



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA–NPGEICIMA**

CARLOS ALBERTO MORAIS PACHECO DA SILVA

**UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM PARA MINISTRAR AULAS DE FÍSICA**

**SÃO CRISTÓVÃO-SE
2015**

CARLOS ALBERTO MORAIS PACHECO DA SILVA

**UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM PARA MINISTRAR AULAS DE FÍSICA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Currículo, didáticas e métodos de ensino das ciências naturais e matemática.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Divanízia do Nascimento Souza

**SÃO CRISTÓVÃO-SE
2015**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
E MATEMÁTICA - NPGEICIMA



UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM PARA MINISTRAR AULAS DE FÍSICA

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
11 DE SETEMBRO DE 2015

Divanizia D. Souza

Profa. Dra. DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA

Tiago Nery Ribeiro

Prof. Dr. TIAGO NERY RIBEIRO

Luíz Adolfo de Mello

Prof. Dr. LUIZ ADOLFO DE MELLO

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S586e Silva, Carlos Alberto Morais Pacheco da.
Um estudo sobre a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem para ministrar aulas de física / Carlos Alberto Morais Pacheco da Silva; orientador Divanizia do Nascimento Souza. – São Cristóvão, 2015.
71 f.: il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)
Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Tecnologia educacional. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Didática. 4. Ensino médio. I. Souza, Divanizia do Nascimento, orient. II. Título.

CDU 37.016:53

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores e amparadores evolutivos por terem me propiciado nesta vida, a oportunidade para evoluir pelo caminho do conhecimento.

Agradeço aos meus pais Oswaldo Pacheco da Silva e Nadir Moraes Pacheco da Silva por terem me dado uma excelente criação e visão de mundo, que tem me permitido traçar os caminhos que tenho percorrido nesta trajetória existencial atual.

Agradeço a minha amada esposa e companheira de várias vidas, Irana Vieira Costa Pacheco, que me apoiou e incentivou a fazer este mestrado desde o início, criando condições otimizadas para que eu me dedicasse inteiramente a essa finalidade. Sem ela esse mestrado não seria possível. Gratidão do fundo do meu coração minha querida.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Divanília do Nascimento Souza, que me acolheu desde o início quando entrei em sua sala e externei minha intenção de fazer este mestrado. Desde então ela me ajudou incondicionalmente nas várias etapas a serem vencidas até se atingir a conclusão deste trabalho. Sem ela esse mestrado também não seria possível.

Agradeço aos professores Luiz Adolfo de Mello e Tiago Nery Ribeiro que participaram das minhas bancas de Qualificação e Dissertação, dedicando horas das suas vidas para ajudar a aprimorar o meu trabalho.

Agradeço aos meus colegas de mestrado que me acolheram na Universidade Federal de Sergipe como se me conhecessem por longa data, com os quais me senti inteiramente integrado e afinizado.

Agradeço a todos os bons amigos adquiridos ao longo da minha vida, que ao saberem desse meu desafio, torceram por mim com toda energia e carinho.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

Chico Xavier

RESUMO

Nesta pesquisa foi realizado um estudo sobre a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem ao se ministrar aulas de Física nas escolas de ensino médio de /, Sergipe. Visando melhor compreender essa questão, foram utilizados dois eixos de investigação. O primeiro, chamado de eixo central, foi trabalhado junto a professores de Física de escolas da rede estadual de ensino. A finalidade neste eixo foi obter informações sobre a efetiva utilização ou não de ambientes e simulações virtuais nas aulas ministradas por esses professores e as possíveis causas que conduzissem à realidade encontrada, fossem causas de opção metodológica ou pessoal. O segundo eixo de investigação, chamado de eixo auxiliar, foi trabalhado junto a alunos de licenciatura em Física, cursando a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física IV (IEF IV), na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Procurou-se identificar o nível de aceitação por parte dos alunos em relação à utilização de simulações virtuais ao ministrarem aulas com conteúdos de Física abordados no ensino médio. Nesse segundo eixo, verificou-se através de atividades práticas utilizando simulações virtuais se os alunos alcançariam um grau de envolvimento com as simulações, de forma a se sentirem estimulados a utilizá-las em futura atividade profissional nas escolas. Os resultados dos dois eixos de investigação serviram de subsídio para se entender a existência ou não de alguma relação causal entre as duas realidades pesquisadas, que implicasse em uma prática de ensino transposta da graduação para as escolas de educação básica. Em relação aos professores das escolas, foram considerados aspectos como tempo de formado e de prática docente, existência de atualizações através de formação continuada ou ainda outros fatores de natureza pessoal que poderiam influenciar na utilização ou não de ferramentas virtuais de ensino nas atividades docentes cotidianas desses professores. Constatou-se através dos resultados obtidos que a maior parte dos professores de Física entrevistados não utiliza simulações virtuais porque, além da carência estrutural das escolas onde lecionam, eles dispõem de pouca carga horária semanal para incluir as simulações em suas atividades regulares de ensino de Física. Constatou-se também que no caso dos professores entrevistados, essa não utilização de ferramentas de ensino virtuais, não se deve a transposição de uma prática trazida por eles da graduação.

PALAVRAS CHAVE

Ambientes virtuais de aprendizagem; Ensino de Física; Metodologia de ensino.

ABSTRACT

In this research was carried out a study on the use of virtual learning environments to minister physics classes in the high schools of Aracaju, Sergipe. In order to better understand this issue, it was used two research axes. The first one, called the central axis, was worked with physics teachers from the state system schools. The purpose of this axis was to obtain information on the effective use or not of- virtual environments and simulations in classes taught by these teachers and the possible causes that would lead to that found reality, were causes of methodological or personal choice. The second axis of research, called the auxiliary axis was worked with undergraduate physics students, attending the discipline Instrumentation for Physics Teaching IV (IPT- IV), at the Sergipe Federal University (SFU). We sought to identify the level of acceptance by the students regarding the use of virtual simulations to minister classes with physics content covered in high school. It was found in this second axis through practical activities using virtual simulations, if students could reach a level of involvement with the simulations in order to feel encouraged to use them in future professional activity in schools. The results of the two axes of research served as a grant to try to understand the existence of any causal relationship between the two surveyed realities that implied in a teaching practice carried from graduation to basic education schools. Regarding the teachers aspects such as formed time, teaching practice time, updates through continuing education or yet any other factors that could influence the teachers in using or not virtual teaching tools in everyday teaching activities were considered. It was found through the obtained results that the majority of surveyed physics teachers do not use virtual simulations because, in addition to structural shortage of schools where they teach, they have little weekly working hours to include simulations in their regular activities of teaching physics. It was also found that in the case of teachers interviewed this non-use of virtual teaching tools is not due to implementation of a practice brought by them from their graduation.

KEYWORDS

Virtual learning environments; Physical education; Teaching Methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Assunto	Página
1	Diagrama do encaminhamento da pesquisa.	24
2	Diagrama do ciclo da pesquisa-ação.	25
3	Tela da simulação do PhET sobre “ondas mecânicas se propagando em uma corda”.	30

LISTA DE QUADROS

Quadro	Assunto	Página
1	Dados condensados dos resultados de cada categoria de artigos.	18
2	Simulação referência e conjuntos de resultados da aplicação desta simulação.	38
3	Temas escolhidos para as apresentações das simulações.	44
4	Colégios públicos estaduais de Aracaju/SE onde foram realizadas as entrevistas com os professores.	47
5	Graduação dos professores de Física entrevistados.	50
6	Faixa etária, tempo de graduação e tempo de prática docente dos professores entrevistados.	51
7	Número de aulas de Física ministradas pelos professores entrevistados por turma e por semana.	51
8	Número de laboratórios de Física e salas de Informática nas escolas onde fizemos as entrevistas.	52
9	Conhecimento sobre simulações virtuais.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviaturas e siglas	Significado
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem.
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais.
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física.
CINTED	Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação.
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito.
CSJRP	Campus de São José do Rio Preto.
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio.
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer.
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina.
IBILCE	Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas.
IEF	Instrumentação para o Ensino de Física.
IPT	Instrumentation for Physics Teaching.
MEC	Ministério da Educação.
MPEF	Mestrado Profissional em Ensino de Física.
NPGEICIMA	Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.
PhET	Physics Education Technology.
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física.
SE	Sergipe.
SEED	Secretaria de Educação de Sergipe.
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.
SFU	Sergipe Federal University.
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação.
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
UFS	Universidade Federal de Sergipe.
UNESP	Universidade Estadual Paulista.
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
Objetivo da pesquisa.....	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	24
3.1 Desenvolvimento da pesquisa em relação ao eixo auxiliar.....	24
3.2 Referencial metodológico para o eixo auxiliar.....	24
3.3 Postulados da Pesquisa-ação.....	26
3.4 Etapas adotadas para realização da pesquisa no eixo auxiliar.....	28
3.5 Apresentação para os alunos da proposta metodológica para a..... seqüência de aulas.....	29
3.6 Intervenção das professoras da disciplina e do pesquisador.....	30
3.7 Desenvolvimento da pesquisa em relação ao eixo central.....	31
3.8 Etapas do desenvolvimento da pesquisa em relação ao eixo..... central.....	32
3.9 Referencial de análise de conteúdo para os dois eixos da pesquisa.....	33
3.10 Integração entre os eixos central e auxiliar em relação às análises..... de conteúdos.....	35
4 RESULTADOS	37
4.1 Resultados do eixo auxiliar da pesquisa.....	37
4.1.1 Primeira atividade realizada com os alunos de licenciatura.....	37
4.1.2 Segunda atividade realizada com os alunos de licenciatura.....	40
4.1.3 Terceira atividade realizada com os alunos de licenciatura.....	43
4.2 Resultados do eixo central da pesquisa.....	47
5 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CONTEÚDOS OBTIDOS NA INTERNET	60
APÊNDICE A Ambientes virtuais para o ensino de Física no nível médio.....	62
APÊNDICE B Tópicos escolhidos para as simulações apresentadas pelos alunos.... de licenciatura.....	63
APÊNDICE C Conjunto de perguntas escolhidas para direcionar as entrevistas..... semiestruturadas, realizadas com professores de Física em..... escolas públicas do nível médio de Aracaju, Sergipe.....	64
APÊNDICE D Questões debatidas na segunda atividade realizada pelos alunos..... de licenciatura em Física.....	66
APÊNDICE E Questões debatidas na terceira atividade realizada pelos alunos..... de licenciatura em Física.....	67
LISTA DOS: ARTIGOS PESQUISADOS NA REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA (RBEF) – PERÍODO 2010-2014	68
LISTA DOS: ARTIGOS PESQUISADOS NO CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA (CBEF) – PERÍODO 2010-2014	69
GRÁFICOS: ...Dados estatísticos mais relevantes coletados junto a professores de Física de escolas da rede estadual de Aracaju-SE.....	71
LISTA DE FIGURAS E QUADROS	09
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10

1 INTRODUÇÃO

Ambientes virtuais de aprendizagem são plataformas digitais de acesso a diversas ferramentas virtuais destinadas à aprendizagem como textos, animações, filmes, video aulas, bibliotecas virtuais, buscadores, applets, simulações virtuais, entre outras. Esses ambientes virtuais quando têm seus endereços de acesso reunidos e disponibilizados em um endereço de uma rede são denominados de portais virtuais. Tais portais podem ser destinados à execução de tarefas profissionais, instrucionais ou de entretenimento, proporcionando funcionalidade, versatilidade, detalhamento, economia de tempo e segurança operacional aos seus usuários, conforme a atividade que se deseja realizar.

