



O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO APOIO AO CURRÍCULO DA SEE-SP PARA A DISCIPLINA DE FÍSICA

Diego Delovo Rossi

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Agda Eunice de Souza Albas

Presidente Prudente

Agosto/2015

O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO APOIO AO CURRÍCULO DA SEE-SP PARA A DISCIPLINA DE FÍSICA

Diego Delovo Rossi

Orientador:
Agda Eunice de Souza Albas

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Nome do Membro da Banca

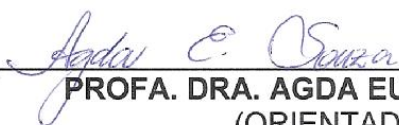
Dr. Nome do Membro da Banca

Dr. Nome do Membro da Banca

Presidente Prudente

Agosto/2015

BANCA EXAMINADORA



PROFA. DRA. AGDA EUNICE DE SOUZA
(ORIENTADORA)



PROF. DR. CELSO XAVIER CARDOSO
(FCT/UNESP)



PROF. DR. CARLOS ALBERTO TELLO
(FCT/UNESP)



PROF. DR. JOÃO RICARDO NEVES DA SILVA
(UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ)



DIEGO DELOVO ROSSI

PRESIDENTE PRUDENTE, 31 DE AGOSTO DE 2015.

RESULTADO: APROVADO

FICHA CATALOGRÁFICA

R741u	<p>Rossi, Diego Delovo. O uso de simulações virtuais como apoio ao currículo da SEE-SP para a disciplina de Física / Diego Delovo Rossi – Presidente Prudente : [s.n], 2015 xii, 33 f. : il.</p> <p>Orientador: Agda Eunice de Souza Albas Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia Inclui bibliografia</p> <p>1. Ensino de Física. 2. Metodologia. 3. Material de apoio. I. Rossi, Diego Delovo. II. Albas, Agda Eunice de Souza. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. IV. Título.</p>
-------	--

Dedicatória

“A meus pais,
que me ensinaram a questionar,
ousar, e acima de tudo,
batalhar pelos meus objetivos”

Agradecimentos

Creio que a realização de um trabalho acadêmico como este se deve não só ao esforço deste que vos fala, mas sim de várias outras pessoas que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste feito. Assim, nada mais justo que, neste momento, eu possa expressar a minha gratidão e reconhecimento do papel desses que colaboraram para a concretização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos:

À Prof^a. Dr^a. Agda Eunice de Souza Albas que prestou-se extremamente atenciosa para auxiliar-me no desenvolvimento e realização desta pesquisa, bem como as sugestões fornecidas em todos os encontros para o desenvolvimento deste trabalho.

A meus pais, Valdemar e Dora, pelo constante apoio e dedicação, sendo sempre minha base de apoio.

Aos professores do programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Polo 16 da Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente – pelas aulas e todo o conhecimento transmitido durante as mesmas.

Aos amigos Jefferson Toschi e Sérgio Mantovani pela companhia nestes dois anos de trabalho nas viagens para as aulas.

Aos alunos e toda a equipe da Escola Estadual João Brásio, em Panorama – SP, e da Escola Estadual de Ensino Integral 9 de Julho, em Dracena – SP.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pelo auxílio financeiro concedido através da bolsa de estudo na vigência do mestrado.

Resumo

Este trabalho fornece uma série de atividades experimentais virtuais associadas às atividades propostas pelo currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, que, além de contribuir para a melhora da qualidade de ensino desta ciência, sugere um material de apoio ao professor que possa subsidiar uma nova postura metodológica para sua prática docente. Foram selecionadas simulações virtuais e elaboradas atividades compatíveis com várias situações de aprendizagem propostas pelo currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo para a disciplina de Física, de modo que ao final do trabalho todas essas atividades foram armazenadas em um blog para acesso de professores que demonstrem interesse em novas alternativas para desenvolvimento de suas aulas, utilizando ainda assim o referido currículo. A metodologia adotada para o desenvolvimento das atividades experimentais simuladas tomou como base a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. O desenvolvimento do trabalho mostra que a prática docente adotada e as atividades desenvolvidas despertaram um maior interesse nos estudantes, além de colaborar com a execução do currículo estabelecido pela Secretaria da Educação. Acredita-se que, além de os objetivos propostos, o desenvolvimento deste trabalho contribuiu, certamente, com o crescimento profissional do educador e o desenvolvimento intelectual dos alunos.

Palavras chave: Ensino de Física, Metodologia, Material de apoio.

Abstract

This work supports a range of virtual experimental activities associated with the activities proposed by the curriculum of the *Secretaria da Educação do Estado de São Paulo*, which, besides contributing to the improvement of the teaching quality of this science, suggests a material to support the teacher who can subsidize a new methodological stance to their teaching practice. Virtual simulations and elaborate activities were selected compatible with various learning situations proposed by the curriculum of the São Paulo State Education to the discipline of physics, so that the end of the work all these activities were stored in a blog for teachers access showing interest in new alternatives for the development of their classes, still using the said curriculum. The methodology adopted for the development of simulated experimental activities was based on the significant learning Ausubel theory. The development of this work shows the teaching practice adopted and the activities developed aroused greater interest in students, as well as, collaborate with the execution of the established curriculum by the *Secretaria da Educação*. It is believed that, in addition to the proposed objectives, the development of this work contributed to the professional growth of educators and the intellectual development of students.

Keywords: Physics Teaching, Methodology, Supporting Material.

Memorial descritivo do autor

No ano de 1994, iniciei meus estudos na pré-escola na ainda Escola Estadual de Primeiro Grau Professor Jair Luiz da Silva, situada na cidade de Junqueirópolis, estado de São Paulo. No ano seguinte, tendo sido aprovado, iniciei os estudos na primeira série do Ensino Fundamental I na mesma escola. Devido ao processo de municipalização ocorrido na cidade em 1995, a Escola Professor Jair Luiz da Silva acabou sendo fechada, e tive que cursar meus estudos da segunda e terceira séries do Ensino fundamental I na Escola Municipal Professora Neyde Macedo Brandão Fernandes, também localizada em Junqueirópolis. Em 1998, com a reabertura da Escola Professor Jair Luiz da Silva que então passou a chamar-se Escola Municipal Professor Jair Luiz da Silva, voltei a estudar nesta escola, concluindo aí meu Ensino Fundamental I com a quarta série.

Em 1999, iniciei meus estudos no Ensino Fundamental II na Escola Estadual Professor Idene Rodrigues dos Santos, onde cursei desde a quinta até a oitava séries do Ensino Fundamental II, ainda na cidade de Junqueirópolis. Nesse período, tive contato com a disciplina de Ciências, onde passei a me interessar bastante pelos assuntos nela abordados, justamente por explicarem fenômenos cotidianos cujos quais sempre me chamaram muito a atenção.

No ano de 2003, iniciei meus estudos no Ensino Médio também na Escola Estadual Professor Idene Rodrigues dos Santos, concluindo-os no ano de 2005. Nesse período, tive então a certeza que gostaria de seguir meus estudos na carreira docente, passando a me interessar bastante pela disciplina de Física, curso para o qual acabei prestando o vestibular 2006 da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, tendo optado então pelo campus de Presidente Prudente por estar localizado próximo a cidade da qual residia.

Sendo aprovado no vestibular, iniciei meus estudos acadêmicos no ano de 2006 na universidade citada anteriormente. Cursei então a Licenciatura em Física no período de 2006 a 2009, sempre que possível participando de mini-cursos e palestras oferecidas nas chamadas “Semanas da Física”, que ocorriam uma vez ao ano, promovidas pelos próprios alunos do curso com participações de professores do próprio campus ou até mesmo de outras universidades. Nessas palestras, o que

sempre me chamava mais atenção eram as atividades do curso voltadas à docência no Ensino Médio, me motivando então a seguir essa carreira. Em 2009, para finalizar o curso então, escrevi meu trabalho de conclusão de curso, sob orientação da professora Andreia Cristiane Silva Wiezzel, do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, com o título: “A percepção dos alunos sobre o ensino de Física no Ensino Médio”, no qual, por meio deste, procurei investigar as concepções de alunos da 3ª série do Ensino Médio acerca do gostar ou não gostar da Física ensinada durante o Ensino Médio.

