uso das ferramentas computacionais usadas em conjunto com atividades experimentais na aprendizagem dos alunos tanto em relação à compreensão dos conceitos físicos envolvidos quanto ao estabelecimento de relações entre teoria e experimento.</p> <p>Além disso, fica evidente que quando os alunos trabalham inicialmente com o computador se mostram mais capazes para integrar teoria e experimento.</p>

Fonte: Adaptado de Arantes, Miranda & Studart (2010).

Conforme Heckler (2004) muitas vezes é mais interessante trabalhar com algumas simulações do que realizar o próprio experimento, pois algumas atividades exigem uma série de condições como pouca luminosidade (a exemplo dos experimentos voltados para o ensino de óptica.), ou o uso de materiais de custos elevados, e a realidade financeira da maioria das escolas brasileira dificultam tal prática pedagógica.

Outro fato evidenciado, que estimula o uso das simulações é que este tipo de atividade também dispensa o aluno de preocupar-se com o material da experiência caso solicitado pelo professor na aula anterior. Com o uso de atividades com o computador a realização da atividade não fica comprometida caso o aluno não traga o material solicitado.

Um dos motivos da utilização de simulações voltadas para o ensino de Física é a dificuldade de condições favoráveis para a realização de experimentos nessa área, pois grande parte das escolas não possui laboratórios de Física e torna-se praticamente inviável a elaboração de atividades experimentais em sala de aula. Então uma alternativa para resolver esse problema é fazendo da sala um laboratório no qual os experimentos são simulados com o auxílio de um computador.

2 OS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Studart (2011) salienta que,

No contexto das TIC, surgiram os chamados objetos de aprendizagem (OA), que têm despertado enorme interesse nos últimos anos para uso no ensino *online* e no presencial. Não existe até o presente uma definição aceita consensualmente pelos pesquisadores, e o consenso mesmo existe apenas na dificuldade de encontrar uma definição definitiva (p. 146).

Para Mc Greal (2004) citado pelo autor acima, os objetos de aprendizagem variam desde ferramentas informáticas até simples objetos cujo propósito é de aprendizagem em um contexto particular ou específico. Studart (2011) ainda cita algumas definições encontradas,

- 1) Qualquer fonte digital que poderá ser reutilizada para a aprendizagem;
- 2) Qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada para aprendizagem, educação ou treinamento (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers;
- 3) Somente objetos digitais que se destinam especificamente a fins educacionais;
- 4) Um objeto de aprendizagem é um arquivo digital (imagem, filme etc.) destinado a fins pedagógicos, quer seja internamente ou via associação, com sugestões do contexto apropriado no qual será usado o objeto;
- 5) Qualquer recurso para suplementar o processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem. O termo objeto de aprendizagem geralmente se aplica a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde o recurso pode ser usado. A ideia básica é de que os OA sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem;
- 6) Blocos de informação que estão à disposição do professor para que este os conecte da maneira que achar mais eficiente para o processo de aprendizagem.

Ainda de acordo com o autor citado,

Pode-se entender que os OA através de suas características de objetos, relacionadas com a informática (não é coincidência o fato de que o termo surgiu a partir da linguagem *object-oriented programming*), ou de aprendizagem, em termos de objetivos, estratégias e modos de aplicação no ensino. Seguindo a filosofia de OA com fins pedagógicos, considero que os OA são objetos digitais disponíveis na web projetados especificamente com objetivos educacionais que podem ser utilizados, reutilizados, referenciados e controlados para criar ou apoiar situações de aprendizagem para uma audiência identificada. Meu interesse em OA no contexto do ensino de ciências concentra-se em audiovisuais, vídeos, animações, simulações e textos multimídia (p. 147)

O autor ainda destaca algumas metáforas para o entendimento das propostas dos OA:

- a) Blocos do Lego. Um dos primeiros a usar a analogia com o brinquedo de blocos de Lego foi Wayne Hodgins, o conhecido “futurólogo estrategista” quando, ao se deparar com seus filhos brincando com os blocos de Lego, fez a associação com unidades de aprendizagem que poderiam ser usadas na educação online. Nesta analogia, os OA seriam unidades de conhecimento que poderiam se juntar para formar estruturas instrucionais e ser reutilizados em outros contextos de aprendizagem. Como salienta Wiley (2000), todo bloco de Lego pode ser combinado com outro bloco de Lego, tais blocos podem ser juntados de qualquer maneira à sua escolha e são tão simples e divertidos que qualquer pessoa pode juntá-los. Entretanto, uma combinação aleatória de OA pode não se tornar uma estrutura relevante e coerente em termos de ensino e aprendizagem.
- b) Átomos/Moléculas. Nesta analogia, deve-se atentar que, diferentemente dos blocos de Lego, nem todo átomo pode ser combinado com outro átomo, que os átomos só podem ser montados em certas estruturas (moléculas, arranjos cristalinos) prescritas pela sua própria estrutura interna e, finalmente, que algum conhecimento e expertise são necessários para juntar átomos.
- c) Materiais de construção. Afirma-se que 85% do trabalho na construção civil dependem de componentes padronizados, como janelas, portas etc., e esses componentes devem ter alto grau de granularidade para permitir uma composição flexível das construções.
- d) Células e organismos mais complexos. Os autores referem-se a uma “ecologia de organismos educacionais”. Um OA seria um organismo autônomo, mas suficientemente adaptável à associação com outro OA de modo a formar organismos vivos mais complexos, que poderiam existir sozinhos ou se complementar com outros OA.

Alguns pesquisadores a exemplo de Sá Filho e Machado (2004) mostram vários aspectos favoráveis ao uso do OA. Primeiramente, a questão da flexibilidade, pois os OA são construídos de forma simples podendo assim, ser reutilizáveis sem nenhum custo de manutenção. Em segundo temos a facilidade de atualização, pois, eles são utilizados em vários momentos, a atualização dos mesmos em tempo real é relativamente simples, bastando apenas que todos os dados relativos a esse objeto estejam em um mesmo banco de informações. Em terceiro, temos a customização, ou seja, os OA podem ser utilizados em diversas áreas de conhecimento, bastando apenas, adaptar para a situação desejada, e por último temos a interoperabilidade, ou seja, eles podem ser utilizados em diversas plataformas de ensino.

Uma ferramenta indiscutivelmente importante no contexto dos OA para o ensino de Física é a modelagem/simulação, pois pode ser útil para que os alunos idealizem um formato para determinados modelos físicos. A exemplo disso, Veit e Teodoro (2002), ressaltam o software *Modellus*, que é utilizado como uma ferramenta didática para modelagem no ensino de ciências e matemática. Os autores desta-

cam ainda, que a palavra modelagem pode ser usada no sentido de representação de um processo, uma vez que um modelo é uma representação simplificada de um sistema, mantendo apenas as suas características essenciais.