Nas áreas militares, aeroespacial, industrial, em vários ramos da ciência e em alguns segmentos de empresas públicas e privadas, ambientes e simulações virtuais ficaram conhecidos nas últimas décadas com a denominação, entre outras, de plataformas operacionais. Em suas aplicações iniciais, essas plataformas eram dedicadas a tarefas específicas como por exemplo, aplicações militares de gerenciamento de espaço aéreo e de milhas territoriais, acompanhamento de variados processos em linhas de montagem nas indústrias, monitoramento da vazão da água em hidrelétricas e da performance de linhas de transmissão no setor de energia, só para citar algumas, sendo essas atividades restritas a especialistas. No caso dessas plataformas serem destinadas ao desenvolvimento de produtos ou treinamento, elas eram chamadas de simuladores.

Ressaltando esta questão, Baladez diz o seguinte:

Pode-se dizer que a simulação, a qual estamos mais familiarizados por meio de computadores, teve seu grande impulso na Segunda Guerra Mundial. Computadores como o Mark I da marinha e o ENIAC do exército norte-americanos foram utilizados para o uso de cálculos balísticos nesse período, buscava-se simular o lançamento de mísseis. Até a década de 70, construir simuladores era algo extremamente caro. Apenas grandes corporações e universidades possuíam máquinas suficientemente potentes. Além dessas limitações, havia a limitação técnica: desenvolvedores, operadores e mantenedores de tais sistemas, tinham que possuir conhecimentos muito elevados. (BALADEZ, 2009, p.29).

Tomando como exemplo aplicações recentes, uma área na qual ambientes e simulações virtuais tornaram-se obrigatórios para aprendizagem no Brasil foi a de habilitação para condução de automóveis, conforme resolução do Conselho Nacional de Trânsito-CONTRAN, nº 543, de 15 de julho de 2015. O candidato à habilitação de veículos automotores deverá assistir a pelo menos 5 aulas ministradas através de ambiente virtual, nas quais ele terá contato com procedimentos básicos relativos à condução de veículos, de forma a minimizar erros e riscos mais comuns apresentados pelos alunos nas aulas práticas iniciais. Esse tipo de capacitação já é aplicado há algumas décadas no treinamento de profissionais de áreas que envolvam algum tipo de risco como, pilotos de aeronaves civis e

militares, marinheiros atuando em funções de comando em submarinos, condutores de trens de alta velocidade, astronautas, entre outros.

No final da década de 70 do século XX, na área acadêmica, algumas versões de simulações virtuais destinadas a capacitar pesquisadores e alunos para o desenvolvimento de seus trabalhos teóricos e experimentais já podiam ser vistas rodando em computadores de médio porte, a um custo um pouco mais acessível para as instituições do que nas décadas anteriores.

Com o avanço da Física do Estado Sólido, da Física dos Materiais, da Eletrônica, da Mecatrônica, da Ciência da Computação e das Telecomunicações, iniciou-se o desenvolvimento de plataformas virtuais mais compactas e versáteis, atendendo uma ampla gama de aplicações, sendo mais acessíveis operacionalmente e financeiramente para o usuário não especializado.

A partir da primeira metade da década de 90 do século XX, tive a oportunidade de conhecer e utilizar plataformas virtuais na área de telecomunicações. Essas plataformas eram aplicadas ao desenvolvimento de projetos e aproveitadas para capacitação de profissionais. Durante mais de 15 anos trabalhei com o desenvolvimento de novas tecnologias nessa área, adequação às necessidades de clientes, bem como capacitação de engenheiros e analistas. Esses projetos permitiram que compreendesse o potencial de utilização dessas ferramentas virtuais e sua aplicabilidade para diferentes finalidades.

Como decorrência dessa vivência profissional, ao resolver desenvolver um trabalho de mestrado na área de ensino, surgiu naturalmente o interesse em compreender se ferramentas virtuais de ensino, similares às que utilizei por tantos anos capacitando profissionais de telecomunicações, poderiam ser utilizadas de forma complementar na área de ensino de Física Básica, especificamente nas escolas da rede estadual na cidade de Aracaju/SE.

Ao começar a pesquisa, constatamos que existem atualmente diversos ambientes virtuais voltados para o ensino de Ciências Naturais, os quais estão sendo utilizados em Instituições de Ensino de vários países. Na área de Física, citando aqui alguns, encontramos vários exemplos como, o Physics Education Technology (PhET) desenvolvido na Universidade do Colorado, campus de Boulder, Estados Unidos; o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), desenvolvido pelo Ministério da Educação (MEC); o Modellus desenvolvido na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal; e o Upscale na Universidade de Toronto, Canadá.

Dentro do universo das “Tecnologias de Informação e Comunicação” (TICs), encontram-se na literatura várias denominações para ferramentas virtuais, divididas por categorias. Se considerarmos endereços eletrônicos que servem de meio de acesso para vários aplicativos, temos denominações mais gerais como, por exemplo, “Ambientes Virtuais

de Aprendizagem” (AVAs), que englobam famílias de softwares educativos com diferentes finalidades. Outras denominações encontradas com esse mesmo sentido são: plataformas virtuais, portais virtuais, ou objetos virtuais de aprendizagem. Se considerarmos softwares com finalidades específicas de aplicação, encontram-se outras denominações tais como softwares educacionais, simuladores educacionais, ferramentas computacionais, applets ou simulações virtuais. Essas denominações dadas a esses softwares se diferenciam conforme as formas de interação com linguagens de programação que os interpretam e com camadas de softwares sob as quais operam, ou seja, outros aplicativos que fazem com que os softwares mencionados funcionem. Leva-se também em consideração nestas categorizações a interação com navegadores (programas de computador que habilitam seus usuários a interagirem com páginas da web), bem como a versatilidade de apresentação e utilização dos conteúdos, em termos da interatividade com o usuário.

São muitas categorias, mas pelo fato dessas subdivisões não influírem na elucidação do nosso trabalho, adotamos ao longo da dissertação, para facilitar a compreensão, as denominações “ambientes virtuais” para os portais ou plataformas virtuais e “simulações virtuais” para os softwares específicos voltados para um assunto a ser ensinado.

Um ponto favorável para a utilização de ambientes virtuais em experimentos de Física no ensino médio é o custo operacional para realização dos experimentos, que pode ser absorvido pelo orçamento da maioria das escolas em nosso país, inclusive as públicas. Os equipamentos básicos para operar uma simulação virtual se resumem a um datashow, um computador, que pode ser de mesa, notebook ou tablet, e um software livre, obtido gratuitamente a partir de vários endereços na internet. Pode-se então a partir de algum ambiente virtual realizar experimentos variados para as três séries do ensino médio, com reduzido investimento inicial se comparado com laboratórios didáticos com experimentos que envolvem materiais diversos.

Antes de se analisar o cenário de utilização de simulações virtuais no ensino de Física, serão mostrados dois exemplos de utilização de simulações virtuais em projetos de ensino no Brasil, ligados a outras áreas de conhecimento afins à Física.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED), desenvolveu simulações virtuais para serem utilizadas por alunos da disciplina “Mecânica dos Fluidos II” no segundo semestre de 2004. Na época, a responsável pela implementação do projeto, que era a diretora do CINTED, junto com uma equipe de colaboradores, afirmou que:

As simulações podem despertar ou aumentar o interesse dos alunos já que, com o fato de poderem controlar determinadas simulações, é induzida uma aprendizagem mais fácil e rápida, o aluno pode ver como se altera o

comportamento do modelo em uma variedade de situações e condições. (TAROUCO, 2005, p.3).

No referido semestre as simulações foram aplicadas em duas turmas. Ao serem consultados, 90% dos alunos dessas turmas disseram ter gostado muito de fazer experimentos com simulações, e somente 10% afirmaram ter gostado razoavelmente (TAROUCO, 2005).

Outros aspectos que levaram o Departamento de Engenharia da UFRGS a implementar simulações virtuais nas aulas da disciplina mencionada foram questões estruturais existentes na referida Instituição na época desse projeto. Os laboratórios destinados à capacitação dos alunos na área de “Mecânica dos Flúidos” estavam com equipamentos defasados e sem manutenção, havendo também falta de recursos para a aquisição de novos equipamentos e materiais para tais laboratórios, o que prejudicava a formação dos estudantes naquela disciplina.

O segundo exemplo refere-se à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), que realizou em 2011, no laboratório de Física do Núcleo de Estudos Interdisciplinares, oficinas destinadas a um grupo específico de 11 professores do Ensino Fundamental e Médio, versando sobre ensino de Astronomia relacionado com Agricultura.

Sobre essa iniciativa Becker e Strieder nos dizem o seguinte:

As oficinas fazem parte do projeto de “Ensino e Aprendizagem em Ciências da Natureza, Astronomia e Agricultura”, que visa analisar a influencia da Astronomia na Agricultura e contribuir para a melhoria da aprendizagem na Educação Básica e a formação de professores integrando alunos do Ensino Fundamental e Médio, alunos da universidade, professores da escola e da universidade, em momentos de reflexão acerca do tema “Astronomia” e seu caráter interdisciplinar. (BECKER E STRIEDER, 2011, p.403).

Como ferramenta de ensino foi utilizada a simulação virtual denominada “Stellarium”, um software livre que simula o céu, podendo-se através dele contemplar virtualmente astros e corpos celestes como planetas, estrelas, nebulosas e galáxias. Este software permite também regredir ou avançar no tempo no que se refere ao posicionamento e estrutura dos objetos celestes visualizados. Com esta facilidade os alunos podem observar eventos que já ocorreram, eventos atuais e os que ainda vão ocorrer, percebendo assim, os ciclos que ocorrem no céu e suas influências nos ciclos que ocorrem na Terra.

Sobre a repercussão das oficinas para os professores que participaram do projeto, Becker e Strieder (2011) disseram que houve um grande interesse por parte desses professores em relação ao tema Astronomia e ao seu aproveitamento em oficinas que eles viessem a realizar nas escolas onde lecionam.