Depois de um período de aproximadamente um ano e meio, voltei aos estudos quando tive a oportunidade de ingressar num curso de Especialização semi-presencial oferecido aos professores da rede estadual de ensino. O curso era de Especialização em Ensino de Física, oferecido pelo programa REDEFOR (Rede de Formação de Professores), em parceria com a Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Nesta especialização, fazíamos parte das atividades via internet, estando em contato direto com nossos tutores, e a outra parte das atividades fazíamos na Diretoria de Ensino de Adamantina, ou na escola nas quais possuíamos a nossa sede de controle de frequência – no meu caso, era a Escola Estadual Geraldo Pecorari, localizada na cidade de Junqueirópolis, estado de São Paulo. Para finalizar a especialização, escrevi um trabalho de conclusão de curso sob orientação do professor Juracyr Ferraz Valente Filho, do Laboratório de Nanoestruturas e Interfaces e também professor do REDEFOR, da UNICAMP. O título do meu TCC foi “Análise da Concepção de alunos da 1ª série do Ensino Médio acerca de dados sobre o Sistema Solar”, no qual busquei analisar as concepções trazidas pelos alunos do Ensino Fundamental II a respeito de dados sobre o Sistema Solar, que são abordados na disciplina de Física na primeira série do Ensino Médio, com a finalidade de saber quais os conceitos defasados e os realmente assimilados para uma melhor prática pedagógica.

Iniciei minhas atividades docentes ainda cursando a Licenciatura em Física, atuando entre os anos de 2008 à 2013 em escolas particulares e públicas, como professor contratado, na Diretoria de Ensino de Adamantina. Ao final de 2013, passei no concurso de PEB II, tendo assumido meu cargo efetivo em 2014 na Escola Estadual João Brásio, situada na cidade de Panorama – SP. Atualmente

estou designado como professor de Física na Escola Estadual de Ensino Integral “9 de Julho” na cidade de Dracena – SP.

Devido ao fato de estar em pleno exercício de minhas atividades docentes, me interessei em participar do Mestrado Profissional oferecido pela UNESP – Campus de Presidente Prudente, pelo fato deste estar localizado próximo a cidade cuja qual resido, e também para adquirir o conhecimento necessário visando contemplar meus alunos com a motivação na aprendizagem da disciplina de Física, além de fornecer subsídios aos demais professores na melhor escolha de atividades que tornem as suas aulas mais agradáveis e prazerosas. Acreditei nesta oportunidade como sempre acreditei em todas as outras que surgiram no decorrer de minha vida, e mais ainda por ser uma oportunidade inserida dentro de um ramo que sempre despertou meu interesse e curiosidade, que é a Física e os seus métodos e técnicas de ensino.

Devido às dificuldades encontradas por mim no decorrer da minha trajetória enquanto docente, usando o currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, busquei desenvolver este trabalho como forma de conseguir trabalhar com atividades alternativas àquelas propostas pelo currículo. Busquei uma forma de contornar obstáculos muitas vezes encontrados por nós professores, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de materiais e locais adequados nas escolas para o desenvolvimento de atividades práticas, que são propostas pelo atual currículo. Creio que este trabalho contribuiu com o meu desenvolvimento enquanto educador e pesquisador, bem como, com a melhoria das aulas de outros professores que se interessem em encontrar alternativas para sanar dificuldades encontradas no desenvolvimento das aulas de Física na rede pública estadual de ensino.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Referencial Teórico.....	5
2.1 Aprendizagem Significativa.....	5
2.2 Currículo da Secretaria da Educação do Estado.....	7
2.3 A importância da Atividade Experimental no Ensino de Física.....	9
2.4 O uso da Tecnologia da Informação e Comunicação no Ensino.....	11
3. Metodologia.....	14
3.1 Seleções das Atividades Experimentais Simuladas.....	14
3.2 Público Alvo.....	17
3.3 Produto final - <i>Blog</i> e atividades catalogadas.....	17
4. Resultados e Considerações Finais.....	22
Referências Bibliográficas.....	30

1. Introdução

Nos últimos anos, tem sido observada uma grande deficiência do ensino de Física nas escolas públicas brasileiras. Vários fatores podem ser pontuados como responsáveis para tal situação, como por exemplo, a dificuldade de professores que não têm formação na área, o número insuficiente de aulas semanais, e também, as precárias condições de trabalho de algumas escolas. Fatores como estes contribuem para que os alunos vejam a Física como uma disciplina, muitas vezes, sem sentido e sem utilidade, acarretando em um completo desinteresse e desmotivação. Para Piassi (1995) *apud* Gomes & Castilho (2010) o desinteresse dos alunos pela Física, se explica pelas deficiências e falhas na formação dos professores. O ensino de Ciências continua sendo uma caricatura muito pobre daquilo que o conhecimento científico requer na formação dos estudantes. E o currículo da disciplina de Física é baseado em “fórmulas” e definições desvinculadas das necessidades da formação dos estudantes e de conhecimentos científicos relevantes (PIASSI, 1995). Sabe-se que as dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino geral e particularmente o ensino de Física não é recente. (GOMES & CASTILHO, 2010). Como consequência, são comumente observados resultados insatisfatórios nas avaliações, tanto internas, como externas às unidades escolares, como por exemplo, nos vestibulares e ENEM, dentre outras. Sendo assim, o desafio que o sistema educacional tem pela frente é de implantar no espaço escolar, atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa” e, também, que os conteúdos sejam ministrados levando em consideração o cotidiano do aluno. Só assim despertarão interesses pela ciência e conseqüentemente aprenderão e compreenderão de fato os fenômenos da Física (ARAÚJO & ABIB, 2003).

No intuito de melhorar a qualidade do ensino, no ano de 2008, foi implantado, no Estado de São Paulo, o novo Currículo da Secretaria da Educação (SEE) para os níveis de Ensino Fundamental - Ciclo II e Nível Médio da educação nas escolas públicas do estado. Este currículo, de acordo com as vivências do autor do presente trabalho, propõe metodologias distintas da forma tradicional de ensino, no qual, o

professor deixa de atuar unicamente como depositante de informações e sapiências e o aluno deixa de ser um mero receptor que copia o que o professor dita.

Na Física, por exemplo, o currículo da SEE propõe novas estratégias de ensino, cujo enfoque principal é a contextualização dos fenômenos físicos, que, até então, não passava de simples memorização de equações matemáticas, muitas vezes sem sentido real para o aluno. Como atividade integrante deste currículo, é comum a proposta de uma atividade experimental prática para ser realizada em sala de aula. Entretanto, observa-se que a maioria das escolas públicas ainda não possui um espaço adequado para a realização destas atividades, além de não dispor de equipamentos e materiais necessários para a realização das mesmas. Diante deste contexto corriqueiro, o professor necessita adaptar estas atividades, com a difícil tarefa de mantê-las eficazes no processo de aprendizagem do aluno. Em escolas que não possuem a infraestrutura de laboratórios, por exemplo, os professores improvisam as atividades experimentais propostas na própria sala de aula, sem nenhuma segurança. Em alguns casos, o professor opta por não realizá-las, devido às inúmeras dificuldades encontradas para seu desenvolvimento. Desta maneira, o processo de ensino aprendizagem da disciplina de Física acaba se tornando deficiente, pois as atividades experimentais deixam uma lacuna nas sequências didáticas propostas, momento em que os alunos, de fato, poderiam observar, na prática, a teoria vista nos livros e assim atribuírem algum sentido ao aprendizado da Física. Nesse sentido, as atividades experimentais são umas das melhores estratégias a serem adotadas no ensino das ciências, pois não só associa a aprendizagem à operação da realidade e favorece o entendimento das leis e conceitos, como também é uma das maneiras mais divertidas e lúdicas de se ensinar e aprender Física de modo significativo e consistente. Só assim, podemos minimizar as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem e despertar o interesse dos indivíduos para se produzir ciência (CERBARO, 2009).