Vale salientar que o *Modellus* não é uma linguagem de programação logo, a sua utilização para os fins pedagógicos pode se facilmente adequada, de acordo com as competências e as habilidades propostas pelos PCNEM.

Pires & Veit (2006), elaboraram um site repleto de ilustrações e principalmente simulações interativas do tipo *applet-java*, sobre gravitação, Os autores também utilizaram o TelEduc, que é uma plataforma de ensino a distância, para estabelecer o contato entre o orientador e os alunos.

2.1 Onde encontrar os objetos de aprendizagem?

Conforme Studart (2011) alguns repositórios de OA podem ser encontrados na lista a seguir,

- **PhET** (*Interactive Science Simulations*): lançado por Carl Wieman, Nobel de Física de 2001 o Physics Educational Technology PhET (http://phet.colorado.edu/pt_BR/). Na concepção da palavra não é um repositório, mas é uma biblioteca de simulações interativas (SIM), com fácil e livre acesso, em vários idiomas, oferecendo sugestões para produção de aulas. As SIM são desenvolvidas e avaliadas por especialistas e por estudantes e são produzidas a partir de uma pesquisa de abordagem, com referencial teórico apropriado. Possui atualmente, outras áreas da ciência (Química, Biologia etc.).
- **MERLOT**: O *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching* (www.merlot.org) aborda todas as disciplinas com o repositório central de objetos de aprendizagem. Os temas de cada disciplina são baseados em três critérios: qualidade de conteúdo, eficiência e facilidade de uso. Todos os OA são disponibilizados no repositório apenas após a revisão por pares.
- **LabVIRT**: Criado por Gil Marques e Cesar Nunes no Instituto de Física da USP. Em 2001, mudou-se para a Escola do Futuro e está *online* desde o final de 2002 (<http://www.labvirt.fe.usp.br>), O ambiente disponibiliza várias simulações, elabo-

radas pela própria equipe e outras simulações que foram baixadas dos portais de professores, de várias partes do mundo.

- **ComPadre: *Physics and Astronomy Education*** (<http://www.compadre.org/>)
Recebe o apoio de diversas associações científicas americanas conceituadas, mas restringe-se à Física e à Astronomia, Possui muitas informações sobre, curso, palestras, *workshops*, conferências etc. E também apresenta *links* que redirecionam para outros repositórios de OA.
- **BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais):** (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>), Criado em 2008 pela Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação (SEED-MEC), contemplam uma gama de OA nas mais variada áreas do conhecimento, muitos deles traduzidos para o português. É considerado por vários especialistas como um site referência, na área de novas tecnologias aplicadas à educação.
- **Portal do Professor** (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>): Não pode ser considerado um repositório, mas contém vários OA em diversificadas áreas do conhecimento. Assim como o BIOE, também foi criado em 2008, com a intenção de propiciar um enriquecimento das aulas e das praticas pedagógicas dos professores brasileiros possui várias animações, simulações, experimentos, recursos de áudio visuais etc. que podem ser baixadas e trabalhadas *off-line*.

2.2. O professor como mediador das TIC, dificuldades e limitações

De acordo com Ponte (2000) as TIC têm proporcionado uma grande revolução, na investigação científica, na gestão de projetos, no jornalismo, na medicina, nas empresas, na administração pública e até mesmo nas produções artísticas.

As dificuldades encontradas pelos profissionais de níveis de formação distintos e diferentes remunerações tem ao longo dos anos sido derrubadas, O uso das TIC torna as atividades realizadas pelos profissionais muito mais prazerosas e prazerosas, pois, possibilita uma gama de opções na forma de realização de uma determinada tarefa.

No entanto, as TIC têm tido efeitos muito diversos. Se alguns são extremamente atrativos, outros não deixam de ser francamente problemáticos. Assim, por um lado, elas proporcionam um aumento da rentabilidade, a melhoria das condições do ambiente de trabalho, a diminuição dos índices de perigo e de riscos de acidentes.

Mas, por outro lado, elas possibilitam um maior controle da atividade do trabalhador. Além disso, implicam a necessidade de formação cada vez mais frequente, obrigando, por vezes, a mudanças radicais na própria atividade profissional. O espectro do desemprego torna-se uma realidade cada vez mais presente em muitos sectores. Tudo isso, naturalmente, cria ansiedade e problemas de inadaptação. Ou seja, se podemos legitimamente se entusiasmar com as possibilidades que as TIC trazem para a atividade educativa, nem por isso devemos deixar de estar em alerta para o que pode ser as suas consequências indesejáveis na atividade humana (PONTE, 2000, p.74).

Ainda segundo Ponte (2000) as TIC ao mesmo tempo, que solucionam alguns problemas na educação, também são fontes geradoras de outros problemas, pois muitos softwares educacionais prometem muito e resolvem poucos problemas. Muitos desses *softwares* são muito caros e não atendem as perspectivas do ponto de vista dos educadores, chegando a ser até uma atividade antiética, pois imagine *softwares* que podem fazer trabalhos escolares pelos alunos.

Seymour Papert, no seu livro *A família em rede*, citado em Ponte (2000), comenta:

Não estou cegamente entusiasmado pela tecnologia. A lista de exemplos sobre o modo como a sociedade utilizou inovações tecnológicas é aterradora. Primeiro fizemos centenas de milhões de automóveis e só depois é que nos preocupamos em remediar os prejuízos causados pela desfiguração das nossas cidades, a poluição atmosférica e a alteração do modo de vida dos nossos adolescentes. Porque razão nós, enquanto sociedade, faremos melhor desta vez? (p. 62)

Pode-se entender que, as novas tecnologias infelizmente não são utilizadas apenas para as boas finalidades, cabendo ao professor como um agente de transformação e mediador do conhecimento, estabelecer critérios para o uso das tecnologias na educação. O professor deve ter a sensibilidade para perceber os verdadeiros interesses por trás dos *softwares* educacionais, que são sugeridos muitas vezes por editoras ou terceiros.

As novas tecnologias surgem aqui como instrumentos para serem usados livre e criativamente por professores e alunos, na realização das atividades mais diversas. Esta perspectiva é, de longe, mais interessante que as

anteriores na medida em que pode ser enquadrada numa lógica de trabalho de projeto, possibilitando um claro protagonismo do aluno na aprendizagem. Mas esta perspectiva tem igualmente as suas limitações. Por um lado, muitos dos programas utilitários não foram concebidos tendo em conta as especificidades do processo educativo, nos vários níveis etários, e, por outro lado, nem sempre é fácil a sua integração curricular. Além disso, a utilização das TIC como ferramenta tanto pode ser perspectivada no quadro de atividades de projeto e como recurso de investigação e comunicação, como pode ser reduzida a uma simples aprendizagem, por processos formais e repetitivos, de uns tantos *softwares* e programas utilitários. Ficam, ainda, por equacionar novos papéis para a escola, novos objetivos educacionais e novas culturas de aprendizagem (PONTE, 2000, p. 63).