Abordando agora a utilização de simulações virtuais para o ensino específico de Física no ensino básico, podemos citar como exemplo uma iniciativa desenvolvida em uma escola pública estadual da cidade de Boa Vista, Roraima, no ano de 2014, relatada por Silva

(2014). Na escola, alunos de uma turma do primeiro ano do ensino médio tiveram aulas de Física utilizando simulações virtuais extraídas do ambiente virtual PHET. Os assuntos escolhidos foram cinemática, dinâmica e vetores. Após a sequência de aulas com as simulações virtuais os alunos que passaram pela experiência foram submetidos a testes referentes ao assunto visto, bem como alunos de outra turma que estudaram o mesmo assunto sem a utilização das simulações virtuais. O resultado comparativo mostrou melhor desempenho por parte dos alunos que participaram das aulas utilizando as simulações virtuais. Conforme a avaliação dos professores, isso ocorreu porque a turma melhor sucedida nos testes teve oportunidade de interagir com novas formas de visualização das informações, o que possibilitou o envolvimento com os fenômenos, mesmo sendo de forma virtual, propiciando melhor compreensão do objeto de estudo. Foi ressaltado ainda que a escola não dispunha de laboratório de informática com muitos computadores, pois boa parte deles estavam desativados por falta de manutenção, o que dificultava que iniciativas como esta atingissem um maior número de alunos.

Outra iniciativa recente, também de 2014, referente ao uso de simulações virtuais para o ensino de Física em escolas públicas do nosso país, ocorreu no município de Bayeux, na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba, tendo sido proposta por Pires Junior (2014). A iniciativa teve a participação de alunos do 3º ano do ensino médio. Uma turma de 30 alunos foi dividida, sendo que 15 alunos tiveram uma aula utilizando simulação virtual e outros 15 alunos, separados em outra sala, tiveram uma aula normal expositiva de revisão de conteúdo, sobre o mesmo assunto. Foi utilizada uma simulação virtual do PhET na área de eletricidade que abordava conceitos de corrente elétrica, tensão, resistência e potência elétrica, pois através de consulta prévia, os alunos declararam ter dificuldades nesses assuntos e para eles seria, portanto, mais útil revê-los nesta atividade.

Sobre vantagens operacionais na simulação virtual realizada sobre o conteúdo eletricidade, Pires Junior nos diz o seguinte:

Uma grande vantagem no ambiente virtual é a de que corrente e tensão elétrica podem facilmente ser 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 de corrente elétrica na qual ela é submetida. (PIRES JUNIOR, 2014, p. 39).

Após a simulação, foi feita uma avaliação através de testes sobre o assunto visto, tanto com alunos que vivenciaram o experimento virtual, quanto com aqueles que tiveram a aula tradicional de revisão sobre o mesmo assunto, e o resultado mostrou que, em média, aqueles que utilizaram a simulação virtual acertaram 20% a mais de questões que os outros alunos.

Embora o nosso interesse nesta pesquisa não seja comparar aulas em que se faça uso de simulações virtuais com aulas sem simulações ou experimentos, resultados como esses apresentados anteriormente exemplificam que as simulações virtuais, se bem planejadas pelos professores como instrumento pedagógico de ensino e de aprendizagem, podem ajudar os alunos na apreensão dos conteúdos curriculares.

Iniciativas como as vivenciadas nas duas escolas mencionadas ajudam a disseminar a cultura do uso de simulações virtuais no ensino de Física em escolas públicas de ensino médio em nosso país.

Veit, Araujo e Heidemann, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, realizaram uma pesquisa com 55 professores de escolas públicas e particulares de Porto Alegre-RS, todos eles alunos ou ex-alunos do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MPEF) da UFRGS, existente desde 2002. Foi solicitado desses professores que expusessem a visão deles em relação ao uso de simulações virtuais integradas a outras práticas experimentais, ao se ministrar aulas de Física no ensino médio. Sobre a formação no mestrado desses professores, o texto de Veit et al. nos diz o seguinte:

Todos os que concluíram as duas disciplinas obrigatórias do MPEF que tratam do uso de tecnologias no ensino de Física (45 dos 55 respondentes) tiveram a oportunidade de conhecer um leque de alternativas para o uso de simulações em sala de aula e foram continuamente instigados a refletir sobre o uso de tecnologias no ensino de Física, de modo que esperamos que tenham posicionamentos mais claros sobre esses assuntos do que a maior parte dos professores do Estado. (VEIT, et al., 2010).

Entre os resultados levantados no referido trabalho, nos interessou um que aborda a integração entre simulações virtuais e atividades experimentais (AE):

A integração entre simulações computacionais e AE esteve repetidas vezes presente nas unidades de análise. Provavelmente em decorrência de uma disciplina do MPEF que trata de modelagem científica, muitos dos docentes ressaltaram a importância do uso complementar das duas ferramentas para elucidar o processo de modelagem. (VEIT, et al., 2010).

Esse grupo de professores pesquisado, detentor de uma visão mais abrangente sobre a possibilidade de utilização de tecnologias virtuais no ensino de Física, visão esta adquirida nas disciplinas de mestrado por eles cursadas, nos fez refletir e procurar entender se os professores de Física que entrevistáramos em Aracaju-SE, apresentariam uma visão similar em relação à questão de integração entre atividades expositivas, experimentais e simulações virtuais ao se ensinar Física nas escolas do nível médio.

Para ressaltar o interesse que o tema ambientes virtuais na pesquisa e ensino de Física tem suscitado em profissionais e estudiosos desta área, realizamos um levantamento em dois periódicos científicos nacionais: a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). No levantamento, procuramos entender quais linhas de pesquisa sobre o tema em questão têm sido mais abordadas.

Pudemos verificar através do levantamento dos artigos dessas duas publicações, listados ao final desta pesquisa e referentes ao período entre 2010 e 2014, que as linhas de pesquisa que tiveram mais destaque no desenvolvimento dos projetos utilizando ambientes e simulações virtuais foram as categorizadas no quadro a seguir.

Quadro 1 Dados condensados dos resultados de cada categoria de artigos:

Quantitativo de artigos referentes a ambientes virtuais e ensino de Física (2010-2014)	Modelagem computacional de experimentos em Física	Integração entre atividades computacionais e experimentais na área de Física	Simulações aplicadas a áreas específicas da Física	Softwares para ensino de Física à distância
RBEF	2	3	10	1
CBEF	4	10	8	7
Total	6	13	18	8
Porcentagem	13,33%	28,89%	40,00%	17,78%

Fontes: Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física, período (2010-2014).

Realizamos outro levantamento acessando cento e quarenta e oito simulações virtuais existentes em ambientes virtuais disponibilizados na internet. A partir deste levantamento encontramos simulações virtuais relacionadas à Física nas áreas de Ótica, Termodinâmica, Ondulatória, Eletricidade, Eletromagnetismo e Física Moderna.

No âmbito do ensino virtual de natureza técnica, com ampla utilização de Física aplicada, ensino este muito importante em nosso país, pois temos uma grande demanda de jovens almejando colocação profissional através de capacitação técnica, temos nestes últimos anos no Brasil uma boa iniciativa do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). O SENAI dispõe de alguns centros de treinamento no país com ambientes virtuais destinados à aprendizagem profissional. Nestes centros são utilizadas simulações de situações reais, onde os alunos aprendem procedimentos que terão que executar em sua vida profissional. A depender do curso ofertado podem ser empregadas simulações virtuais de soldagem, de empilhagem, de automação industrial com módulos de pneumática, mecânica, elétrica, eletroeletrônica, robótica, logística, redes de comunicação, ciência da computação, entre outras. Esse exemplo de utilização de simulações virtuais na formação profissional técnica reforça a abrangência de aplicações existentes para ambientes e simulações virtuais.

Após a apresentação de algumas iniciativas em distintas áreas utilizando simulações virtuais, queremos ressaltar que a intenção desta pesquisa não é provar que ambientes e simulações virtuais são boas ferramentas de ensino, pois isso é atestado pelo grande número de projetos que vem resultando em ferramentas didáticas úteis para o

ensino de Física no ensino médio e superior, bem como em cursos técnicos profissionalizantes. O levantamento que fizemos, em apenas dois periódicos especializados, nos mostrou resultados úteis de aplicações de ambientes e simulações virtuais em várias áreas dentro da Física e isso já justifica o interesse pelo tema. Também não existe a intenção nesta pesquisa de comparar o uso didático de ferramentas virtuais de ensino ao método tradicional com aulas expositivas e livro texto, como já foi dito anteriormente, pois não nos parece que seja uma questão para comparação, uma vez que consideramos todas essas atividades de ensino mutuamente complementares. Feitas essas observações, apresentamos a seguir o objetivo desta pesquisa.

OBJETIVO DA PESQUISA

Através desta pesquisa, tivemos por objetivo investigar o cenário existente quanto a utilização ou não de ambientes virtuais no ensino de Física em escolas públicas de nível médio da cidade de Aracaju/SE.

Os questionamentos que motivaram a pesquisa foram os seguintes:

- 1) Os alunos de licenciatura em Física da UFS apresentam alguma resistência em relação à utilização de simulações virtuais em atividades de formação docente?
- 2) A realidade dos alunos de licenciatura em relação à utilização ou não de simulações virtuais como prática usual na universidade é transposta para a atividade profissional deles após estarem graduados?
- 3) Professores de Física em atividade de ensino básico nas escolas públicas de Aracaju/SE utilizam simulações virtuais como ferramenta complementar de ensino em suas aulas?
- 4) Existem resistências metodológicas ou pessoais que impeçam os professores de Física em atividade de utilizarem simulações virtuais como ferramenta complementar de ensino? Em caso afirmativo qual a natureza dessas resistências?

A questão central que nos conduziu a realizar esta pesquisa foi classificada como de caráter comparativo. Ambientes e simulações virtuais já são utilizados em diversas áreas de capacitação de profissionais no Brasil há algumas décadas, como foi relatado no início desta introdução. Considerando que essas tecnologias para o ensino são conquistas da sociedade, não seria de se esperar que o ensino básico no Brasil, sendo sustentáculo dos aprendizados posteriores, se beneficiasse desse desenvolvimento? Se isso não está acontecendo, quais são as razões?

Um último aspecto que motivou a reflexão sobre a utilização de simulações virtuais no ensino de Física Básica refere-se ao cenário atual do ensino médio em nosso país. Cada

vez mais avaliações como o “Exame Nacional do Ensino Médio” (ENEM) e vestibulares de Instituições públicas e privadas abordam aspectos conceituais e interdisciplinares na grade de assuntos cobrados dos alunos. Temas abordados em simulações virtuais, como por exemplo, “poluição ambiental”, “espectrometria”, “efeito fotoelétrico”, entre tantos outros, podem ser trabalhados por disciplinas distintas como Física, Química e Biologia, possibilitando ao aluno análises complementares sobre um mesmo fenômeno. Ferramentas como simulações virtuais, que permitem ressaltar essa integração dos fenômenos científicos, nos parecem apropriadas como material de apoio para atender à demanda das competências solicitadas aos alunos de ensino médio, para ingressarem no ensino superior.

Apresentados os motivos para realização desta pesquisa, passamos a explicar os critérios de realização que utilizamos.

Dividimos esta pesquisa em dois eixos de investigação. A um desses eixos denominamos de eixo central, no qual entrevistamos professores de Física em escolas públicas do nível médio em Aracaju/SE. Nessas entrevistas procurou-se saber desses professores informações sobre a utilização ou não por eles de ambientes e simulações virtuais nas atividades em sala de aula. Nossa intenção foi entender que tipo de opções metodológicas e pessoais, afinidades e resistências, poderiam influenciar nas escolhas desses professores em relação à prática de ensino cotidiana por eles adotada.