Diante deste cenário, surgem as seguintes questões: Como tornar a Física atraente para os alunos dentro do contexto do currículo da SEE? Como conciliar a atividade experimental com a realidade de infraestrutura inadequada de algumas escolas? Existe alguma maneira de se substituir uma atividade experimental prática

por outra virtual que atraia o aluno da mesma forma que um experimento prático atrairia?

Considerando a relevância da problemática apresentada, é proposto, neste trabalho, uma seleção e aplicação de atividades experimentais virtuais, que possam substituir algumas atividades práticas do currículo de Física da SEE. A proposta de se substituir o experimento prático pelo virtual é condizente com a atual infraestrutura da maior parte das escolas do estado. É sabido que, a maioria das escolas públicas estaduais que não possui um laboratório para realização das atividades práticas, contam com uma sala ambiente de informática. Nestas salas, em geral, há uma quantidade suficiente de computadores para atender a uma turma, além de um estagiário que auxilia os professores durante a utilização da sala. Desta maneira, os experimentos virtuais podem ser trabalhados em substituição aos práticos propostos pelo currículo, pois, de acordo com Medeiros (2002), as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes. (MEDEIROS, 2002).

Assim sendo, este trabalho prevê a possibilidade de realização de atividades experimentais virtuais como apoio ao currículo de Física da SEE para as três séries do Ensino Médio. Um dos objetivos desta proposta foi, portanto, elaborar atividades com a utilização de simulações virtuais compatíveis com as situações de aprendizagem trazidas pelo atual currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Outro objetivo foi catalogar essas atividades em um *blog*, disponibilizado na *web*, como um produto capaz de subsidiar os demais professores para o desenvolvimento de suas aulas, utilizando, de forma eficiente, as tecnologias de informação e comunicação. Ao final do desenvolvimento deste trabalho, o material de apoio desenvolvido permite a possibilidade de utilização destas atividades como alternativa ou até mesmo em substituição das atividades práticas no ensino de Física.

Este trabalho dispõe de embasamento teórico e metodologias aplicadas, que podem ser verificadas nos capítulos descritos a seguir.

No Capítulo 2 é apresentado referencial teórico, onde se faz uma breve explanação sobre a Aprendizagem Significativa, sobre o currículo da SEE, a importância da atividade experimental no ensino de Física e, também, sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino.

A metodologia da pesquisa é apresentada no Capítulo 3. Neste capítulo é descrita a seleção das atividades experimentais simuladas na execução do trabalho, o público alvo da pesquisa e a preparação das atividades que fazem uso das simulações, bem como a criação de um *blog* para divulgação das mesmas, produto final desta pesquisa.

Por fim, o Capítulo 4 traz os resultados e discussões obtidos com a realização das atividades desenvolvidas. Também são apresentadas algumas conclusões ou considerações sobre o desenvolvimento deste trabalho.

2. Referencial Teórico

2.1 Aprendizagem significativa

As mudanças aceleradas em reformas curriculares que vem ocorrendo nos últimos 30 anos trouxeram consigo um grande problema essencialmente educacional. Trata-se da aprendizagem e seu desenvolvimento nos indivíduos que acompanham e vivenciam tais mudanças. Observa-se, atualmente nas escolas, que o conceito de aprendizagem precisou se tornar mais dinâmico, no qual é necessário levar em conta o indivíduo que aprende, juntamente com os saberes de cada um. É neste contexto que se aborda o conceito de “aprendizagem significativa”.

Segundo o psicólogo norte-americano D. P. Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Em outras palavras, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente, *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos ou proposições relevantes*, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 1999, p. 153).

Pelizzari e colaboradores (PELIZZARI, 2002), explica de forma simples que, na teoria de aprendizagem de Ausubel, é necessário valorizar os conhecimentos prévios dos alunos para construir uma estrutura mental. E, tal estrutura mental se desenvolve utilizando instrumentos que permitam descobrir concepções, muitas vezes, equivocadas de um conceito e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz.

Pelizzari (2002) também aponta que:

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação de seu conhecimento prévio (PELIZZARI, 2002, p.38).

Quando o significado não é atribuído e incorporado à estrutura prévia de conhecimento dos alunos, o aprendizado passa a ser mecânico, isto é, as novas informações são assimiladas e compreendidas, porém esquecidas, pois não interagem com os conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Diante deste contexto, Valente (1999) propõe que:

A aprendizagem pode ocorrer basicamente de duas maneiras: a informação é memorizada ou é processada pelos esquemas mentais e esse processamento acaba enriquecendo esses esquemas. Neste último caso, o conhecimento é construído. Essas diferenças em aprender são fundamentais, pois em um caso significa que a informação não foi processada e, portanto, não está passível de ser aplicada em situações de resolução de problemas e desafios. Essa informação, quando muito, pode ser repetida de maneira mais ou menos fiel, indicando a fidelidade da retenção. Por outro lado, o conhecimento construído está incorporado aos esquemas mentais que são colocados para funcionar diante de situações problema ou desafios. Neste caso, o aprendiz pode resolver o problema, se dispõe de conhecimento para tal ou deve buscar novas informações para serem processadas e agregadas ao conhecimento já existente. (VALENTE, 1999, p.89)

Para que a aprendizagem significativa efetivamente ocorra, é necessário reconhecer a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento. Para tanto, tem se percebido mudanças na política educacional ou legislações voltadas para a educação, de modo a modificar paradigmas de ensinar e aprender nas escolas. Desta forma, enquanto educador, há uma preocupação particular em garantir a aprendizagem significativa dos alunos nos dias atuais. As reformas educativas que vem acontecendo ao longo das últimas décadas não apenas acompanham o desenvolvimento e as mudanças que vem ocorrendo na sociedade, mas, principalmente, tem o intuito de oferecer conteúdos e novas metodologias eficazes de aprendizagem. No ensino de Física, por exemplo, a simples transmissão e memorização de conceitos e equações, já não fazem sentido algum para o aprendizado dos alunos, tão pouco lhes garantem uma aprendizagem significativa. É neste contexto que se pode afirmar que as reformas educacionais não devem ocorrer apenas nos processo de aprendizagem, mas, principalmente na prática pedagógica do professor na sala de aula. A reforma educacional é necessária tanto para conteúdos, como para os métodos de ensino. Santos (2015) menciona em seu trabalho que, só assim o educador pode compreender que seu verdadeiro papel não

é dar aulas, mas sim, provocar a aprendizagem (SANTOS, 2015; PELIZZARI, 2002).

Segundo o autor:

O nosso principal papel como professores, na promoção de uma aprendizagem significativa é desafiar os conceitos já aprendidos, para que eles se reconstruam mais ampliados e consistentes, tornando-se assim mais inclusivos com relação a novos conceitos. Quanto mais elaborado e enriquecido é um conceito, maior possibilidade ele tem de servir de parâmetro para a construção de novos conceitos. Isso significa dizer que quanto mais sabemos, mais temos condições de aprender. O papel docente de desafiar deve ser insistentemente aperfeiçoado. Precisamos construir nossa forma própria de “desequilibrar” as redes neurais dos alunos. Essa função nos coloca diante de um novo desafio com relação ao planejamento de nossas aulas: buscar diferentes formas de provocar instabilidade cognitiva. Logo, planejar uma aula significativa significa, em primeira análise, buscar formas criativas e estimuladoras de desafiar as estruturas conceituais dos alunos. Essa necessidade nos poupa da tradicional busca de maneiras diferentes de “apresentar a matéria”. Na escola, informações são passadas sem que os alunos tenham necessidade delas, logo, nossa função principal como professores é de gerar questionamentos, dúvidas, criar necessidade e não apresentar respostas (SANTOS, 2015, p.3).

As reformas educacionais, portanto, devem ser interpretadas pelos educadores como uma promoção à aprendizagem significativa. Deve ser administrada como uma poderosa ferramenta metodológica para formar cidadãos conscientes. Este conjunto de percepção e utilização de práticas curriculares coloca o professor em seu verdadeiro papel de agente transformador social, contribuindo para que o mesmo busque, sempre que necessário, novas estratégias de ensino que priorizem a aprendizagem significativa.

2.2 O Currículo da Secretaria da Educação do Estado

Com vistas a garantir a aprendizagem significativa, o currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE) foi reformulado em 2008, com a intenção de tornar o conhecimento especializado da atualidade um instrumento de todos (SÃO PAULO, 2010).