De acordo com Heckler (2004), muitos professores são formados numa concepção de educação tradicional e, diante dessa realidade alguns simplesmente adotam uma postura passiva, sendo apenas um responsável por repassar o conhecimento sem utilizar muitos recursos tecnológicos devido à precariedade da formação inicial que tiveram.

Ainda observa-se atualmente esse modelo tradicional de ensino nas escolas e até em muitos cursos superiores. Nesse caso, a sala de aula é um ambiente onde um grupo de alunos se reúne, em muitos casos em grupos bastante numerosos, onde todos os alunos são considerados iguais, o professor apresenta os conteúdos e exercícios de memorização e quando utiliza o computador o mesmo ainda é utilizado com fins não necessariamente pedagógicos (simplesmente apresentar textos, figuras, práticas de exercícios mecânicos etc..).

Este modelo de educação torna-se ultrapassado frente à inclusão das novas tecnologias no cotidiano das nossas vidas, das empresas, das indústrias, e do desenvolvimento cada vez mais rápido da rede mundial de computadores e das potencialidades que as mesmas oferecem.

Diante dessa realidade, deve-se repensar a formação dos professores, pois as barreiras que impõem as dificuldades do uso das TIC na educação só poderão ser superadas se houver uma reformulação das práticas pedagógicas nos cursos de licenciatura. É preciso que os professores sejam qualificados para o uso das novas tecnologias disponíveis no processo de ensino aprendizagem.

A informática permite aos alunos uma ampliação dos horizontes do conhecimento, ou seja, eles podem fazer análises gráfica, simular fenômenos que ocorrem no seu cotidiano, analisar imagens, realizar debates em tempo real com o auxílio da internet, elaborar projetos de pesquisas, mostrando assim uma

aproximação professor e aluno, construindo um conhecimento pautado nas tendências pedagógicas modernas.

De acordo com Ponte (2000), os professores que mais utilizam a internet em suas salas aulas são aqueles mais aplicados do ponto de vista pedagógico, ou seja, aqueles que procuram usar métodos inovadores para incitar a aprendizagem dos alunos. Para esses professores não parece haver limites para buscas de alternativas de práticas educacionais voltadas a utilização das novas tecnologias.

Este vê-se agora na contingência de ter não só de aprender a usar constantemente novos equipamentos e programas, mas também de estar a par das novidades. No entanto, mais complicado do que aprender a usar este ou aquele programa, é encontrar formas produtivas e viáveis de integrar as TIC no processo de ensino-aprendizagem, no quadro dos currículos atuais e dentro dos condicionalismos existentes em cada escola. O professor, em suma, tem de ser um explorador capaz de perceber o que lhe pode interessar, e de aprender, por si só ou em conjunto com os colegas mais próximos, a tirar partido das respectivas potencialidades. Tal como o aluno, o professor acaba por ter de estar sempre a aprender. Desse modo, aproxima-se dos seus alunos. Deixa de ser a autoridade incontestada do saber para passar a ser, muitas vezes, aquele que menos sabe (o que está longe de constituir uma modificação menor do seu papel profissional) (PONTE, 2000, p. 76).

Na visão de Ponte (2000), as TIC também podem propiciar uma interação maior entre professor e aluno, principalmente quando a utilização das mesmas, acontece de forma intensa. Na resolução de um problema, na realização de um projeto, na pesquisa e interpretação da informação recolhida, o professor tem que entender profundamente o trabalho do aluno para poder resolver as eventuais dúvidas, e muitas vezes tendo até que realizar alguns reparos em situações não consideradas inicialmente, portanto, o professor passa a ser um parceiro de uma interação de conhecimento com o aluno.

Percebe-se, que diferentemente do modelo tradicional de ensino onde o professor é considerado o detentor do conhecimento, e sua função se resume simplesmente a repassar suas experiências e seus conhecimentos adquiridos para o aluno, o uso das TIC trás uma proposta construtivista de ensino onde o professor troca conhecimento com o aluno e essa construção ocorre de maneira dinâmica e interativa.

As TIC proporcionam uma nova relação dos atores educativos com o saber, um novo tipo de interação do professor com os alunos, uma nova forma de integração do professor na organização escolar e na comunidade profissional.

Os professores vêm a sua responsabilidade aumentar, uma vez que mais do que intervir numa esfera bem definida de conhecimentos de natureza disciplinar, eles passam a assumir uma função educativa primordial. E para isso precisam mudar sua forma dominante de agir: de (re) transmissores de conteúdos, passam a ser (co) aprendentes com os seus alunos, com os seus colegas, com outros atores educativos e com elementos da comunidade em geral.

Este deslocamento da ênfase essencial da atividade educativa da transmissão de saberes para a (co)-aprendizagem permanente é uma das consequências fundamentais da nova ordem social potenciada pelas TIC e constitui uma revolução educativa de grande alcance (PONTE, 2000, p.78).

2.3 Capacitação dos docentes no contexto das novas tecnologias

Para Studart (2011), os minicursos e as oficinas são alternativas extremamente importantes para a qualificação dos docentes ao uso dos OA, pois possibilitam um momento de apresentação, de interação, e uma boa maneira de aumentar a autoeficácia de professores no uso de novas tecnologias.

De acordo com Arantes et. al. (2011), citado em Studart (2011), um estudo exploratório preliminar feito com alguns professores, durante um curso de aperfeiçoamento, mostrou que muitos deles lidam com o computador aplicado à educação sem maiores problemas. Como mostra o gráfico 1.

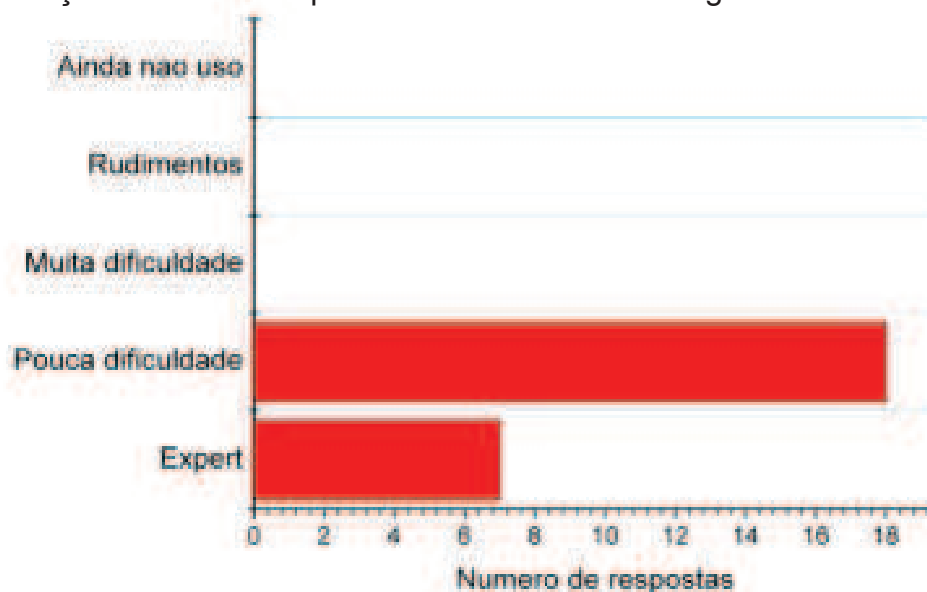


GRÁFICO 1- Familiaridade dos professores com o computador. Fonte: Studart (2011)

O estudo aponta que a maioria dos professores desconhece os OA (Gráfico 2), mas que esta aberta à possibilidade de utilizar os OA, motivando assim seus alunos a aprenderem principalmente os conceitos mais abstratos da Física.