O segundo eixo de investigação da nossa pesquisa, o qual denominamos de eixo auxiliar, pois as informações extraídas dele destinaram-se a entender melhor o eixo central, referiu-se a uma sequência de aulas utilizando simulações virtuais para o ensino de Física com conteúdos do ensino médio, que alunos de licenciatura da Universidade Federal de Sergipe (UFS), cursando a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física IV (IEF IV), ministrariam seguindo nossa proposição e monitoramento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Adotou-se para esta pesquisa um referencial teórico que abordasse questões que ajudassem a entender os possíveis motivos que levassem às escolhas metodológicas utilizadas em sala de aula pelos professores que entrevistamos, incluindo a utilização ou não de ambientes e simulações virtuais.

Para tal finalidade se utilizou o estudo de Figueira (2007), que trata de questões epistemológicas relacionadas com as diversas dimensões da atividade docente, englobando a escolha das ferramentas de ensino, aplicação, interação com os alunos e reavaliação das práticas.

Sobre as atividades docentes, que a autora denomina de ações, encontramos em seu trabalho a seguinte afirmação:

Existe, tendencialmente, grande probabilidade das ações serem, muito ou basicamente, orientadas pelos referenciais teóricos assumidos, isto é, pelas significações que se têm, ou seja pelas nossas concepções. Neste sentido, no contexto específico dos educadores, as decisões e ações deles, por princípio, ancoram-se nas orientações epistemológicas aprendidas, construídas e reconstruídas. (FIGUEIRA, 2007, p.48).

Ao se procurar compreender as escolhas metodológicas adotadas na prática docente dos professores entrevistados, optamos por inserir nessa investigação aspectos que ultrapassassem a mera escolha técnica de ferramentas de ensino e que contemplassem concepções pessoais desses professores envolvendo conhecimento, significação e crenças sobre a ciência e a atividade de ensinar ciência, fatores que compõem, nas palavras de Figueira (2007), a representação dos professores sobre a prática de ensinar.

Figueira, mencionando outros autores em seu estudo, nos diz o seguinte:

Sabe-se que as representações que os professores têm sobre o que é ciência, sobre o que é fazer ciência, sobre o que é “o” método científico, têm influência não só no que ensinam, mas também no como ensinam as disciplinas científicas curriculares e mesmo qual o significado que parecem atribuir a esse seu ensinar. (PRAIA; CACHAPUZ, 1998, p. 73 apud FIGUEIRA, 2007, p.49).

A rigor, todas as experiências de vida podem influir nas escolhas metodológicas dos professores em sua atividade profissional, por mais neutros que eles procurem ser. A concepção de mundo que cada professor tem, ou a representação, como define Figueira (2007), com toda a sua carga social e cultural, não fica fora da sala de aula. Contudo, a atitude coerente dos professores em relação ao seu papel de mediadores, em atividades que colocam alunos e conteúdos em contato, deve buscar minimizar esta carga pessoal e valorizar a participação crítica dos alunos na apreensão do conhecimento.

O estudo de Figueira (2007) ressalta também que o binômio concepção-atitude, ou como a autora denomina, representação-ação, não é unívoco, ou seja, não é visto nem conduzido de forma única pelos professores. Neste ponto se faz necessária a investigação,

para se conhecer que variáveis podem fazer esse binômio ser um condutor mais isento de conteúdos personalistas ou um transmissor impregnado de concepções pessoais, variando caso a caso no que se refere aos professores.

A representação e a ação dos professores precisam ser variáveis solidárias no processo de ensino, que visem potencializar a apreensão de informações por parte dos alunos, pois a relação de causalidade entre elas precisa manter a essência do conteúdo transmitido para não se transformar em veículo manipulador do pensamento crítico no processo de aprendizagem.

“O estudo dos processos de ensino focaliza-se, orientando-se para a descrição da atividade cognitiva dos professores” (FIGUEIRA 2007), e essa atividade cognitiva é resultado não apenas das concepções teóricas desses professores, mas também do processo relacional deles com os alunos, com a prática docente e com a vida.

Adentrando no processo relacional professor-alunos, foi importante na pesquisa identificar se existiram resistências metodológicas na prática didática dos professores de Física que entrevistamos, resistências estas trazidas da formação geral e acadêmica desses professores ou desenvolvidas na própria prática docente ao interagir com os alunos.

Resistências metodológicas caracterizam-se por mecanismos sutis e pessoais, que se revestem de validações racionais por parte de quem as tem, ou mesmo processos inconscientes, que tendem a encobrir os motivos pelos quais determinadas atitudes podem ser adotadas por professores.

Atividades que demandam participação dos alunos como simulações virtuais, geralmente proporcionam mais situações de interlocução entre professores e alunos do que aulas expositivas tradicionais. Professores conscientes do seu papel mediador no processo de ensino precisam aproveitar essas situações para estimular a criticidade nos seus alunos, em relação ao conteúdo que disponibilizam para eles. Ao fazê-lo, os professores colocam sob indagação o discurso “oficial” da ciência por eles externado, o que lhes demanda maior embasamento teórico e experimental, e maior flexibilidade didática.

Ainda referente ao aspecto relacional professor-aluno, quando um professor se permite utilizar ferramentas de ensino como simulações virtuais, ele está abrindo graus de liberdade para o aprofundamento de tópicos por vezes inusitados dentro de um assunto em estudo e que pode motivar os alunos a levantarem questões específicas, por vezes não pensadas na preparação das aulas. Um professor não suficientemente preparado, ao se ver diante de situações que coloquem em dúvida o seu conhecimento pode, por auto-defesa, evitar esse tipo de atividade e preferir aulas tradicionais, por ele já conhecidas, com menor risco para sua imagem frente aos alunos.

Outro aspecto a ser considerado como possibilidade no comportamento de professores, que pode gerar resistência a uma diversificação das suas aulas, é a

acomodação. Se um professor não se mostrar disposto a aumentar seu tempo de preparação das aulas buscando enriquecê-las com metodologias complementares, como por exemplo, as simulações virtuais ou qualquer outra instrumentação, ele dificilmente terá motivação para se familiarizar com qualquer nova ferramenta de ensino que surja, e prevalecerá em sua prática a metodologia com a qual ele já esteja acostumado e que de um ano para outro lhe dê menos trabalho de pesquisa e preparação.

Estas questões até aqui levantadas procuram dimensionar causas que podem levar professores a não ousarem didaticamente em sala de aula. O enfoque deste referencial teórico por nós adotado leva também em consideração a visão pessoal dos professores entrevistados sobre o que é ensinar, sobre a motivação deles em relação à atividade que realizam e sobre a imagem que eles têm deles próprios no papel de docentes. Essa visão pessoal permite aos professores, de acordo com suas concepções ou representações, maior ou menor exposição profissional e pessoal frente aos alunos, fator esse que pode se refletir nas suas opções metodológicas.

Reforçando e finalizando essa linha de reflexão, temos:

A percepção de satisfação nas atividades de ensino apela para o autojulgamento relativamente ao nível de satisfação obtido, pelos professores, nas atividades de ensino, ou seja, nas atividades ou tarefas que envolvem um contacto direto com os alunos. (FIGUEIRA, 2007, p.54).

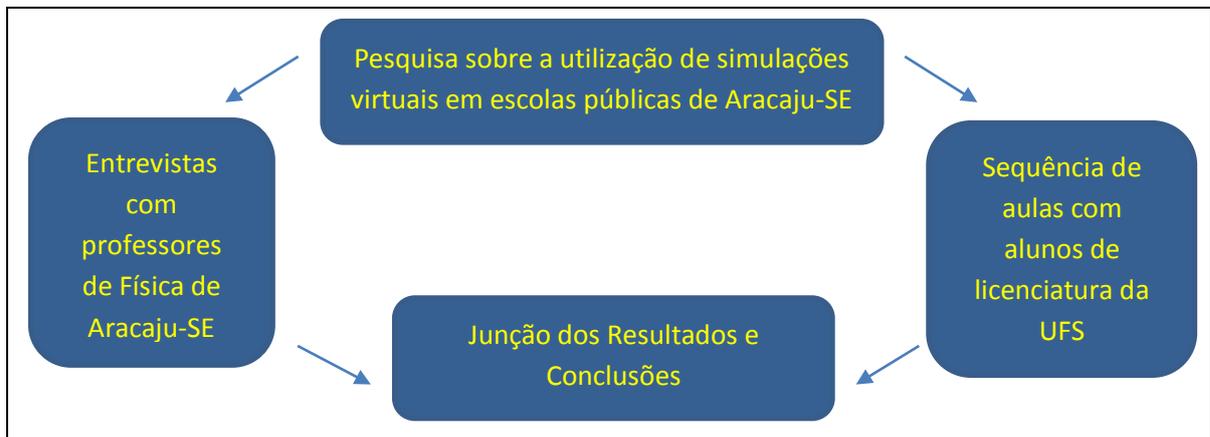
Apresentada a linha teórica adotada para esta pesquisa, de natureza “epistemológica”, e que enfatiza possíveis resistências metodológicas dos professores no que se refere à sua prática docente, passamos a descrever no próximo capítulo a metodologia utilizada neste trabalho.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia deste trabalho foi elaborada seguindo dois planejamentos para atender os dois eixos de investigação adotados.

Na Figura 1 a seguir apresentamos, para melhor visualização, um diagrama da divisão no encaminhamento da pesquisa:

Figura 1- Diagrama do encaminhamento da pesquisa.



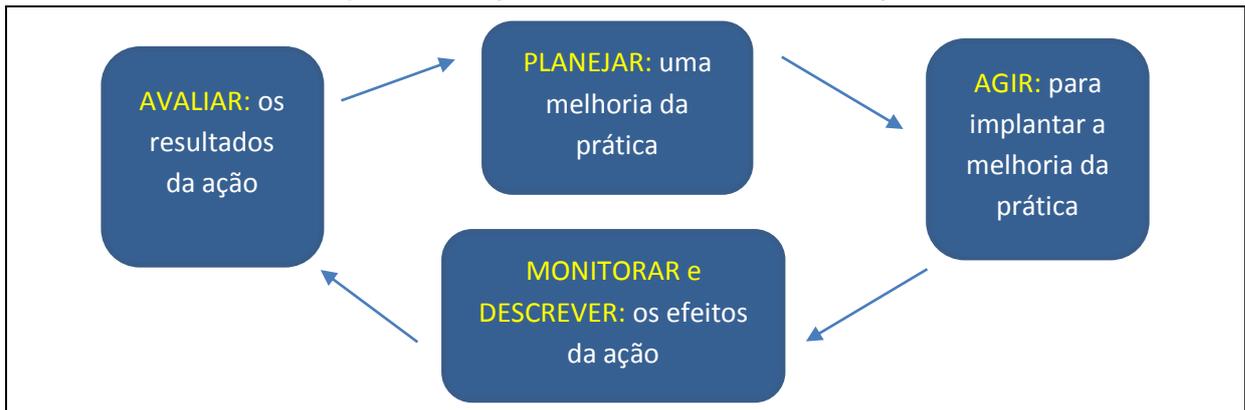
3.1 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM RELAÇÃO AO EIXO AUXILIAR

A pesquisa teve início com o eixo auxiliar de investigação, onde analisamos uma sequência de aulas de Física ministradas por alunos da disciplina Instrumentação para o Ensino de Física IV (IEF IV), no curso de Licenciatura em Física da UFS. Nestas aulas foram utilizadas simulações virtuais, e fizemos o acompanhamento das atividades seguindo os pressupostos do referencial metodológico adotado para este eixo que apresentaremos a seguir:

3.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO PARA O EIXO AUXILIAR

O referencial metodológico que fundamentou as atividades no eixo auxiliar desta pesquisa, com atividades desenvolvidas junto aos alunos de licenciatura, foi o da pesquisa-ação. O pressuposto central de tal referencial é a existência de um ciclo investigativo que envolve planejamento, ação, monitoramento da ação e avaliação dos resultados, conforme encontramos em Tripp (2005), e nos ilustra o diagrama a seguir:

Figura 2- Diagrama do ciclo da pesquisa-ação.