Este novo currículo foi inserido para complementar as Lei de Diretrizes e Bases – LDB (Lei 9394/1996) que, na época, deslocou o foco do “ensino” para a “aprendizagem”, tornando essencial o direito de aprender e não mais a liberdade de

ensino, até então recomendado pelos currículos escolares (LDB, 1996). Dessa forma, o currículo da SEE tem como foco principal uma escola que aprende e atua como um espaço de cultura, além de priorizar competências leitoras e escritoras como eixo central de aprendizagem em todas as áreas do conhecimento (SÃO PAULO, 2010; LDB, 1996).

Para auxiliar a implantação do novo currículo, foram disponibilizados, pela SEE, subsídios que reúnem uma série de documentos para orientar educadores, dirigentes e gestores a atuarem efetivamente na prática educativa para que as escolas se tornassem aptas a preparar seus alunos para os desafios contemporâneos. Deste conjunto de documentos, aqueles dirigidos especialmente aos professores são compostos pelos *Cadernos do Professor*, os quais são, atualmente, organizados semestralmente por disciplinas, em um conjunto de aulas denominadas *Situações de Aprendizagem*. Supõe-se, então, que estes Cadernos foram elaborados para oferecer uma aprendizagem significativa e de qualidade e não mais uma quantidade excessiva de conteúdos. Com isso, os alunos adquirem competências de alfabetização científica, humanista, linguística, artística e técnica, tornando-se cidadãos críticos capazes de avaliar a importância do aprendizado além dos limites da escola (SÃO PAULO, 2010).

Neste contexto, as disciplinas pertencentes às áreas específicas do conhecimento deixam de estabelecer fronteiras entre si, como por exemplo, as ciências Químicas, Físicas e Biológicas, que, embora exibam objetos próprios de estudo, também apresentam conceitos, métodos e procedimentos comuns. Além disso, sua grande área, a Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abrange dimensões filosóficas que levam ao conhecimento científico e tecnológico atual. Com isso, a Física apresenta um papel de destaque, uma vez que vem participando efetivamente das revoluções tecnológicas que mudaram profundamente a História, principalmente a partir da metade do último século. Portanto, a Física é interpretada como elemento básico para compreensão do mundo contemporâneo, deixando de se concentrar em simples memorização de equações matemáticas ou repetições automatizadas de procedimentos em situações artificiais e abstratas. O objetivo de se ensinar conteúdos de Física é promover a habilidade dos estudantes a traduzir fisicamente o mundo moderno real. Entretanto, para atingir este objetivo, foi

necessária a seleção de alguns tópicos da Física, uma vez que o tempo destinado ao Ensino Médio para este componente curricular é insuficiente para abranger todos os conteúdos. Embora ainda sejam abordados os campos das áreas tradicionais da Física, como Mecânica, Termodinâmica, Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna, com a implantação do novo currículo da SEE, são estabelecidas novas formas de enfoque teórico. Esta nova metodologia almeja uma interpretação de fenômenos físicos sem a necessidade de expressá-los mediante o uso de ferramentas matemáticas. Esta contextualização de conceitos não reduz os conhecimentos específicos do professor de Física, apenas coloca-o como um mediador competente para instigar e atrair seus alunos para a investigação. Igualmente, os alunos não deixarão de aprender os conteúdos específicos da Física, porém, terão uma formação que lhes oferece uma habilidade de traduzir fisicamente o mundo moderno, seus desafios e as possibilidades que o intelecto humano oferece para representar esse mundo (BRASIL, 1997; BRASIL, 2002; SÃO PAULO, 2010).

2.3 A importância da Atividade Experimental no ensino de Física

Nos últimos anos, muitos estudos são dedicados à melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Física, tanto no Brasil, como em diversos outros países. A grande maioria destes estudos revela que a realização de atividades práticas (atividades experimentais em laboratório, ou fora dele) é uma das maneiras mais eficazes de se obter uma aprendizagem significativa dos fenômenos que envolvem a Física. Por isso a importância das atividades experimentais, as quais são mecanismos de aproximar os estudantes da Física de uma forma mais concreta. Sobretudo, tais atividades estimulam o aluno a pensar, criar hipóteses, analisar um problema e propor soluções, como também desperta o interesse pela pesquisa científica (SANTOS et al,2004). De acordo com Carlos (2009) e Rosa (2003), esta é uma estratégia de relacionar teoria e prática, proporcionando a aproximação do conhecimento com o contexto social e cultural real dos alunos (CARLOS, 2009; ROSA, 2003).

Segundo Araújo e Abib (2003), apud Rosa (2003):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos. (p.177).

Neste contexto, pode-se afirmar que as atividades experimentais são importantes para uma aprendizagem significativa da Física, desde que o educador tenha a clareza e consciência dos seus reais objetivos no processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, de acordo com o que propõem Araújo e Abib (2003), uma das modalidades da experimentação mais utilizadas refere-se ao emprego de atividades de demonstração. Provavelmente, a característica mais marcante dessas atividades é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas. Ainda, segundo os autores, uma modalidade de uso da experimentação, que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes, relaciona-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que estas concepções se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que os cerca. (ARAÚJO E ABIB, 2003).

O currículo de Física da SEE de São Paulo propõe a realização de atividades experimentais como um quesito essencial para construção do processo de aprendizagem significativa do aluno. No *Caderno do Professor*, em cada conjunto de aulas, ou seja, em cada *Situação de Aprendizagem*, é recomendada a realização de experimentos simples, porém com uma sequência didática que permite ao estudante raciocinar, refletir e questionar em diferentes dimensões do que lhe está sendo ensinado. Este material didático pode ser colocado em prática com sucesso, desde que haja tempo, materiais e local apropriado para sua aplicação. Porém, na maioria

das escolas do Estado de São Paulo, ainda não há infraestrutura adequada para a execução destas atividades propostas o que pode provocar algumas falhas na implantação deste atual sistema educacional. Estas falhas podem e devem ser corrigidas com o empenho, investimento e comprometimento dos gestores e educadores, uma vez que, cada um reconheça qual é a sua verdadeira função na educação brasileira.

2.4 O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino

As novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) foram umas das poucas inovações tecnológicas que provocaram grandes mudanças econômicas e sociais nas últimas décadas, em todas as áreas de atividade humana. Segundo Barbosa (2004), o sistema educacional faz parte destas mudanças e nele inclui-se, principalmente, o uso de computadores e da rede mundial de computadores – a Internet. No Brasil, o sistema educacional tem recebido importantes investimentos governamentais para implementação de programas para o uso destas novas tecnologias nas escolas (BARBOSA, 2004).

Estes investimentos decorrem, também, da legislação educacional brasileira. Documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais, já recomendavam o uso destas tecnologias:

É indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras (BRASIL, 1997, p.67).

É neste sentido que as TICs tem se tornado essencial nos currículos educacionais e suas disciplinas. Porém, o processo de assimilação das TICs é longo e envolvem, principalmente, mudanças nos saberes docentes (RODRIGUES, 2009).

Segundo Araújo e Abib (2003), a utilização de novas tecnologias associadas à experimentação tem possibilitado o uso cada vez mais frequente de computadores, uma vez que o emprego de tecnologias modernas está se tornando cada vez mais acessível nos meios educacionais. Diante disto, os computadores podem ser considerados como uma importante ferramenta de auxílio ao ensino de Física,

apresentando imensas potencialidades de uso. Ainda, segundo os autores, de acordo com a maneira com que os computadores são utilizados é possível dispor de uma importante ferramenta capaz de criar condições que podem auxiliar no aprimoramento de diversas habilidades dos estudantes, como a sua capacidade crítica de interpretação e análise, a criatividade, a elaboração de hipóteses, entre outras, ao mesmo tempo em que os coloca em contato direto com instrumentos tecnológicos bastante atuais. (ARAÚJO & ABIB, 2003).