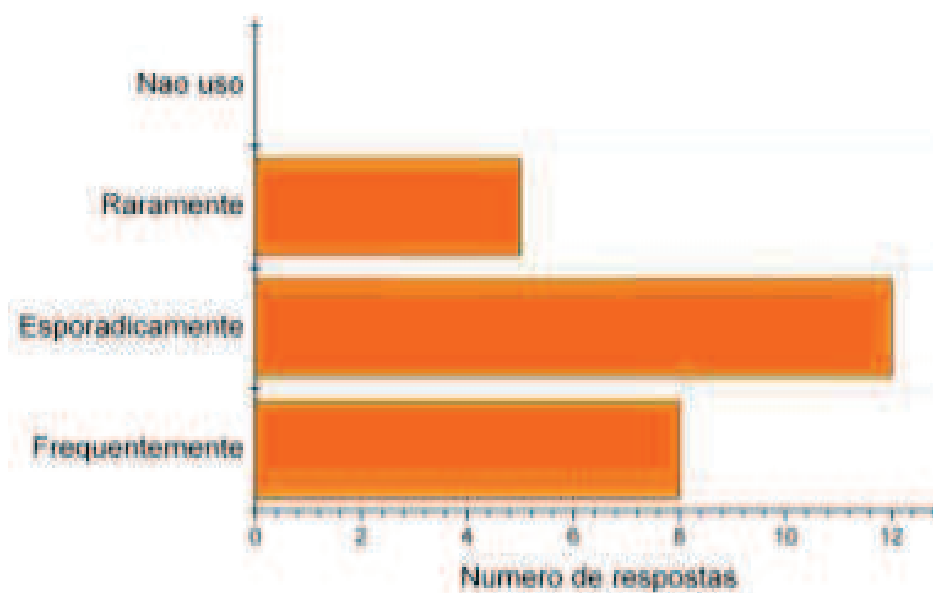


GRÁFICO 2 - Regularidade do uso de OA antes do curso. Fonte: Studart (2011)

Ainda conforme Arantes et. al., (2011), citado em Studart (2011), após o curso os docentes ficaram mais seguros quanto à utilização dos OA no processo de elaboração de seus projetos pedagógicos. O gráfico 3 apresenta a frequência com que os professores pretendem trabalhar com os OA.

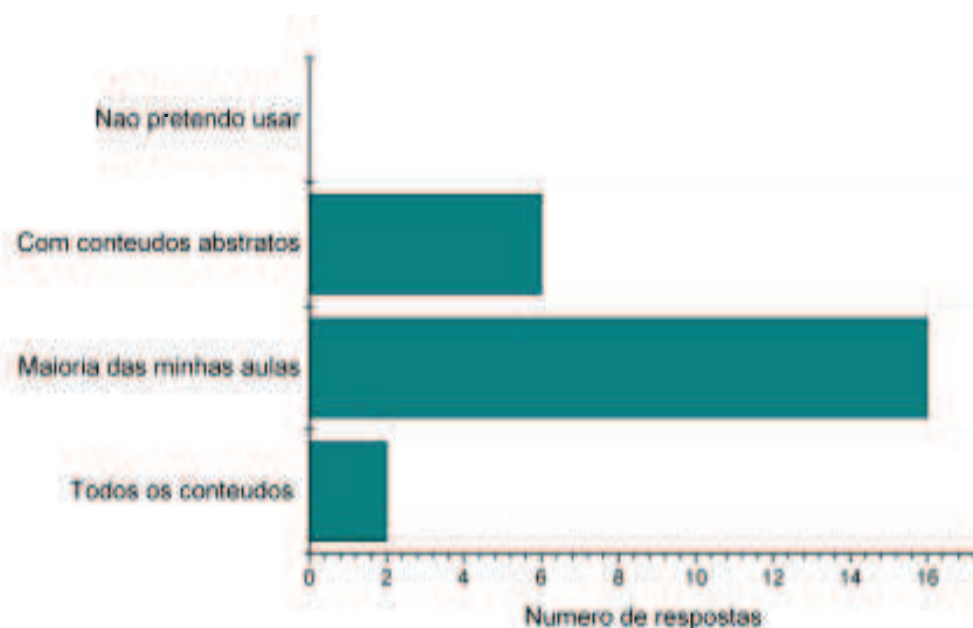


GRÁFICO 3 - Frequência com que os professores pretendem usar os OA. Fonte: Studart (2011)

Observa-se a importância dos cursos de capacitação para que os professores possam interagir com as novas tecnologias, pois muitos professores não utilizam, por exemplo, os OA, por desconhecerem a existência desses materiais e a devida maneira de utilizá-los em sala de aula. Logo os cursos, minicursos, as oficinas se tornam oportunos para despertar a relevância das TIC no contexto educacional.

Segundo Oliveira (2012), é importante a mediação do professor no processo de inserção das novas tecnologias na educação, ou seja, não basta a instalação de laboratórios de informática e salas de multimeios repletas de aparatos tecnológicos, é necessário que o professor saiba conduzir todas as ferramentas disponíveis da forma mais agradável e estimulante para que, os alunos possam interagir e se sentir motivado nas aulas.

3 METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para analisar a importância da inovação nas práticas pedagógicas que envolvem as novas tecnologias no ensino de Física, foi utilizado um estudo de caso. Na EEEFM Engenheiro José D'Ávila Lins, localizada em Bayeux/PB. De acordo com Yin (2001) o estudo de caso surge da necessidade de se compreender fenômenos sociais complexos, permitindo assim que sejam preservadas as características essenciais dos eventos da vida real.

O estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta e análise de dados. Nesse sentido, o estudo de caso não é nem uma tática para a coleta de dados nem meramente uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente (YIN, 2001, p. 8).