Fonte: Tripp (2005, p.466).

Este é um ciclo geral, que engloba a maior parte das pesquisas experimentais caracterizadas pela investiga-ação, incluindo a pesquisa-ação.

A pesquisa-ação tem historicamente apresentado variações e desdobramentos em suas linhas de desenvolvimento. Lewin (1975), alemão-americano (nascido na Alemanha e radicado nos Estados Unidos devido ao nazismo), estudioso inicialmente de Física e Química, dedicando-se posteriormente à Psicologia e Filosofia, foi o precursor do processo de construção da pesquisa-ação, tendo começado no ambiente de pós-guerra com características nitidamente experimentais voltadas para a inclusão das minorias étnicas nos Estados Unidos.

Thiollent (2011), francês, professor e pesquisador atuante na área de pesquisa-ação voltada para o ensino a partir da década de 80 do século XX até os dias atuais, afirma que a pesquisa-ação deve estar centrada em uma situação ou problema, no qual os participantes estejam envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Por esta razão, tornam-se necessários trabalhos em grupos, em equipes, onde os participantes são agentes atuantes do avanço que se deseje alcançar. Ao nos interessarmos por investigar uma sequência de aulas de Física de natureza experimental utilizando ambientes virtuais, e em particular simulações virtuais, optamos por utilizar a pesquisa-ação como referencial metodológico pelo fato dela nos propiciar mecanismos de reavaliação constante dos passos seguidos nos experimentos simulados. Discussões envolvendo todos os participantes, a cada simulação apresentada, permitiram ao grupo pesquisado neste eixo evoluir na compreensão das possibilidades de utilização dessa ferramenta de ensino, propiciando maior familiaridade dos alunos com as simulações, visando as etapas seguintes da sequência de aulas.

Escolhemos ainda a pesquisa-ação, enquanto prática metodológica, pois em vez de se enrijecer em técnicas pré-estabelecidas, ela garante um frescor de idéias, interatividade e participação colaborativa, que são combustíveis necessários para inovações no ensino. A

técnica é sempre muito bem vinda quando colabora para esta finalidade, e por isso procuramos abordar dessa forma esse eixo auxiliar de investigação.

A pesquisa-ação não é uma pesquisa seguida de ação, nem uma pesquisa sobre a ação, mas sim uma ação prática de se pesquisar com foco no processo de realização. Essa técnica de pesquisa não se caracteriza somente como reflexão sobre a prática, mas adiciona a ação inovadora sobre a prática.

Ao utilizarmos a pesquisa-ação não buscamos avaliar um procedimento adotado, mas, em vez disso, buscamos constantemente ajustes progressivos de melhoria dos procedimentos em utilização, entendendo que a melhoria é o contexto em análise, o meio e a finalidade principal de compreensão dos processos.

No trabalho com simulações virtuais na turma, priorizou-se o debate do processo adotado pelos alunos a cada etapa das simulações. A etapa seguinte de cada simulação virtual deveria oferecer um incremento ao nível de entendimento que se atingiu até aquele ponto. Esse tipo de investigação compreende participação ativa dos alunos nas atividades, o que é facilitado quando damos liberdade para esses alunos realizarem as simulações. O monitoramento com debate do processo e dos resultados alcançados pode, por vezes, levar a um direcionamento diferente do inicialmente planejado, visando alcançar uma melhor exploração dos conteúdos que estão sendo trabalhados pela turma.

Contudo, nosso interesse foi um pouco mais além do aspecto técnico, quando procuramos incluir na pesquisa-ação adotada o aspecto pessoal de cada aluno participante no que se refere ao seu interesse real ou não pelo processo, sua interatividade, suas resistências, sua valorização ou não da atividade, considerando a sua condição de futuro professor e o nível de motivação que o mesmo pudesse ter pela atividade de ensino proposta.

A produção de um saber compartilhado, pressuposto básico na pesquisa-ação, demanda fusão de papéis entre pesquisador e pesquisado, professor e aluno, onde diferenças de experiência precisam se transformar em parceria metodológica.

3.3 POSTULADOS DA PESQUISA-AÇÃO

A seguir transcrevemos alguns postulados da pesquisa-ação, os quais Franco (2005) extraiu de trabalhos de vários pesquisadores que adotaram essa linha de investigação, postulados estes que procuramos seguir na aplicação da nossa sequência de aulas com os alunos do Curso de Licenciatura em Física.

- O pesquisador deve ultrapassar o saber puramente fenomenológico, essencialmente subjetivo, e caminhar para construir um saber provindo da prática, que se situa entre o polo subjetivo e o polo objetivo;

- esse pesquisador precisa estabelecer uma comunicação de igual para igual com todos os integrantes da sua pesquisa, reconhecendo-lhes a capacidade de dar sentido aos acontecimentos, de organizar e de planificar;
- ele deve ser um facilitador: só intervir quando houver necessidade;
- deve ser capaz de descobrir que suas ações têm significados diferentes para cada integrante da pesquisa. No entanto, deve procurar conhecer e se ajustar a esses significados;
- deve aceitar que as coisas podem mudar, que elas podem ser reconstruídas;
- deve ter a capacidade de viver na incerteza e saber reconhecer a característica única de cada situação experimental;
- deve ser capaz de se colocar disponível aos outros integrantes do grupo experimental, de modo a permitir-lhes observar e compreender a lógica das ações;
- deve manter o rigor científico do trabalho e zelar por uma interpretação justa dos fatos e das práticas;
- deve valorizar o que se alcança em cada ciclo da experimentação, entendendo que esse aprendizado alcançado, fornece o ponto de partida para mais melhoria no ciclo seguinte;
- e por fim, deve participar de cada etapa da evolução do projeto, juntamente com os outros sujeitos participantes.

Quando transpomos essa visão para o ensino, nitidamente temos que assumir práticas que abram espaço para novas abordagens, novas técnicas e novas compreensões da realidade que nos cerca. O professor que aceita esse desafio certamente terá menos controle sobre o processo educativo, mas em contrapartida terá o inesperado como seu aliado contra a estagnação e a possível acomodação que anos e décadas seguidas de trabalho podem trazer.

Esta pesquisa, em seu eixo auxiliar, procura evidenciar para os alunos de licenciatura uma ferramenta de ensino rica em suas possibilidades auto-avaliativas que, poderá lhes ser útil em suas atividades profissionais futuras.

Nessa interação dos alunos de licenciatura com as simulações virtuais, teve-se a intenção de incentivar neles um olhar exploratório diversificado, de como abordar em suas aulas experimentais os fenômenos da Física Básica, buscando familiaridade e envolvimento desses alunos com a ferramenta de ensino proposta e por eles utilizada. Através dessa atividade, identificou-se se os alunos eram receptivos ou resistentes a essa prática.

A disciplina IEF IV, dentro da qual fizemos a pesquisa com os alunos, apresenta como proposição em sua ementa, o desenvolvimento de metodologias diversificadas voltadas para o ensino de Ondulatória, Acústica, Ótica e Física Moderna. Aproveitou-se essa característica da disciplina e procurou-se incentivar os alunos a explorarem os conteúdos mencionados utilizando simulações virtuais.

A abordagem deste eixo de pesquisa foi qualitativa, pois buscamos extrair da sequência de aulas aplicadas, indicadores que nos mostrassem aspectos de interatividade ou não dos alunos com as atividades de simulação sugeridas. Quisemos também identificar todas as questões relativas à receptividade ou reatividade que a atividade com simulação virtual suscitasse nos alunos, provenientes da visão pessoal deles sobre esse tipo de metodologia de ensino, visão esta advinda da experiência de vida adquirida até o momento e da formação profissional em andamento.

Foi escolhida uma turma de alunos da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física IV, por amostragem.

Sobre a escolha por amostragem Marconi e Lakatos nos citam o seguinte:

Nem sempre há possibilidade de pesquisar todos os indivíduos do grupo ou da comunidade que se deseja estudar, devido à escassez de recursos ou à premência do tempo. Nesse caso, utiliza-se o método da amostragem, que consiste em obter um juízo sobre o total (universo), mediante a compilação e exame de apenas uma parte, a amostra, selecionada por procedimentos científicos. (MARCONI E LAKATOS, 1999, p.32).

Os licenciandos foram solicitados, a cada aula, a compartilhar com os demais colegas de turma as suas visões sobre as simulações escolhidas, no que se refere à facilidade operacional, versatilidade de tópicos a serem trabalhados, coerência em relação aos fundamentos teóricos do assunto apresentado, bem como quaisquer outros aspectos que considerassem importantes para serem debatidos. Foi incentivado que os alunos extraíssem das simulações não só informações sobre os fenômenos em estudo, mas que estabelecessem relações com outros aspectos do cotidiano, tornando as apresentações mais abrangentes e interessantes. Procuramos obter deles também suas impressões pessoais sobre a atividade proposta, as sensações que o processo causou, tanto favoráveis como desfavoráveis, sempre sob a ótica de serem futuros professores de Física.

3.4 ETAPAS ADOTADAS PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA NO EIXO AUXILIAR

- 1) **Escolha dos temas da sequência de aulas:** esta etapa foi determinada pela ementa da disciplina IEF IV, que, como já foi citado, é composta pelos conteúdos de Ondulatória, Acústica, Ótica e Física Moderna. A escolha dos temas específicos dentro desses assuntos foi deixada livre aos alunos, avaliando-se critérios como pertinência da forma de abordagem do tema para uma aula de Física do nível médio, que seria ministrada em 40 minutos, seguida de debate. O tempo de 40 minutos foi estipulado pelas professoras que ministraram a disciplina por considerarem ser o tempo útil que um professor efetivamente dispõe para ministrar o conteúdo, considerando que uma aula dura 50 minutos nas escolas públicas de ensino médio de Aracaju/SE.