No ensino de Física, por exemplo, o uso de computadores e *softwares* em sala de aula pode ser uma alternativa viável para motivação, percepção e reflexões dos estudantes diante de certos fenômenos, contribuindo, assim, com o processo de ensino-aprendizagem estabelecido pelo sistema educacional atual. Os computadores mostram um grande potencial no desenvolvimento e aquisição de conhecimento, quando usado de forma apropriada, como parte integrante deste processo de ensino-aprendizagem. Um exemplo de uso de computadores nas aulas de Física é a aplicação de *softwares* de simulação experimental (VOGLER, 2004).

As simulações computacionais vão muito além de uma simples animação. Elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual. As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, ou ainda, de situações, sistemas ou fenômenos. As simulações computacionais de Física podem ser bastante úteis quando o experimento real é impossível de ser reproduzido na prática, pelos estudantes. Experimentos que oferecem perigo ou risco ao estudante, atividades experimentais de alto valor aquisitivo, bem como fenômenos que acontecem muito lentamente ou muito rapidamente (que fogem à percepção humana), também podem ser substituídos por atividades experimentais simuladas. O uso das atividades experimentais simuladas, quando utilizadas adequadamente e oportunamente, podem trazer benefícios ao aprendizado do estudante. Dentre tais benefícios, pode-se destacar que as simulações permitem aos estudantes coletarem rapidamente uma grande quantidade de dados, gerarem e testarem hipóteses; permitem uma versão simplificada da realidade, diluindo os conceitos abstratos das teorias vistas em sala e, ao mesmo tempo, tornando-os mais concretos para os estudantes; permitem, ainda, a percepção do importante papel das atividades experimentais de

Física, bem como a compreensão mais aprofundada dos fenômenos físicos (MEDEIROS, 2002; MORAIS, 2007). Um determinado fenômeno pode ser simulado no computador, bastando para isso que um modelo desse fenômeno seja implementado na máquina. Ao usuário da simulação, cabe a alteração de certos parâmetros e a observação do comportamento do fenômeno, de acordo com os valores atribuídos (VALENTE, 1999, p. 95).

Os benefícios que as atividades experimentais simuladas trazem ao ensino de Física podem ser ajustados com o atual currículo proposto pela SEE de São Paulo. Considerando situações específicas de infraestrutura inadequada ou deficiente para executar atividades experimentais práticas de Física da grande maioria das escolas públicas estaduais, as atividades experimentais simuladas podem ser consideradas uma estratégia para garantir a construção do conhecimento pelo aluno, seguindo a linha proposta pelo atual currículo. De acordo com Valente (1999), computadores, *tablets* e até mesmo celulares, podem ser um importante recurso para promover a passagem da informação ao usuário ou facilitar o processo de construção de conhecimento (VALENTE, 1999, p. 89). Sendo assim, as atividades experimentais simuladas têm potencial para substituir algumas atividades experimentais práticas, propostas nas *Situações de Aprendizagens*, do *Caderno do Professor* da SEE, de modo que o currículo possa ser trabalhado em sua íntegra.

Diante dessas constatações, o presente referencial sustenta a proposta deste trabalho, visto que o mesmo analisa a construção de atividades que façam uso de simulações virtuais, e desta forma, sejam concebidas como uma forma alternativa de trabalho para o professor que atue na rede pública estadual de São Paulo no desenvolvimento das aulas de Física com o atual currículo. É válido ressaltar que, enquanto nos experimentos reais os alunos investigam determinada situação, com as simulações os mesmos apenas visualizam determinados fenômenos. Esta diferença não é considerada como empecilho para o desenvolvimento das aulas de Física, já que a intenção da utilização das simulações é facilitar o trabalho do professor diante de tantas adversidades encontradas nas escolas, apresentadas anteriormente, bem como a garantia da aprendizagem significativa dos alunos.

3. Metodologia

3.1 Seleções das Atividades Experimentais Simuladas

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa para obter simulações experimentais compatíveis com as atividades práticas propostas no *Caderno do Professor e do aluno* de Física da SEE, para as primeiras e terceiras séries do Ensino Médio. Deste levantamento bibliográfico, foram aplicados cinco experimentos virtuais, descritos na **Tabela 3.1** logo abaixo.

Série do EM	SA abordada no <i>Caderno do Professor e do aluno</i>	Característica	Atividade Experimental Simulada proposta para a aula	Característica
1ª	O torque em situações de equilíbrio	Atividade experimental de construção e utilização de balança de braço para comparar torques em situações de equilíbrio estático	Balançando (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balancing-act); Acesso em 20/08/2014.)	Simulação virtual para a visualização dos torques produzidos com a utilização de diferentes massas em uma gangorra.
3ª	Conhecendo as linhas de campo de um ímã	Atividade experimental para elaboração de hipóteses e verificação de campo magnético gerado por um ímã	Ímã e bússola (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnet-and-compass); Acesso em 10/08/2014.)	Simulação virtual que mostra o comportamento de uma bússola imersa nas linhas do campo magnético terrestre.
3ª	Campo magnético de uma corrente elétrica	Atividade experimental de interação entre corrente elétrica e campo magnético	Ímãs e eletroímãs (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnets-and-electromagnets); Acesso em 10/08/2014)	Simulação virtual que mostra as linhas de campo magnético de um ímã e o funcionamento dos eletroímãs
3ª	Gerando eletricidade com um ímã	Atividade experimental para geração de eletricidade utilizando bobina e ímã	Laboratório de eletromagnetismo de Faraday (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday); Acesso em 10/08/2014.)	Simulação virtual onde é possível visualizar a geração de eletricidade com o uso de um ímã, possibilitando um melhor entendimento acerca da Lei de Faraday
3ª	Entendendo os geradores elétricos	Atividade experimental utilizando um dínamo para discussão dos principais elementos e fundamentos dos geradores elétricos	Gerador (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/generator); Acesso em 10/08/2014.)	Simulação virtual para o melhor entendimento da geração de eletricidade através da variação do fluxo do campo magnético no interior de uma bobina

Tabela 3.1: Situações de aprendizagem (SA) propostas no *Caderno do Professor e do aluno* e atividades experimentais simuladas compatíveis.

Optou-se por realizar as simulações citadas na **Tabela 3.1** com as 1^{as} e 3^{as} séries do Ensino Médio, pois estas eram as séries em que o professor lecionava no ano letivo de 2014, período em que foi desenvolvido este trabalho.

Para cada atividade experimental virtual, foram utilizadas de 1 a 2 aulas e uma sequência didática proposta pelo próprio *Caderno do Aluno*. Todas as atividades realizadas, portanto, foram desenvolvidas com o objetivo de se coletar dados, além de se fazer um levantamento de hipóteses acerca do conteúdo a ser trabalhado em cada *Situação de Aprendizagem*. As **Figuras 3.1 e 3.2** mostram um exemplo de vinculação entre uma atividade experimental virtual e um roteiro investigativo proposto pelo *Caderno do Aluno*.

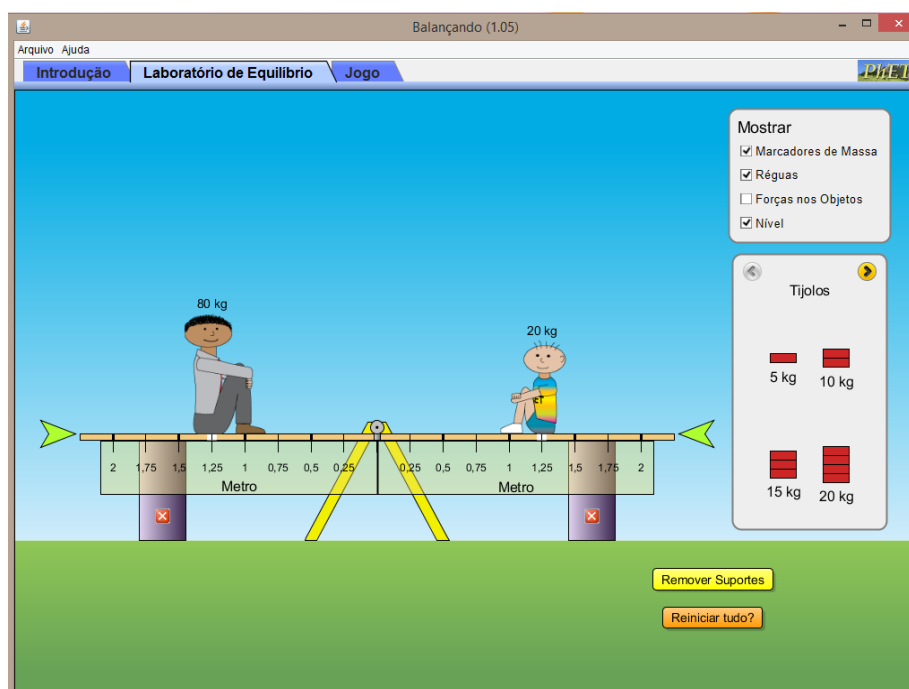


Figura 3.1: Simulação *Balançando*

Interpretação e análise dos resultados

1. Pendure objetos de mesma massa (moedas, arruelas ou bolinhas de gude) a distâncias iguais do barbante que segura a balança. O que acontece?