Ainda segundo Yin (2001), o estudo de caso pode ser utilizado quando:

- Colocam-se questões do tipo “como” e “por que”;
- O pesquisador tem pouco controle sobre os eventos;
- O foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

Primeiramente foi escolhido aleatoriamente um grupo de 30 alunos do terceiro ano do ensino médio, e subdivididos em dois grupos de 15 alunos, cada. A primeira turma foi denominada de alfa e a segunda de beta e, os alunos das duas turmas assistiram a uma aula de duração de 50 minutos e na semana seguinte foram submetidos a uma avaliação escrita.

Os alunos da turma alfa tiveram aula no laboratório de informática utilizando uma simulação interativa em *Java applets*. Já os alunos da turma beta foram submetidos a uma aula nos moldes tradicionais.

Foi utilizada uma simulação interativa na área de eletricidade, pois, consultando os alunos previamente, a maioria (70%) afirmou ter bastante dificuldade na visualização de conceitos de eletricidade, corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica e potência elétrica.

A simulação utilizada é intitulada de Kit de construção de circuito (DC) criado pelo Grupo *Physics Education Technology (Phet)*, da *University of Colorado at Boulder* e possui os seguintes objetivos:

- Discutir relações básicas de eletricidade.
- Construir circuitos a partir de desenhos esquemáticos.
- Usar amperímetro e voltímetro para fazer leituras em circuitos.
- Fornecer razões para explicar as medidas e suas relações em circuitos.
- Discutir relações básicas de eletricidade em circuitos em série e em paralelo.

A referida simulação em *Java applets* é livre ao público e permite construir circuitos com vários elementos, resistores, lâmpadas elétricas, baterias e interruptores; realizar medidas com voltímetro e amperímetro realísticos; visualizar o circuito em formato de diagrama ou como se apresenta na vida real; pode ser utilizada *off-line*, desde que se faça *download* do programa.

A simulação trabalhada possibilita maior interação do aluno com o computador, pois é ele quem interage e escolhe os elementos que irão compor o circuito. É importante que o aluno tenha um conhecimento prévio sobre circuitos elétricos e o funcionamento de cada um dos seus componentes. Na tela do computador, o aluno pode visualizar a presença de uma corrente elétrica, uma vez que os elétrons (cargas negativas indicadas por bolinhas azuis) estão em movimento em um dado sentido, indicando assim a existência de uma corrente elétrica no sentido contrário, quanto mais rápido o movimento dos elétrons maior é a corrente, o professor deve direcionar a prática para explorar essa situação.

No laboratório de informática, os alunos da turma alfa, acompanharam e fizeram a montagem virtual de circuitos elétricos. Nesse ambiente, a montagem consiste em posicionar o cursor sobre cada componente elétrico, selecionando-o. Para construir o circuito é preciso que os elementos escolhidos sejam agrupados, podemos verificar essa afirmação na figura 1. Os alunos da turma alfa foram orientados pelo professor a investigar a relação existente entre a intensidade do brilho emitido pela lâmpada com a tensão elétrica.

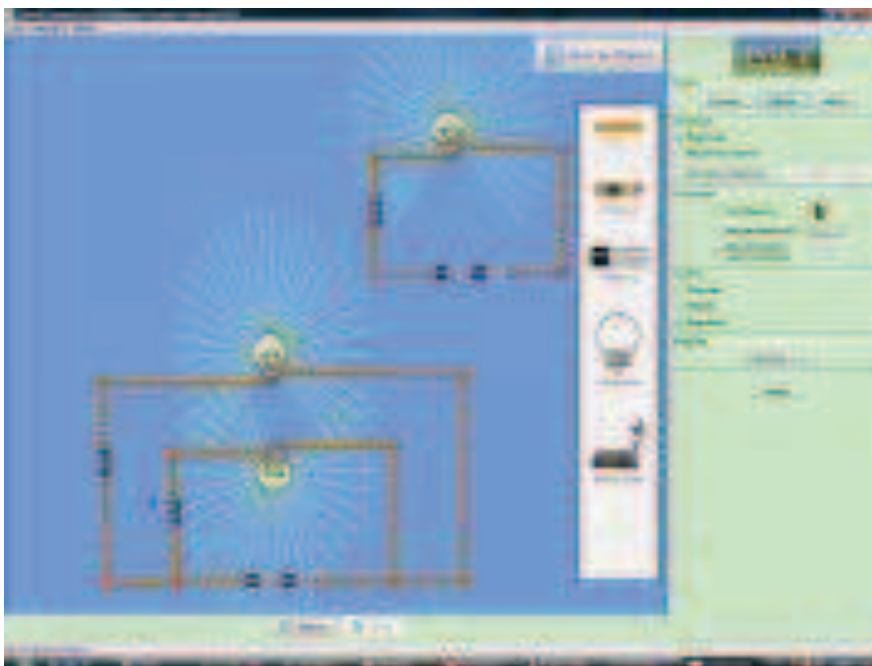


FIGURA 1 - Efeito da tensão na potência de uma lâmpada.

Já nas figura 2 e 3 os alunos foram orientados a investigar a relação da intensidade do brilho emitido pelas lâmpadas com a forma de como elas são associadas no circuito elétrico.

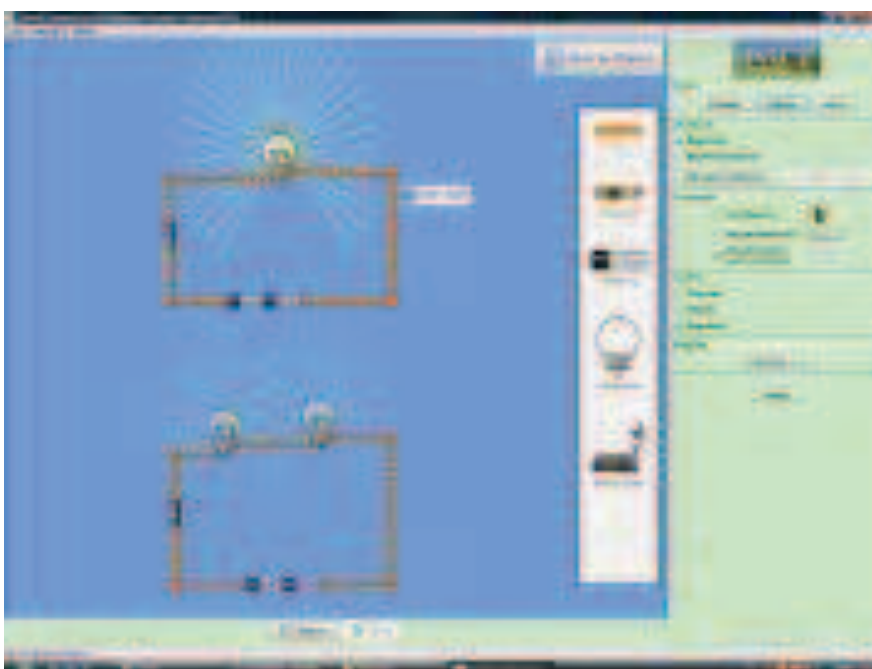


FIGURA 2 - Potência elétrica de lâmpadas ligadas em paralelo. (b) Potência elétrica de lâmpadas ligadas em série.