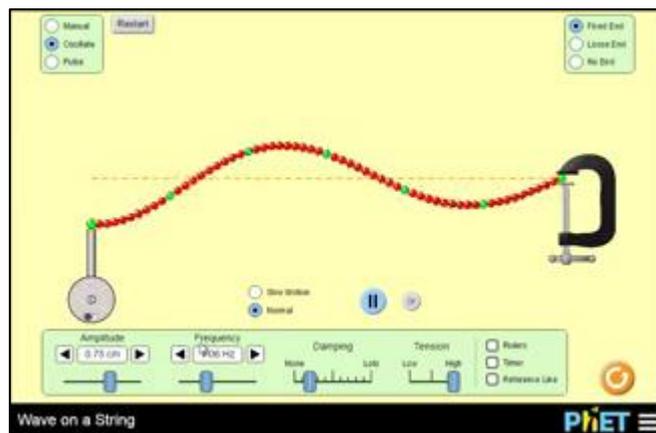
- 2) **Escolha dos ambientes virtuais:** disponibilizamos no primeiro dia da sequência de aulas uma lista com ambientes virtuais de ampla utilização na área de educação, e deixamos livre para os alunos escolherem entre esses ambientes virtuais sugeridos ou quaisquer outros que eles quisessem utilizar. A lista que foi disponibilizada para os alunos é apresentada no APÊNDICE A.
- 3) **Programação das apresentações:** uma vez escolhidos os ambientes virtuais e as simulações por parte dos alunos, eles tiveram no mínimo uma semana para preparar as aulas que iriam ministrar. Cada aluno deveria inicialmente apresentar individualmente uma simulação simples e, em data posterior, uma aula completa compreendendo teoria e simulação pertinente.
- 4) **Estudo da teoria referente a cada simulação:** a disciplina IEF IV aborda conteúdos de Física que os alunos já haviam estudado em disciplinas anteriores do curso de licenciatura. Portanto, por serem assuntos já vistos, deixamos a cargo deles a escolha do tema pertinente à simulação que iriam apresentar na aula completa. Não solicitamos uma exposição de conteúdo longa, apenas uma revisão dos conceitos principais que estariam envolvidos na respectiva simulação. O balanceamento adequado entre o tempo para exposição dos conceitos e da simulação foi avaliado pelas professoras da disciplina.
- 5) **Aplicação das simulações:** esta etapa aconteceu em uma sequência de 7 aulas, servindo de espaço efetivo para o desenvolvimento dinâmico das práticas do eixo auxiliar desta pesquisa e para interação com os alunos.
- 6) **Compilação dos resultados:** os resultados foram compilados, desde a apresentação da simulação referência, até a última simulação completa apresentada pelos alunos na sequência de aulas. O foco foi colher todas as informações que ajudassem a perceber o grau de identificação e interesse dos alunos desta turma, relativo a ferramenta de ensino simulação virtual.

3.5 APRESENTAÇÃO PARA OS ALUNOS DA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SEQUÊNCIA DE AULAS

Na primeira aula fizemos uma exposição para os alunos da proposta de aplicação da sequência de aulas utilizando simulações virtuais, explicando o objetivo de pesquisa e a importância da participação ativa deles em todo o processo.

Apresentamos ainda nesta primeira aula uma simulação, que serviu como referência para os alunos. Nela evidenciamos aspectos da forma como exploramos os fenômenos físicos utilizando a simulação virtual, disponibilizando o detalhamento de cada etapa da simulação através de planilha. A seguir apresentamos uma tela desta “simulação referência”.

Figura 3: Tela da simulação do PhET sobre “ondas mecânicas se propagando em uma corda”.



Fonte: Ambiente virtual PhET – Simulações – Física – som e ondas.

Como sugestão na escolha dos tópicos para as simulações que os alunos apresentariam, disponibilizamos uma listagem de temas para os quais já existem simulações prontas, a saber:

- 1) Para o assunto **Ondulatória e Acústica**, os temas com simulações já existentes são: som, ondas modais uni e bidimensionais, ondas de rádio, ondulatória na água, ar e luz.
- 2) Para o assunto **Ótica**: curvatura da luz, moléculas e luz, ótica geométrica e visão da cor.
- 3) Para o assunto **Física Moderna**: átomo de hidrogênio, decaimento alfa, decaimento beta, descarga em lâmpadas, efeito fotoelétrico, corpo negro, estados quânticos ligados, fissão nuclear, fótons e gases atmosféricos, interferência de ondas quânticas, lasers e tunelamento quântico.

Estes assuntos estão referenciados no APÊNDICE B.

Os alunos apresentaram uma ou duas simulações por aula, referentes a um dos tópicos anteriormente descritos ou outro assunto qualquer que eles desejassem, dentro do escopo da disciplina IEF IV.

3.6 INTERVENÇÃO DAS PROFESSORAS DA DISCIPLINA E DO PESQUISADOR

O monitoramento das atividades de cada aula foi feito pelas professoras da disciplina IEF IV com o auxílio do pesquisador, de forma interativa com os alunos a cada passo da aplicação das simulações. Mecanismos de análise crítica das simulações virtuais foram estimulados, de forma a possibilitar aos próprios alunos identificarem lacunas ou inconsistências nas simulações, que por ventura não permitissem uma melhor apresentação do tópico escolhido para a aula.

Além disso, durante as aulas solicitamos, para cada aluno que ministrou a aula, que expusesse as suas impressões sobre o processo geral de apresentação, abordando grau de

facilidade ou dificuldade para empregar didaticamente a simulação virtual escolhida, interesse ou não que o assunto despertou vantagens ou desvantagens didáticas identificadas no processo de aplicação da simulação. Aos alunos que assistiram às apresentações das simulações, solicitamos que compartilhassem o grau de entendimento que tiveram em relação à simulação apresentada, pontos fortes e fracos por eles identificados, bem como possíveis sugestões quanto ao emprego delas para o ensino de Física.

Esta avaliação durante cada simulação ajudou no aprimoramento das apresentações seguintes e no refinamento do senso crítico dos alunos em relação ao processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos utilizando a ferramenta simulação virtual.

As intervenções das professoras e do pesquisador tiveram por finalidade auxiliar para que as análises efetuadas pelos alunos, em cada etapa, agregassem reflexão sobre a prática e o conteúdo em estudo, propiciando aprimoramento deles nas formas de abordagem.

Após as atividades realizadas com os alunos de licenciatura, iniciamos o processo de investigação referente ao eixo central da pesquisa.

3.7 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM RELAÇÃO AO EIXO CENTRAL

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores de Física de escolas públicas do nível médio de Aracaju/SE, para sabermos qual é a situação real em relação à utilização ou não de simulações virtuais por parte desses professores em suas aulas e as causas da situação encontrada.

Em relação à estrutura escolhida para entrevistas, conforme enuncia Boni e Quaresma:

As entrevistas semi-estruturadas combinam perguntas abertas e fechadas, onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. O pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal. O entrevistador deve ficar atento para dirigir, no momento que achar oportuno, a discussão para o assunto que o interessa fazendo perguntas adicionais para elucidar questões que não ficaram claras ou ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o informante tenha “fugido” ao tema ou tenha dificuldades com ele. Esse tipo de entrevista é muito utilizado quando se deseja delimitar o volume das informações, obtendo assim um direcionamento maior para o tema, intervindo a fim de que os objetivos sejam alcançados. (BONI e QUARESMA, 2005, p.75).

Essa modalidade de entrevista confere a flexibilidade suficiente para permitir que entrevistador e entrevistado direcionem a conversa para aspectos que lhes pareçam mais relevantes em determinado momento, aspectos estes que podem conduzir o entrevistador a

novos questionamentos inicialmente não pensados e que enriqueçam o campo de pesquisa e a abordagem. Realizamos as entrevistas com esse grau de flexibilidade recorrendo a algumas perguntas do conjunto disponibilizado no APÊNDICE C, escolhendo uma ou outra pergunta, conforme o andamento de cada entrevista.

3.8 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM RELAÇÃO AO EIXO CENTRAL

- 1) Realização de um estudo sobre entrevistas: Como referencial metodológico para a aplicação das entrevistas escolhemos Triviños (1987), que enfatiza aspectos técnicos que ajudam a obter melhores resultados no processo de entrevistar e escolhemos Minayo (1992), que aborda componentes que valorizam a experiência e questões subjetivas expressas pelos entrevistados.

Com base nesses 2 referenciais metodológicos, destacamos o seguinte:

Como sabíamos que não disporíamos de muito tempo junto a cada professor para realizarmos as entrevistas, optamos por entrevistas semiestruturadas. As entrevistas semiestruturadas nos permitiram certa facilidade na condução do processo, pelo fato de nos utilizarmos de algumas perguntas já previamente formuladas e validadas. Essas perguntas trazem um grau de liberdade em sua formulação que permite aos entrevistados sentirem-se livres para explorarem novos aspectos provenientes dessas perguntas e se colocarem como colaboradores críticos na construção das respostas.

- 2) Elaboração das perguntas visando às entrevistas semiestruturadas: A intenção através das perguntas elaboradas foi conseguir extrair dados concretos sobre a prática docente dos professores entrevistados e também tentar obter deles aspectos mais subjetivos que os levassem a optar por uma determinada metodologia em sala de aula.
- 3) Validação das perguntas junto a 5 professores de Física do nível médio, em atividade em escolas públicas. Estas primeiras 5 entrevistas não constituem escopo de avaliação para esta dissertação, apenas suporte operacional.
- 4) Realização de entrevistas individuais com 1 professor para cada uma das 10 escolas públicas escolhidas de Aracaju/SE, tendo estes professores tempos variados de formação e de atividade docente. O critério de escolha das escolas foi realizar entrevistas nas 3 escolas de Aracaju/SE consideradas “centros de excelência”, (categorizados a seguir), e realizar entrevistas em outras 7 escolas regulares, totalizando 10 escolas. Exceto os “centros de excelência” a escolha das outras 7 escolas foi aleatória, percorrendo-se alguns bairros da cidade.

- 5) Seguimos a seguinte conceituação: “centros de excelência”, colégios com um regime de funcionamento onde existe uma política de gestão governamental que lhes confere infraestrutura e por vezes carga horária diferenciada, se comparadas com os “colégios regulares”, conferindo também a incumbência de serem “colégios piloto”, onde primeiramente são implementados novos projetos que se pretenda dissimular na rede pública estadual. “Colégios regulares” são aqueles com regime de funcionamento padrão, dentro das diretrizes estaduais de ensino. A intenção foi entender se essas características distintas proporcionavam alguma diferença na prática docente dos professores em atividade, em cada uma das categorias de colégios mencionadas.
- 6) Análise dos dados colhidos com suporte no referencial de análise de conteúdo que descreveremos a seguir.

3.9 REFERENCIAL DE ANÁLISE DE CONTEÚDO PARA OS DOIS EIXOS DE PESQUISA

Adotamos como referencial de análise de conteúdo para esta pesquisa a obra “Análise de Conteúdo” de Bardin (1977), através da edição revisada e ampliada de 2009.