2. Repita o procedimento ao menos três vezes, aumentando ou diminuindo a distância. O que você observa?

3. Pendure massas iguais a distâncias diferentes. O que acontece?

4. Pendure massas diferentes a distâncias iguais. O que acontece?

5. Pendure de um lado da balança uma massa à determinada distância (por exemplo, uma moeda a 10 cm) e do outro lado coloque o dobro da massa (duas moedas), em uma distância que seja a metade da distância usada do outro lado (no caso do exemplo, 5 cm). O que acontece?

Figura 3.2: Parte do roteiro investigativo proposto no *Caderno do Aluno*, para a *Situação de Aprendizagem 16 – O torque em situações de equilíbrio*.

Após a realização das atividades, os alunos de todas as turmas foram submetidos a uma avaliação constituída de atividades propostas no próprio currículo ou formuladas pelo professor.

3.2 Público Alvo

As atividades experimentais simuladas foram realizadas em agosto do ano de 2014, com alunos da 1ª série do Ensino Médio (28 alunos da turma A) e 3ª série do Ensino Médio (24 alunos na turma A e 26 alunos na turma B) do período da manhã. Para aplicação das atividades, foi utilizada a sala de informática da Escola Estadual João Brásio, situada na cidade de Panorama – SP, onde o autor deste trabalho é titular de cargo efetivo na disciplina de Física. A sala ambiente de informática desta unidade escolar pode ser utilizada mediante um agendamento prévio. Ela conta com 15 computadores, ligados em rede e um estagiário, por período, que auxilia o professor e os alunos quando necessário.

A aplicação das atividades foi realizada nesta escola e neste período, pois, a partir do ano de 2015, o professor autor desta pesquisa fora designado a exercer a função de professor de Física na Escola Estadual de Ensino Integral “9 de Julho”, localizada na cidade de Dracena – SP. Para que não houvesse divergências nos resultados, optou-se por considerar somente os resultados obtidos na primeira escola, ficando, esta última, como uma opção para posterior aplicação das atividades, não participando, portanto das discussões neste trabalho.

3.3 Produto final - *Blog* e atividades catalogadas

Após o término da etapa de aplicação das atividades experimentais em sala de aula, as atividades preparadas para cada simulação utilizada foram reunidas e catalogadas em um *blog* para divulgação e compartilhamento com demais professores de Física, possibilitando contribuir como uma alternativa de complementar as atividades práticas propostas pelo currículo de Física da SEE/SP.

De autoria própria, o *blog* possui como título “Currículo de Física e práticas virtuais”, cujo endereço é praticasvirtuaisdefisica.blogspot.com, e tem como papel inicial promover a divulgação das atividades práticas virtuais do currículo de Física

relacionadas com as suas devidas situações de aprendizagens do caderno do aluno e elaboradas neste trabalho. A figura a seguir mostra a interface do *blog* com uma das atividades disponíveis nele.



Figura 3.3: Interface do *blog*

Na interface acima, o professor que tenha interesse em buscar alguma atividade relacionada com o conteúdo trabalhado em sala de aula pode clicar sobre a figura da atividade, como a que é mostrada na **Figura 3.3**. Ao fazê-lo, será redirecionado para outro site, onde poderá realizar o *download* da atividade no formato PDF. Este passo é indicado na **Figura 3.4**, ao clicar sobre a opção “ver documento”.



Figura 3.4: Exemplo de *Download* da atividade requisitada.

Posteriormente, como forma de manter o *blog* ativo, pretende-se desenvolver, por intermédio do mesmo, uma troca de experiências entre professores e demais interessados para aprimoramento das atividades propostas inicialmente, de acordo com os resultados encontrados na aplicação das mesmas.

Além das atividades descritas anteriormente na **Tabela 3.1**, o *blog* conta, também, com outras atividades relacionadas a algumas situações de aprendizagem do currículo descritas na **Tabela 3.2**.

Série do EM	SA abordada no <i>Caderno do Professor e do aluno</i>	Característica	Atividade Experimental Simulada proposta para a aula	Característica
1 ^a	A conservação do momento linear	Atividade de análise da quantidade de movimento de diferentes veículos mediante aplicação da Lei da Conservação da Quantidade de movimento	Quantidade de movimento I , disponível em < file:///C:/Users/Notebook/AppData/Local/Temp/WzEA70.tmp/atividade4/atividade4.htm > ; Acesso em 30 jan. 2015.	Atividade virtual para análise de fatores como a velocidade e a quantidade de movimento em situações de colisão.
1 ^a	Formas de energia	Atividade experimental para	Parque energético para skatistas , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-	Atividade virtual para análise das

	envolvidas em movimentos do cotidiano	análise das transformações de energia sofridas por uma lata ioiô.	skate-park > ; Acesso em 24 dez. 2014.	transformações de energia sofridas por um skatista.
1ª	Avaliando situações de equilíbrio estático	Atividade experimental para construção de um dinamômetro e análise de seu funcionamento em situações de equilíbrio.	Massas e molas , disponível em < https://phet.colorado.edu/sims/mass-spring-lab/mass-spring-lab_pt_BR.html > ; Acesso em 24 dez. 2014.	Atividade virtual para análise de situações de equilíbrio, bem como de constantes elásticas de diferentes molas utilizadas em dinamômetros.
1ª	Um pulinho à alfa do centauro	Atividade experimental para construção de móveis de constelações.	Ursa maior 3D , disponível em < http://grupospupnik.com/Paginas_com_Flash/Big%20Dipper%203D.htm > ; Acesso em 05 jul. 2015.	Atividade virtual de análise da constelação de Ursa Maior sob diferentes pontos de vista.
2ª	Construindo um termômetro	Atividade experimental de construção de um termômetro de álcool caseiro.	Estados da matéria , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/state-of-matter-basics > ; Acesso em 30 jan. 2015.	Atividade virtual para análise do comportamento molecular mediante variações de temperatura.
2ª	Quem libera mais calor?/ O mais energético	Atividades experimentais para análise do calor específico de diversas substâncias e de valor energético de diferentes alimentos.	Formas de energia e transformações , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes > ; Acesso em 30 jan. 2015.	Atividade virtual para análise da energia liberada no aquecimento de uma amostra de água mediante o aquecimento de diversos materiais.
2ª	As brisas/ Temperatura s muito, muito baixas	Atividades experimentais para análise da formação de fenômenos naturais como as brisas, geada e orvalho.	O efeito estufa , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/greenhouse > ; Acesso em 25 nov. 2014.	Atividade virtual para análise de fatores que influenciam no agravamento do efeito estufa.
2ª	O equivalente mecânico do calor/ A máquina de Heron	Atividades experimentais para análise do funcionamento de máquinas térmicas, bem como as transformações de energia realizadas em seu funcionamento.	Formas de energia e transformações – Sistemas de energia , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes > ; Acesso em 30 jan. 2015.	Atividade virtual para análise das transformações de energia em possíveis máquinas térmicas.
2ª	Fazendo um som	Atividade prática para análise de diferentes sons produzidos por diversos instrumentos.	Som , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound > ; Acesso em 04 abr. 2015.	Atividade virtual para análise de características que diferenciam os sons.
2ª	A câmara escura	Atividade prática para construção de uma câmara escura com materiais de baixo custo.	A Câmara Escura , disponível em < file:///C:/Users/Notebook/AppData/Local/Temp/WzEA8ED.tmp/objeto.swf > ; Acesso em 04 abr. 2015.	Atividade virtual para análise da formação de imagens em uma câmara escura.
2ª	Refletindo/ Refratando	Atividades práticas para análise dos fenômenos da reflexão e refração da luz.	Curvando a luz , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/bending-light > ; Acesso em 04 abr. 2015.	Atividade virtual para análise de fatores determinantes nos fenômenos da reflexão e refração da luz.