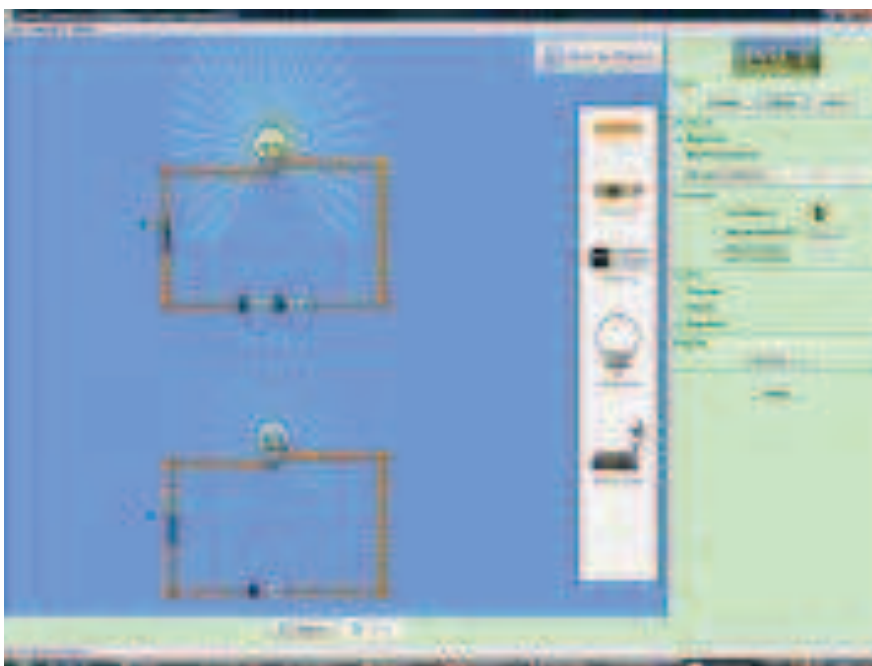


FIGURA 3 - Potência elétrica de lâmpadas ligadas em série.

Na figura 1, a intensidade do brilho das lâmpadas foi comparada e em ambos os casos o brilho de uma lâmpada é explicado pelo número de pilhas (tensão aplicada) e pelo modo de associação, em paralelo (Figura 2) ou em série (Figuras 3).

Uma grande vantagem no ambiente virtual é a de que corrente e tensão elétrica podem ser facilmente medidas em qualquer parte do circuito, sem riscos ou dificuldades em relação aos medidores (multímetro ou amperímetro), por meio do movimento de bolinhas azuis que representam os elétrons num fio condutor. Logo o aluno passa a perceber que a potência elétrica dissipada por cada lâmpada depende da tensão elétrica e da intensidade da corrente elétrica na qual ela é submetida.

Após as aulas utilizando a simulação citada para a turma alfa e o modelo tradicional para turma beta, os alunos das duas turmas foram submetidos a uma mesma avaliação escrita contendo as seguintes questões,

- 1) Um carregador de celular, que pode ser ligado à saída do acendedor de cigarros de um carro, traz a seguinte inscrição:

TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO: 24W

POTÊNCIA CONSUMIDA: 150V

Essa instrução foi escrita por um fabricante com bom conhecimento prático, mas descuidado quanto ao significado e uso correto das unidades do Sistema Internacional (SI), adotado no Brasil.

- a) Reescreva a instrução, usando corretamente as unidades de medida do SI.
 b) Calcule a intensidade da corrente elétrica utilizada pelo aparelho.
- 2) Um eletricista instalou numa casa, com tensão de 220V, 10 lâmpadas iguais. Terminado o serviço, verificou que havia se enganado, colocando todas as lâmpadas em série (figura 4-a). Corrigindo o erro, ele colocou todas as lâmpadas em paralelo (figura 4-b).

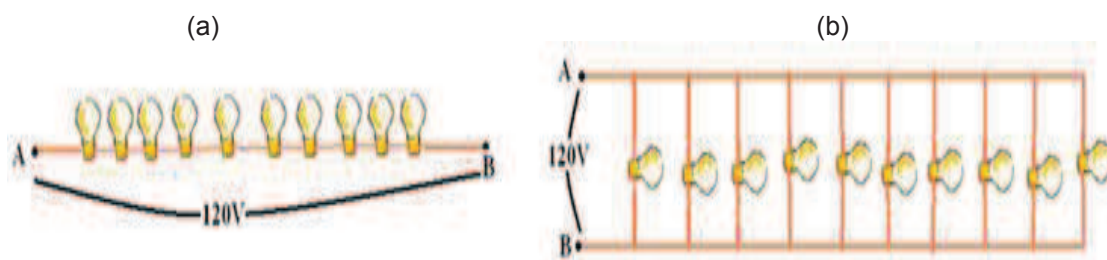


FIGURA 4- (a) Associação de lâmpadas em série; (b) associação de lâmpadas em paralelo.

Fonte: http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_elt_6.htm

Suponha que a resistência das lâmpadas não varie com a corrente. Após a modificação explique o que ocorreu com a intensidade do brilho emitido pelas lâmpadas.

- 3) Duas lâmpadas incandescentes A e B são ligadas em série a uma pilha, conforme a figura 4-a, A brilha mais que B. Um novo arranjo é feito, figura 4-b, onde a polaridade da bateria é invertida no circuito.

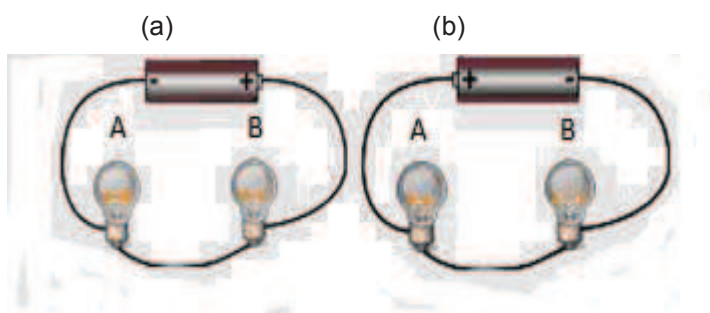


FIGURA 5 - (a) Lâmpadas ligadas em série a uma pilha, (b) Lâmpadas ligadas em série a uma pilha com a polaridade invertida.

Fonte: http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_elt_6.htm

Descreva o que ocorre com as resistências elétricas das duas lâmpadas e as suas respectivas luminosidades na nova situação.