Laurence Bardin, professora-assistente de Psicologia na Universidade de Paris V, na época de publicação da sua obra, aplicou as técnicas da análise de conteúdo por ela formuladas na investigação psicossociológica, no estudo das comunicações de massas e no estudo das relações interpessoais sob vários aspectos.

Sua obra tem sido referenciada desde o final da década de 70 do século XX até os dias atuais, podendo ser encontradas dezenas de citações em artigos das áreas da sociologia, psicologia, estudos sobre análise de conteúdo comparativos com outros tipos de análise de dados, bem como em artigos abordando temas sobre variadas áreas de ensino.

A análise de conteúdo de Bardin (2009) dividiu-se em cinco técnicas, a saber: análise de avaliação, análise da enunciação, análise proposicional do discurso, análise da expressão e análise das relações.

Especificamente para o eixo auxiliar desta pesquisa adotamos a sub-categoria de análise denominada “análise de avaliação ou da asserção avaliativa” que se baseia no estudo das atitudes dos personagens pesquisados.

Sobre esta técnica de análise Bardin nos coloca o seguinte:

Uma atitude é uma pré-disposição, relativamente estável e organizada, para reagir na forma de opiniões (nível verbal), ou de atos (nível comportamental), na presença de objetos (pessoas, ideias, acontecimentos, coisas, etc.) de maneira determinada”. Ele nos diz ainda, “Encontrar as bases dessas atitudes por trás das manifestações verbais é o objetivo da análise de asserção avaliativa. (OSGOOD, 1959, apud BARDIN, 2009, p.203).

Chamou-nos a atenção na análise de avaliação de Bardin os conceitos de “direção” e “intensidade” que emergem de qualquer pesquisa.

Sobre direção extraímos o seguinte:

A direção é o sentido da opinião segundo um par bipolar. Pode-se ser favorável ou desfavorável. A opinião pode ser positiva ou negativa, amigável ou hostil, aprovadora ou desaprovadora, otimista ou pessimista, pode-se julgar uma coisa como boa ou má, etc. Entre os dois polos nitidamente orientados existe eventualmente um estado intermediário, a neutralidade, ou a ambivalência. (BARDIN, 2009, p. 204).

Apesar de direção e sentido não terem o mesmo significado em Física, para efeito de avaliação de análise de conteúdo, pareceu-nos pertinente adotar essa definição de Bardin.

A autora ainda nos diz o seguinte em seu trabalho: “A intensidade demarca a força ou o grau de convicção expressa: uma adesão pode ser fria ou apaixonada, uma oposição pode ser ligeira ou veemente”, (BARDIN, 2009, p. 204).

Adotamos Bardin seguindo a característica temática da sua técnica avaliativa, não a abordagem de análise léxica de frases e termos encontrados em um material ou situação investigados, pois nossa pesquisa preocupa-se com o comportamento dos alunos pesquisados.

O aspecto referente a conteúdo que estávamos interessados ao partirmos para a investigação do eixo auxiliar desta pesquisa não foi a apreensão dos conteúdos de Física nas aulas ministradas pelos alunos de licenciatura, embora a coerência entre as simulações e a teoria que as suporta tivesse sido verificada ao avaliarmos as aulas dadas. Estávamos, entretanto, focando neste eixo de investigação saber se os alunos pesquisados, ao serem solicitados a interagirem com uma ferramenta alternativa e complementar para o ensino de Física, envolviam-se com o processo a ponto de demonstrarem motivação para utilizar as simulações virtuais em sua prática docente futura.

A análise utilizada visou extrair da verbalização e do comportamento dos alunos, ao ministrarem as simulações, informações que nos permitissem deduzir, a partir das atitudes por eles expressas, a concepção deles em relação a utilização da ferramenta complementar de ensino que estávamos propondo.

Após as atividades realizadas com os alunos de licenciatura, iniciamos o processo de investigação referente ao eixo central da pesquisa.

Utilizamos como referencial de análise de conteúdo para o eixo central da pesquisa, outra técnica de análise encontrada no trabalho de Bardin (2009), denominada “análise da enunciação”.

Esta técnica entende a comunicação como um processo e não como um dado, e isso é favorável à forma como buscamos analisar a comunicação e as informações

propiciadas pelas entrevistas fornecidas pelos professores de Física. Sendo tratadas como um processo, essas informações demandaram serem analisadas contextualmente e ligadas a história de cada professor.

Tivemos por objetivo identificar as atitudes e opções dos professores de Física entrevistados ao utilizarem ou não simulações virtuais em suas aulas experimentais, buscando as relações causais que influenciaram o comportamento atual de cada um deles, ao adotarem determinada metodologia em sala de aula.

Ao responder as perguntas formuladas nas entrevistas, esses professores foram colocados em uma situação de ambivalência entre o que eles realmente achavam sobre o tema questionado “discurso latente” e o que poderiam querer transmitir a um interlocutor desconhecido “discurso oficial”.

A essência do “discurso latente” carrega um grau de liberdade em relação às racionalizações, às resistências e defesas próprias, de quem está sendo questionado sobre qualquer assunto, neste caso, sobre a sua prática profissional. O “discurso oficial” pode apresentar álibis, lugares comuns, jogos de palavras, externados pelos entrevistados como defesas. Essa foi uma sutileza que tivemos que trabalhar.

A análise da enunciação que adotamos permite que ao ouvirmos o discurso do entrevistado, façamos uma análise sintática que incide sobre as formas gramaticais/verbais apresentadas, uma análise lógica que procura decifrar o arranjo do discurso e sua pertinência, uma análise dos elementos formais atípicos que podem ser, por exemplo, super-valorizações, omissões, parcialidades, lapsos e silêncio, e uma análise sequencial que procura identificar as rupturas no discurso do entrevistado, tentando identificar fatores internos ou externos ao entrevistado, que possam ocasionar a ruptura.

Encontrar a essência do “discurso latente”, revelador, mas por vezes encoberto, torna-se tarefa primordial para chegar-se ao conteúdo desejado no tipo de entrevistas que realizamos.

3.10 INTEGRAÇÃO ENTRE OS EIXOS CENTRAL E AUXILIAR EM RELAÇÃO ÀS ANÁLISES DE CONTEÚDOS

Nesta etapa, com base nos resultados de campo obtidos e nas análises de conteúdo realizadas para cada eixo de investigação da pesquisa, buscamos entender se existe uma ligação entre a formação atual de alunos de licenciatura, que lhes propicie maior ou menor contato com tecnologias complementares de ensino tais como simulações virtuais, e a efetiva utilização dessas simulações por parte dos professores de Física em atividade, nas escolas públicas do nível médio em Aracaju/SE, considerando que esses professores são oriundos dos cursos de licenciatura. Para essa integração buscamos analisar os seguintes itens:

- 1) Informações referentes à aceitação por parte dos atuais alunos de licenciatura da ferramenta simulação virtual, que, em caso positivo, os faria levar essa prática para a atividade docente futura em sala de aula;
- 2) O tempo decorrido após a graduação dos professores em atividade, que entrevistamos nas escolas públicas, bem como o contato que esses professores tiveram com simulações virtuais quando ainda estavam em formação docente;
- 3) A existência ou não da prática de formação continuada por parte dos professores entrevistados, que pudesse lhes permitir ter contato com novas tecnologias, inclusive as virtuais;
- 4) A existência de resistências metodológicas na prática dos professores em atividade;
- 5) Quaisquer outras variáveis que surgissem no processo de pesquisa, de ordem metodológica ou pessoal que impactassem nas opções didáticas dos professores de Física em atividade.

Após apresentar o nosso encaminhamento metodológico para integração das análises de conteúdo dos dois eixos de investigação desta pesquisa, passamos a apresentar os resultados de cada um deles, no próximo capítulo.

4 RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DO EIXO AUXILIAR DA PESQUISA

Analisaremos primeiro os resultados do eixo auxiliar da pesquisa por ser o eixo pelo qual iniciamos a investigação.

4.1.1 PRIMEIRA ATIVIDADE REALIZADA COM OS ALUNOS DE LICENCIATURA

A primeira atividade desenvolvida com alunos de licenciatura cursando a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física IV (IEF IV). Foi apresentar para a turma a finalidade da pesquisa que estávamos começando a realizar com eles, de forma a melhor entenderem as atividades com as quais estariam envolvidos durante algumas aulas. Isso se fez necessário porque um dos pressupostos da pesquisa-ação, que adotamos como referencial metodológico para esse eixo de investigação, é que todos os integrantes de um grupo pesquisado conheçam a motivação e a fundamentação da pesquisa, para que possam contribuir de forma interativa no andamento das atividades.

Disponibilizamos para os alunos uma lista de endereços eletrônicos de ambientes virtuais destinados ao ensino de ciências naturais, incluindo Física, os quais apresentamos no APÊNDICE A, ressaltando que eles poderiam escolher para as apresentações da próxima etapa da sequência de aulas, simulações existentes nesses endereços sugeridos ou em quaisquer outros que quisessem utilizar. Essa liberdade de escolha foi proposital visando criar, a partir de uma opção pessoal dos alunos em relação aos ambientes e simulações virtuais, um maior envolvimento deles com as atividades que iriam realizar nos próximos encontros.

Ainda dentro desta primeira atividade, apresentamos para a turma uma simulação virtual sobre propagação de ondas mecânicas, a qual chamamos de “simulação referência”, já mencionada no capítulo de Metodologia. No Quadro 2 estão descritos três conjuntos de resultados da aplicação desta simulação. Foi possível nessa atividade debatermos com os alunos e professoras da disciplina as características dessa “simulação referência”, a versatilidade propiciada por ela para a exposição dos conceitos, limitações operacionais e ilustrar alguns resultados referentes à amplitude e velocidade das ondas, associando-os com ondas mecânicas se propagando na natureza, como as ondas sísmicas.

QUADRO 2 - Simulação referência e conjuntos de resultados da aplicação desta simulação.

Simulação referência apresentada aos alunos de licenciatura:									
1	Abalo sem amortecimento:								
	Abalo	Extremidade	Amortecimento	Tamanho de pulso	Tensão	Amplitude	Distância (cm)	Tempo (s)	Velocidade (cm/s)
	pulso	fixa	zero	50	baixa	50 - mantém	10,00	17,86	0,56
	pulso	fixa	zero	50	média	50 - mantém	10,00	9,55	1,05
	pulso	fixa	zero	50	Alta	50 - mantém	10,00	1,27	7,87
Perguntas: Que resultados obtemos no experimento quando variamos a tensão da corda de baixa, para média e depois para alta e fixamos as outras variáveis? Por que isso acontece?									
Respostas: Ocorre aumento na velocidade de propagação da onda devido à maior coesão de partículas para tensões mais altas da corda, o que favorece a propagação do abalo. Essa coesão influi de forma não linear, aumentando significativamente a velocidade para tensões mais altas. Ocorre também a conservação de amplitude devido a ausência de amortecimento.									
2	Abalo sem amortecimento e com aumento no tamanho do pulso:								
2.1	Abalo	Extremidade	Amortecimento	Tamanho de pulso	Tensão	Amplitude	Distância (cm)	Tempo (s)	Velocidade (cm/s)
	pulso	fixa	zero	100	baixa	100-mantém	10,00	17,47	0,57
	pulso	fixa	zero	100	média	100-mantém	10,00	9,24	1,08
	pulso	fixa	zero	100	Alta	100-mantém	10,00	1,19	8,40
2.2	Abalo	Extremidade	Amortecimento	Tamanho de pulso	Tensão	Amplitude	Distância (cm)	Tempo (s)	Velocidade (cm/s)
	pulso	fixa	50	100	baixa	100 - decrec	10,00	17,55	0,57
	pulso	fixa	50	100	média	100 - decrec	10,00	9,13	1,10
	pulso	fixa	50	100	alta	100 - decrec	10,00	1,33	7,52
Perguntas: O tamanho do pulso, ou seja, do abalo inicial, influi nos resultados? Que consequências isso pode trazer para propagações de ondas no mundo real?									