2ª	A caixa de cores/ Decompondo e misturando luzes e cores.	Atividades práticas para análise das cores de objetos mediante diversos tipos de iluminação, bem como o resultado de cores de acordo com diferentes misturas de tintas.	Visão de cor , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/color-vision > ; Acesso em 04 abr. 2015.	Atividade virtual para análise da percepção das cores pelo cérebro humano mediante diferentes tipos de iluminação.
2ª	Fazendo onda... bloqueando onda	Atividade prática que aborda maneiras de ser criar ou bloquear ondas eletromagnéticas.	Ondas de rádio e campos eletromagnéticos , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves >; Acesso em 04 abr. 2015.	Atividade virtual que aborda os conceitos fundamentais na criação de ondas eletromagnéticas.
3ª	Analisando um circuito elétrico	Atividade prática de montagem e análise de circuitos em série e em paralelo.	Kit de construção de circuito , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab >; Acesso em 24 dez. 2014.	Atividade virtual também para montagem e análise de circuitos em série e em paralelo.
3ª	Percepção dos campos e sua natureza	Atividade prática para identificação de campos elétricos e magnéticos, bem como de materiais que interagem com estes.	Cargas e campos , disponível em < https://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields_pt_BR.html >; Acesso em 24 dez. 2014.	Atividade virtual para análise do comportamento de cargas elétricas positivas e negativas, bem como efeito dos campos elétricos criados pelas mesmas.
3ª	Como podemos "ver" um átomo?	Atividade prática para criação de um modelo científico que aborde o formato de um átomo.	Modelos do átomo de hidrogênio , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/hydrogen-atom >; Acesso em 25 nov. 2014.	Atividade virtual para análise dos principais modelos atômicos, bem como as evidências científicas consideradas para se chegar a tais modelos.
3ª	Astrônomo amador	Atividade de comparação do espectro de uma estrela com os espectros de diferentes elementos químicos.	Espectros eletromagnéticos , disponível em < file:///C:/Users/Notebook/AppData/Local/Temp/WzED2D9.tmp/IBTF/Software/index.html >; Acesso em 25 nov. 2014.	Atividade virtual para análise espectral de estrelas e outros equipamentos de uso cotidiano.
3ª	O poderoso laser	Atividade prática para análise das características de um feixe de luz laser.	Lasers , disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/lasers >; Acesso em 24 dez. 2014.	Atividade virtual para demonstração do funcionamento de um laser.

Tabela 3.2: Atividades propostas no *Caderno do Professor e do aluno* e atividades experimentais simuladas compatíveis, à disposição no *blog*.

4. Resultados e Considerações Finais

De acordo com as experiências obtidas ao se realizar as atividades propostas para este trabalho, percebe-se que o uso dos experimentos virtuais como apoio ao currículo de Física da SEE apresenta diversos aspectos positivos, como por exemplo, a facilidade em abordar as atividades experimentais simuladas nas aulas.

O primeiro aspecto é primordial, visto que o tempo destinado às aulas de Física no Ensino Médio é muito pequeno (2 aulas semanais de 50 minutos cada). Com esta escassez de tempo, torna-se muito difícil trabalhar com atividades práticas, as quais exigem um tempo maior para sua preparação e execução com os alunos, além da disponibilidade de material necessário para a realização das mesmas. Fazendo uso dos experimentos virtuais, essa dificuldade é solucionada, já que os *softwares* são de fácil iniciação e manuseio. Os *softwares* utilizados nas atividades simuladas ficam disponíveis em um *site* na internet e podem ser acessados a qualquer momento em um computador que possua conexão com a rede, como aqueles disponíveis na sala ambiente de informática da escola, onde as atividades foram realizadas. Além disso, essa sala conta também com a presença de estagiários que auxiliam, tanto os professores, quanto os alunos em eventuais dificuldades que possam surgir durante o trabalho realizado. A **Tabela 4.1** faz um comparativo das vantagens e desvantagens dos experimentos propostos pelo currículo e das simulações trabalhadas.

SA abordada no <i>Caderno do Professor e do aluno</i>	Vantagens	Desvantagens	Simulação	Vantagens	Desvantagens
O torque em situações de equilíbrio	Manuseio de equipamentos realizados por alunos; busca pela solução de possíveis problemas encontrados	Falta de materiais disponíveis; falta de compromisso de alguns alunos em trazer o material solicitado.	Balançando (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balancing-act ; Acesso em 20/08/2014.)	Aumento do número de possibilidades para investigação do problema; facilidade de visualização das condições de equilíbrio ou desequilíbrio.	Falta de computadores suficientes para os alunos; risco do software ser incompatível com a programação instalada nos computadores
Conhecendo as linhas de campo de	Fenômeno de formação das linhas	Dificuldade em se conseguir o ímã em forma	Ímã e bússola (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnet-and-compass ; Acesso em	Possibilidade de visualização das linhas do	Falta de computadores suficientes para os

um ímã	de campo magnético que costuma atrair a atenção e curiosidade dos alunos; experimento com materiais de baixo custo.	de barra; dificuldade de observação das linhas de campo magnético de ímãs de diferentes formatos.	10/08/2014.)	campo magnético de um ímã com bússolas, indicando assim a orientação do campo magnético; possibilidade de análise da intensidade do campo magnético em diferentes regiões ao redor do ímã.	alunos; risco do software ser incompatível com a programação instalada nos computadores .
Campo magnético de uma corrente elétrica	Experimento com materiais de baixo custo.	Dificuldade na observação dos resultados; dificuldade na montagem do aparato para o experimento.	Ímãs e eletroímãs (disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnets-and-electromagnets >; Acesso em 10/08/2014)	Facilidade na observação do surgimento do campo magnético mediante o surgimento de uma corrente elétrica; possibilidade de análise da intensidade do campo magnético em diferentes regiões ao redor do eletroímã.	Falta de computadores suficientes para os alunos; risco do software ser incompatível com a programação instalada nos computadores .
Gerando eletricidade com um ímã	Fenômeno observado costuma atrair a curiosidade dos alunos.	Falta de materiais disponíveis; falta de compromisso de alguns alunos em trazer o material solicitado; materiais requisitados de custo elevado.	Laboratório de eletromagnetismo de Faraday (disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday >; Acesso em 10/08/2014.)	Facilidade em se observar a interação do campo magnético com a corrente elétrica.	Falta de computadores suficientes para os alunos; risco do software ser incompatível com a programação instalada nos computadores .
Entendendo os geradores elétricos	Fenômeno observado costuma atrair a curiosidade dos alunos; análise feita através de equipamentos presentes em algumas situações do cotidiano dos alunos.	Falta de materiais disponíveis; falta de compromisso de alguns alunos em trazer o material solicitado; materiais requisitados de custo elevado.	Gerador (disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/generator >; Acesso em 10/08/2014.)	Facilidade em se observar a geração de eletricidade por meio da variação do fluxo de campo magnético em bobinas; facilidade no entendimento do funcionamento de usinas hidrelétricas.	Falta de computadores suficientes para os alunos; risco do software ser incompatível com a programação instalada nos computadores .

A simulação *Balançando* foi desenvolvida com alunos da 1ª série do Ensino Médio – turma A, propiciando um envolvimento maior dos alunos durante a aula, na qual os mesmos questionavam o professor ou até mesmo os próprios pares na busca por soluções do problema investigativo que lhes fora apresentado. As **Figuras 4.1** e **4.2** mostram a realização desta atividade com os alunos da 1ªA.



Figura 4.1: Alunos da 1ªA trabalhando a simulação *Balançando* adaptada ao *Caderno do aluno*.