- 4) Duas lâmpadas iguais, de 12V cada uma, estão ligadas a uma bateria de 12V, como mostra a figura 5.



FIGURA 6 - Lâmpadas ligadas a uma bateria de 12V.

Estando o interruptor C aberto, as lâmpadas acendem com intensidades iguais. Ao fechar o interruptor C, descreva o que ocorre com as lâmpadas A e B.

- 5) A figura abaixo é um circuito elétrico,

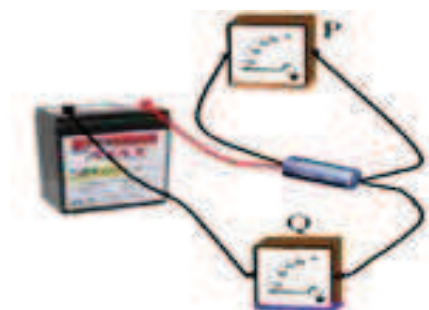


FIGURA 7 - Circuito elétrico com os dois aparelhos de medidas elétricas.

Fonte: http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_elt_11.htm

Para determinar a resistência elétrica desse circuito, um eletricitista utilizou dois aparelhos de medidas elétricas P e Q. Baseado nos seus conhecimentos de eletricidade identifique os aparelhos P e Q, justificando sua resposta.

A turma alfa obteve uma média geral de 6,23 conforme apresentado na tabela 3.

TABELA 3 - Notas dos alunos da turma Alfa.

Turma Alfa	
Aluno	Nota
A	2,0
B	2,0
C	3,5
D	4,0
E	4,0
F	4,5
G	5,0
H	7,0
I	7,0
J	8,0
K	8,5
L	9,0
M	9,0
N	10,0
O	10,0
Média geral	6,23

A turma beta obteve uma média geral de 4,17 conforme apresentado na tabela 4.

TABELA 4 - Notas dos alunos da turma Beta.

Turma Beta	
Aluno	Nota
A	1,0
B	1,0
C	1,0
D	2,0
E	2,0
F	3,0
G	3,0
H	3,5
I	4,0
J	4,0
K	5,0
L	5,0
M	7,0
N	8,0
O	10,0
Média geral	4,17

Logo, os alunos da turma Alfa que foram submetidos a uma aula com utilização de simulação virtual, de forma planejada e direcionada para que eles pudessem se apropriar do conhecimento sugerido, obtiveram média geral maior do que os alunos da turma Beta.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se que os alunos da turma alfa que tiveram uma aula com recursos computacionais, demonstraram mais interesse pela aula no laboratório de informática em contrapartida, os alunos da turma beta que mostraram certo grau de interesse no início da aula no modelo tradicional, mas, depois de certo tempo foi observado certa desmotivação. Isso comprova a importância da inovação em sala de aula que é essencial para o andamento das práticas pedagógicas envolvendo as novas tecnologias.

O planejamento didático é a ferramenta mais importante para que o professor possa aliar a teoria à prática. De nada adianta ter todos os recursos tecnológicos disponíveis, se o professor não souber conduzir esses recursos, logo, o planejamento torna-se indispensável para direcionar as práticas pedagógicas de forma eficaz para facilitar o aprendizado do aluno.

É de extrema importância que as escolas estejam abertas para as possibilidades da utilização das novas tecnologias, no processo de ensino e aprendizagem. A variedade de recursos educacionais na área de ensino de Física que podem ser utilizados com o auxílio do computador é muito vasta e cabe ao docente planejar e definir as estratégias mais acertadas para que o conhecimento possa ser apropriado de forma significativa pelos alunos.

O trabalho mostra a importância de uma boa proposta pedagógica e que não há modelo a ser seguido, no entanto, há certos tópicos que se assimilados e assumidos pela comunidade escolar, poderão auxiliar na construção de um projeto inovador, que atenderá aos anseios da coletividade. Partindo desse princípio, o diálogo entra como ponto básico. É refletindo e discutindo sobre a prática escolar, seja ela do professor ou do aluno, que se chegará aos objetivos comuns.

O uso do computador para ensinar Física também potencializa a motivação dos discentes. Grande parte dos alunos prefere utilizar o computador ao invés de materiais didáticos tradicionais como livros, caderno e lápis. Essa metodologia atrai a atenção dos alunos pelo fato de ser diferente do modelo tradicional no qual se observa que os alunos estão saturados. Deve-se destacar mais uma vez que o planejamento da aula por parte do professor faz toda a diferença para que o computador possa ser utilizado de forma inovadora.

Convém pontuar que num mundo em que as mudanças sociais, econômicas e culturais são constantes, e acontecem de forma quase meteórica, o que exige da sociedade e de suas instituições, novas formas de organização. Nesse contexto, cabe à escola, como instituição educativa, por excelência, prover-se de mecanismos que verdadeiramente levem à superação da ausência de valores sociais.

Somente um Projeto Político Pedagógico inovador e libertador poderá dar conta desse papel. De acordo com Moraes (2006), um projeto pensado coletivamente, articulado aos anseios da comunidade escolar, pode também auxiliar a instituição denominada escola a trilhar o caminho dialético, histórico, cuja contradição é entendida como possibilidade de superação e não de exclusão.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.M, COSTA, DA, S.S. O uso de simulações computacionais para o ensino de óptica no ensino médio. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v.1, n.2, p. 18-29, agosto, 2006.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S. Marcio; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

FIOLHAIS & TRINDADE, Carlos Jorge. Física no Computador: O computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira no Ensino da Física*, n.3, vol. 25, p. 259-272, setembro, 2003.

HECKLER, V; SARAIVA, F. F. O; FILHO, K. S. O 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, junho, 2007.

HECKLER, VALMIR. Uso de simulações e imagens como ferramentas de ensino/aprendizagem de ótica. 2004. 228f. Dissertação (Mestrado em ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

KAWAMURA, M.R.D e HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo ensino médio. *Física na escola*, v.4, n.2, novembro, 2003.

MEDEIROS e MEDEIROS, C.F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais ao Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v.24, n.2, p.77-86, julho, 2002.

MORAES, Denise Rosana da Silva. O caminho percorrido para a construção do Projeto Político-Pedagógico do Colégio Estadual Barão do Rio Branco, em Foz do Iguaçu no Paraná: Uma experiência a ser compartilhada. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Área de Concentração: Aprendizagem e Ação Docente, da Universidade Estadual de Maringá, UEM, 2006.

MORAN, J. M; MASETTO, M. T. ; BEHERENS, M. A. *Novas tecnologias e mediações pedagógicas*. Campinas: Papyrus, 2000.

OLIVEIRA, JOSÉ SÁVIO. Professor X TICs: dificuldades ou comodismo? *Diálogos educacionais em revista*, vol. 3, n. 1. p. 99-111, Junho, 2012. Disponível

em:<<http://dialogoseducacionais.semed.capital.ms.gov.br/index.php/dialogos/article/view/54/97>>. Acesso em: 19 mar, 2014.