Figura 4.2: Professor, autor do trabalho, orientando os alunos da 1^aA no desenvolvimento das atividades.

As **Figuras 4.3 e 4.4** mostram o desempenho de dois alunos da 1^a série A na atividade descrita anteriormente. Na etapa em que a atividade foi aplicada, utilizou-se ainda as questões propostas do caderno do aluno em conjunto com a simulação *Balançando*.

Interpretação e análise dos resultados

1. Pendure objetos de mesma massa (moedas, arruelas ou bolinhas de gude) a distâncias iguais do barbante que segura a balança. O que acontece?

FICA EM EQUILÍBRIO.

2. Repita o procedimento ao menos três vezes, aumentando ou diminuindo a distância. O que você observa?

PERMANECE EM EQUILÍBRIO, MESMO QUANDO A DISTÂNCIA AUMENTA OU DIMINUI.

3. Pendure massas iguais a distâncias diferentes. O que acontece?

AGORA NÃO PERMANECE EM EQUILÍBRIO

4. Pendure massas diferentes a distâncias iguais. O que acontece?

TAMBÉM NÃO PERMANECE EM EQUILÍBRIO

5. Pendure de um lado da balança uma massa à determinada distância (por exemplo, uma moeda a 10 cm) e do outro lado coloque o dobro da massa (duas moedas), em uma distância que seja a metade da distância usada do outro lado (no caso do exemplo, 5 cm). O que acontece?

ELA FICA EM EQUILÍBRIO.

Figura 4.3: Atividade respondida pelo aluno X da 1ª série A.

Interpretação e análise dos resultados

1. Pendure objetos de mesma massa (moedas, arruelas ou bolinhas de gude) a distâncias iguais do barbante que segura a balança. O que acontece?

Os fica equilibrada.

2. Repita o procedimento ao menos três vezes, aumentando ou diminuindo a distância. O que você observa?

Em qualquer destas situações ela fica equilibrada.

3. Pendure massas iguais a distâncias diferentes. O que acontece?

Não fica equilibrada: cai para o lado da maior distância.

4. Pendure massas diferentes a distâncias iguais. O que acontece?

Não fica equilibrada: cai para o lado da maior massa.

5. Pendure de um lado da balança uma massa à determinada distância (por exemplo, uma moeda a 10 cm) e do outro lado coloque o dobro da massa (duas moedas), em uma distância que seja a metade da distância usada do outro lado (no caso do exemplo, 5 cm). O que acontece?

Fica equilibrada, pois a massa maior foi compensada pela metade de da distância.

Figura 4.4: Atividade respondida pelo aluno Y da 1ª série A.

Com base nos resultados apresentados nas **Figuras 4.3** e **4.4**, percebe-se claramente a eficiência do uso da simulação nas respostas dadas pelos alunos, que relacionaram a balança de pratos proposta no experimento a ser realizado com a gangorra trazida pela simulação. Pode-se perceber ainda que, mesmo que não tenha sido solicitada uma justificativa para cada resposta, o aluno Y ainda o faz, já

que pode perceber claramente o porquê de cada fenômeno questionado ao se trabalhar com as variáveis simuladas no experimento virtual em questão.

Já as simulações *Ímã e bússola*, *Ímãs e eletroímãs*, *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday* e *Gerador* foram desenvolvidas com as 3^{as} séries do Ensino Médio – turmas A e B. Da mesma forma, como ocorreu com os alunos da 1^aA, os alunos participaram efetivamente da aula, inclusive aqueles considerados indisciplinados ou mesmo com defasagem em certas habilidades requisitadas pelo currículo. Além disso, o trabalho com as simulações citadas anteriormente foi muito proveitoso e merece certo destaque, pois, em se tratando de experimentos de eletromagnetismo, muitas vezes é difícil se visualizar os fenômenos propostos, como, por exemplo, as linhas do campo magnético de um ímã. Com a simulação, estas observações foram possíveis, visto que todos os resultados eram apresentados pelo computador em que os alunos trabalhavam, sempre mostrando resultados próximos ou equivalentes àqueles que a teoria propõe. As **Figuras 4.5** e **4.6** mostram as atividades sendo desenvolvidas com alunos da 3^aA e 3^aB.



Figura 4.5: Professor, autor do trabalho, auxiliando os alunos da 3^a A no desenvolvimento da simulação *Ímãs e eletroímãs*.



Figura 4.6: Alunos da 3ªB realizando os registros obtidos no desenvolvimento da simulação *Ímã e bússola*.

Um segundo aspecto, relacionado à motivação em aprender os conceitos Físicos mediante o uso de simulações, também é muito importante e interessante destacar, haja vista que, ultimamente, tem se observado um grande desinteresse pela maioria dos estudantes em participar ativamente das aulas, não somente de Física, mas em todas as disciplinas do currículo. Ao se trabalhar com os experimentos virtuais, os alunos eram retirados de suas salas de aula convencionais, onde passavam a maior parte do tempo, e eram levados a outro ambiente. Este fato já os motivava em participar mais das aulas, fazendo com que questionassem o professor, a todo o momento, a respeito das diversas possibilidades de resultados sobre os experimentos de acordo com as respectivas mudanças de variáveis propostas em cada um deles. Uma maior motivação do aluno em aprender já é um grande avanço para que se possam conseguir melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física, contribuindo, assim, para a melhoria na qualidade do ensino desta disciplina na rede pública.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L.V. dos S. *Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*. In: Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol.25 no. 2, São Paulo, 2003.

BALANÇANDO. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balancing-act>; Acesso em 20/08/2014.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - PCN+, 2002, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>, Acesso em 30/09/2013.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CARLOS, J. H.; MONTEIRO JR., F. N.; AZEVEDO, H. L.; SANTOS, T. P.; TANCREDO, B. N. *Análise de artigos sobre atividades experimentais de Física nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. In **VII Enpec** – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009.

CERBARO, B. de Q. *Experimentos Para Ensino Médio de Física: compilando e testando experimentos didáticos no contexto curricular*. In: X Salão de Iniciação Científica – PUCRS, 2009.

GERADOR. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/generator>; Acesso em 10/08/2014.

GOMES, J. C; CASTILHO, W. S. *Uma visão de como a Física é ensinada na escola brasileira, e a experimentação como estratégia para mudar essa realidade*. In Anais eletrônicos – 1ª Jornada de Iniciação Científica e extensão do IFTO, Tocantins, 2010.

ÍMÃ E BÚSSOLA. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnet-and-compass>; Acesso em 10/08/2014.

ÍMÃS E ELETROÍMÃS. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnets-and-electromagnets>; Acesso em 10/08/2014.

LABORATÓRIO DE ELETROMAGNETISMO DE FARADAY. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday>; Acesso em 10/08/2014.

LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, (LDB 9394/1996). Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>, acesso em 16/10/13.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. *Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 24, p.77-86, 2002.

MORAIS, C.; PAIVA, J. *Simulação digital e actividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto de recurso “Ponto de fusão e ponto de*

ebulição” no 7º ano de escolaridade. **Revista de Ciência da Educação**, 3, p.101-112, 2007.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

PELIZZARI, A.; KRIEGL M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. *Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel*. Ver. PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, jul.2001-jul.2002, p.37-42.

Rodrigues, N. C. *Tecnologias de Informação e Comunicação: um desafio na prática docente*. **Fórum Linguístico**, Florianópolis, v. 6, n.1, p.1-22, jan-jun, 2009.

ROSA, C. W. *Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo*. **Ensaio**, 5, 2, p. 13-27, 2003.

SANTOS, E.I; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. *Atividades Experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada*. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa de Física. Belo Horizonte, 2004.

SANTOS, J. C. F. *O papel do professor na aprendizagem significativa*, disponível em <<http://www.famema.br/ensino/capacdoc/docs/papelprofessorpromocaoaprendizagemsignificativa.pdf>>, Acesso em 04/02/2015.

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias/Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – São Paulo: SEE, 2010.

VALENTE, J. A. (organizador) *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

VOGLER, M.; SIEVERS JR., F.; GERMANO, J. S. E. *O uso de simulações em Java como objetos de aprendizagem no ensino de Física*. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COMBEGE, 2004.