PIRES, M. A. VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, p. 241-248, junho, 2006.

PONTE, JOÃO PEDRO DA. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: Que desafios? Revista Ibero-Americana de Educación. OEI. N. 24, p. 63-90, setembro, 2000. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie24f.htm>>. Acesso em: 21 mai, 2014.

SÁ FILHO, C. S.; MACHADO, E. de C. O computador como agente transformador da educação e o papel do Objeto de Aprendizagem. Documento online publicado em 17/12/2004: Disponível em: <<http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?materia=5939>>. Acesso em: 18 mai, 2014.

SCHROEDER, C. A importância da Física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 89-94, março, 2007.

STUDART, N., Objetos de aprendizagem no ensino de Física: um recurso pedagógico moderno para professores e alunos. In: Práticas Pedagógicas, Linguagem e Mídias: desafios à Pós-graduação em Educação em suas múltiplas dimensões / Helena Amaral da Fontoura e Marco Silva (orgs.). Rio de Janeiro: ANPED Nacional, 2011. Disponível em: <<http://www.fe.ufrj.br/anpedinha2011/ebooks.html>>. Acesso em 13 abr, 2014.

VALENTE, J. A. Os diferentes uso do computador na educação. Campinas:UNICAMP, 1993.

VEIT, E. A. TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os novos Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, n. 2, junho, p.87-96, 2002.

YIN, Robert K. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE

Avaliação realizada com os alunos

AVALIAÇÃO DE FÍSICA-CIRCUITOS ELÉTRICOS			
Nome: _____			NOTA
3° Ano	Turma: _____	Prof: _____	
Data: _____			

01) Um carregador de celular, que pode ser ligado à saída do acendedor de cigarros de um carro, traz a seguinte inscrição:

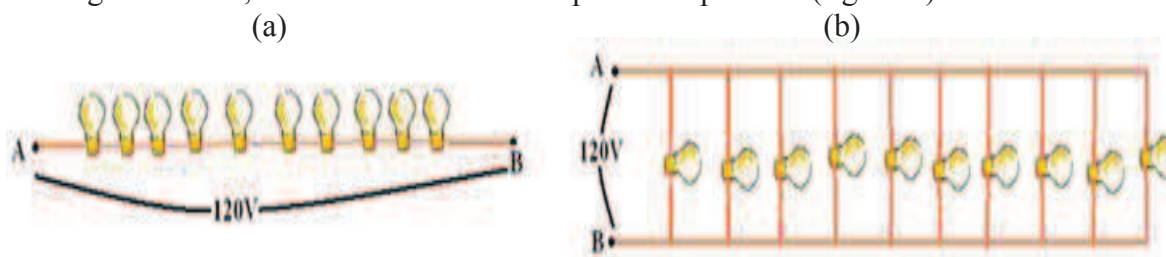
TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO: 24W
POTÊNCIA CONSUMIDA: 150V

Essa instrução foi escrita por um fabricante com bom conhecimento prático, mas descuidado quanto ao significado e uso correto das unidades do Sistema Internacional (SI), adotado no Brasil.

a) Reescreva a instrução, usando corretamente as unidades de medida do SI.

b) Calcule a intensidade da corrente elétrica utilizada pelo aparelho.

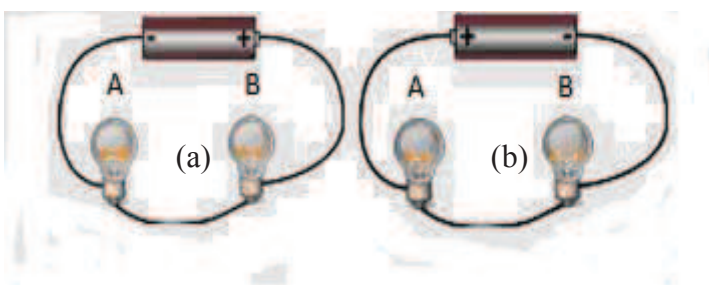
02) Um eletricista instalou numa casa, com tensão de 220V, 10 lâmpadas iguais. Terminado o serviço, verificou que havia se enganado, colocando todas as lâmpadas em série (figura-a). Corrigindo o erro, ele colocou todas as lâmpadas em paralelo (figura-b).



Fonte: http://www.fisicaestibular.com.br/exe_elt_6.htm

Suponha que a resistência das lâmpadas não varie com a corrente. Após a modificação explique o que ocorreu com a intensidade do brilho emitido pelas lâmpadas.

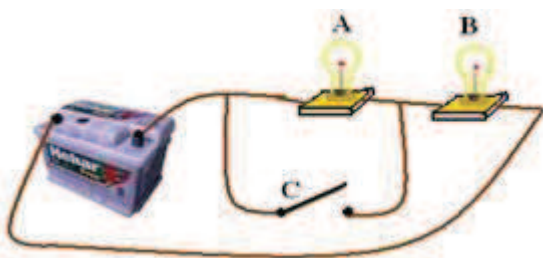
03) Duas lâmpadas incandescentes A e B são ligadas em série a uma pilha, conforme a figura a, A brilha mais que B. Um novo arranjo é feito, figura b, onde a polaridade da bateria é invertida no circuito.



Fonte: http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_elt_6.htm

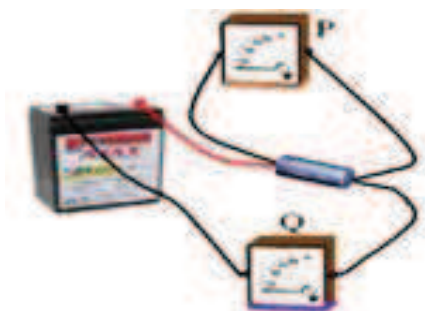
Descreva o que com as resistências elétricas das duas lâmpadas e as suas respectivas luminosidades na nova situação.

04) Duas lâmpadas iguais, de 12V cada uma, estão ligadas a uma bateria de 12V, como mostra a figura .



Estando o interruptor C aberto, as lâmpadas acendem com intensidades iguais. Ao fechar o interruptor C, descreva o que ocorre com as lâmpadas A e B.

05) A figura abaixo é um circuito elétrico,



Fonte: http://www.fisicaestibular.com.br/exe_elt_11.htm

Para determinar a resistência elétrica desse circuito, um eletricitista utilizou dois aparelhos de medidas elétricas P e Q. Baseado nos seus conhecimentos de eletricidade identifique os aparelhos P e Q, justificando sua resposta.

Obrigado por participar desse valoroso instrumento de avaliação.

ANEXO

Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física

Representação e comunicação

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.
- Investigação e compreensão
- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar.
- Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.
- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

Contextualização sociocultural

- a. Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- b. Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- c. Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.
- d. Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- e. Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.