Respostas: Influi somente na amplitude. No mundo real dificilmente ocorrem propagações sem amortecimento do abalo inicial. Um tsunami, por exemplo, será mais ou menos intenso devido ao tamanho da amplitude da onda proveniente de um abalo maior. Contudo, um abalo maior não implica que a onda percorrerá o caminho que tiver que percorrer, com uma velocidade maior.

3. Abalo gerado por oscilador:

	Abalo	Extremidade	Amortecimento	Tamanho de pulso	Tensão	Amplitude	Distância (cm)	Tempo (s)	Velocidade (cm/s)
	oscilação	fixa	zero	50	baixa	50 - mantém	10,00	17,47	0,57
	oscilação	fixa	zero	50	média	50 - mantém	10,00	9,36	1,07
	oscilação	fixa	zero	50	alta	50 - mantém	10,00	1,19	8,40

Pergunta: Realizando o experimento com um oscilador gerando os pulsos e com a extremidade de chegada da frente de onda fixa, acarreta em alguma diferença nos resultados?

Respostas: Não altera a velocidade do trem de ondas, porém o oscilador provoca pulsos para cima e para baixo, que compõem ondas com oposição de fase. A partir do momento da primeira reflexão na extremidade fixa, começam a acontecer interferências construtivas e destrutivas na trajetória das frentes de onda que se sobrepõem.

Fonte: Experimento realizado pelo pesquisador.

Finalizada a simulação referência, foi solicitado aos alunos que eles apresentassem, a partir da aula seguinte a esta primeira atividade, individualmente, simulações abordando assuntos contidos na ementa da disciplina IEF IV. A finalidade dessas apresentações iniciais por parte dos alunos foi que eles tivessem um contato efetivo com simulações virtuais, principalmente no caso daqueles alunos que nunca tinham tido essa vivência.

4.1.2 SEGUNDA ATIVIDADE REALIZADA COM OS ALUNOS DE LICENCIATURA

Na segunda atividade os alunos apresentaram individualmente, durante três aulas, simulações referentes a assuntos da Física, adotando um tratamento conceitual adequado para o ensino médio. Os assuntos escolhidos por eles foram: cor da luz, efeito fotoelétrico, laser e ótica geométrica.

Em cada aula foram feitas pelos alunos considerações a respeito das simulações escolhidas; complementadas por questões que o pesquisador fez junto com as professoras da disciplina, para enriquecer o debate em grupo. As questões propostas foram tiradas do conjunto de perguntas destinadas à realização desta atividade, descritas no APÊNDICE D. Cabe aqui ressaltar que não transcrevemos, neste eixo auxiliar, as respostas diretas dos alunos, devido a natureza da pesquisa-ação, que procura avançar nas questões propostas através do debate e conclusões de todo o grupo envolvido nas atividades.

As questões propostas e o que pôde ser observado por meio dos debates apresentam-se transcritos a seguir:

1) Vocês tiveram alguma dificuldade para escolher um ambiente virtual e uma simulação para apresentar? Se tiveram, qual foi a natureza da dificuldade?

Nenhum dos alunos teve dificuldade em escolher o ambiente virtual e a simulação para apresentar, mesmo os que tinham menos afinidade com simulações virtuais.

2) Qual foi o critério de escolha do ambiente virtual e da simulação?

Todos os alunos, nesta etapa, fizeram a escolha por afinidade com o assunto. Um dos alunos já havia utilizado o mesmo ambiente virtual e simulação em uma atividade de outra disciplina, então uniu o interesse pelo assunto à praticidade de aproveitar uma simulação já utilizada e conhecida.

3) Vocês identificaram na simulação escolhida ferramentas adequadas para elaborar a apresentação? Em caso negativo, o que faltou?

Quatro alunos responderam que as ferramentas estavam adequadas. Em uma das simulações escolhidas, que abordou o assunto ótica geométrica, o aluno que a apresentou considerou que as ferramentas da simulação eram insuficientes para demonstrar todos os aspectos que ele julgava necessários para compreensão do

conteúdo em questão. O grupo concordou com a colocação desse aluno e as professoras, junto com o pesquisador, aproveitaram para explorar didaticamente a situação. Isso foi feito ressaltando para os alunos que as simulações virtuais disponibilizadas nos ambientes virtuais nem sempre são adequadamente elaboradas para a exposição de determinados conteúdos. Nesses casos, eles poderiam e deveriam procurar outras simulações melhor elaboradas e adequadas ao assunto de interesse. Caso não encontrassem, poderiam complementar a simulação com outra forma de instrumentação.

- 4) **Ao refletirem sobre os fenômenos apresentados através da simulação virtual, vocês conseguiram fazer alguma relação com fenômenos que acontecem na natureza ou que são utilizados em alguma aplicação tecnológica?**

Cinco alunos relacionaram as simulações por eles apresentadas a fenômenos da natureza ou a aplicações tecnológicas do cotidiano, e isso enriqueceu bastante as apresentações. Apenas o aluno que apresentou a simulação sobre ótica geométrica, já citado na questão anterior, ateu-se à explicação dos fenômenos vistos na simulação, sem trazer um exemplo do cotidiano para ilustrá-la.

- 5) **Vocês consideram que a aula que apresentaram seria melhor ministrada utilizando-se outra ferramenta de ensino? Em caso afirmativo, qual?**

Quatro alunos, entre os seis da turma, colocaram que os conteúdos apresentados nas aulas que ministraram não ficariam suficientemente claros, caso não tivessem utilizado as simulações virtuais. Segundo esses alunos, é fundamental o ganho propiciado pelas simulações virtuais no intuito de se perceber visualmente o que está acontecendo em cada etapa dos fenômenos apresentados. Dois alunos não emitiram opinião e nenhum aluno mencionou outra ferramenta de ensino com a qual a aula seria ministrada mais adequadamente, em substituição às simulações virtuais.

- 6) **Quais os principais pontos positivos e negativos que vocês detectaram ministrando aulas com as simulações virtuais?**

Após todas as apresentações e os respectivos debates em grupo envolvendo todos os alunos da turma, professoras e pesquisador, extraíu-se os seguintes pontos positivos e negativos como sendo os principais levantados:

Pontos positivos: a melhor visualização dos fenômenos apresentados, melhor entendimento da teoria envolvida e a possibilidade, conforme as ferramentas existentes em cada simulação, de explorar vários aspectos específicos dos tópicos apresentados.

Pontos negativos: certa limitação de algumas simulações em relação a aspectos operacionais, como falta de precisão nas medições, ou falta da ferramenta

específica dentro da simulação para abordar alguns pontos da teoria, bem como o fato da simulação virtual ser sempre uma modelagem da realidade e não a própria realidade.

7) Vocês têm mais alguma observação que gostariam de compartilhar sobre as aulas práticas que ministraram?

Foi colocado por um dos alunos que as simulações virtuais para ensino de Física atendem bem à função que se espera delas, e que são adequadas para realização de experimentos arriscados ou de difícil manuseio operacional. Segundo esse mesmo aluno, em alguns experimentos de mecânica clássica, que não envolvessem risco, os kits experimentais reais seriam mais apropriados.

Aplicando-se a análise de avaliação de Bardin (2009) nesta segunda atividade do eixo auxiliar de pesquisa, foi possível constatar o seguinte:

- 1) Em relação à direção e ao sentido da pesquisa, houve um avanço comparado à etapa anterior, pois os alunos puderam realizar por si mesmos as simulações virtuais.
- 2) As observações feitas pelos alunos contribuíram para os debates a partir das facilidades e dificuldades operacionais vivenciadas por eles, o que caracterizou um ganho de conhecimento real em relação à habilidade de utilizar a ferramenta de ensino proposta.
- 3) As apresentações das simulações, nesta etapa, já se traduziram em um indicador, como nos diz Bardin (2009), do nível de intensidade interativa alcançado pelos alunos, que nesta etapa, caracterizou-se pelo envolvimento (identificação ou não) que as apresentações, os debates, os questionamentos sobre as escolhas que fizeram, provocaram neles.

A lógica de desenvolvimento destas duas primeiras atividades com os alunos de licenciatura foi percorrer uma “espiral de pesquisa-ação”, fornecendo um primeiro contato com uma apresentação de uma “simulação referência”, na qual os alunos foram observadores, e uma segunda atividade que possibilitou que cada aluno, individualmente, apresentasse uma simulação, de forma breve, mas já propiciando vivência prática. Esse encaminhamento propiciou debates e reflexões sobre os temas escolhidos, fazendo emergir questões operacionais relativas à ferramenta de ensino, o que possibilitou progredir no processo de familiarização dos alunos com as simulações virtuais.

4.1.3 TERCEIRA ATIVIDADE REALIZADA COM OS ALUNOS DE LICENCIATURA

Nesta terceira atividade, com duração de 3 encontros, seguiu-se a grade de horas/aula da disciplina, variando entre 1,5 h/aula e 2,5 h/aula cada encontro, perfazendo um total de 6,5h/aula. Foi solicitado a cada aluno apresentar uma aula completa sobre um conteúdo da Física abordado no ensino médio, concernente à ementa da disciplina IEF IV, incluindo nesta aula uma introdução teórica sobre o tema e uma simulação virtual mais detalhada sobre o mesmo assunto. No Quadro 3 são apresentados os temas escolhidos pelos alunos para apresentação das simulações.

Pode-se notar que todos os alunos escolheram simulações disponibilizadas pelo ambiente virtual PhET. Isso não foi por coincidência, pois se constatou no estudo que realizamos com simulações de alguns ambientes virtuais, que o PhET, entre os ambientes que foram analisados nesta pesquisa, é o de mais fácil uso, interatividade e riqueza de temas disponíveis, apresentando larga utilização nos meios acadêmicos que já adotam ferramentas virtuais de ensino há algum tempo.

O interesse desta pesquisa, nesta etapa, foi direcionado para o progresso na utilização da ferramenta virtual de ensino e a integração entre a teoria apresentada e as simulações. A construção das aulas, no que se refere à temática e abordagem foi livre, não havendo interferência ou direcionamento das professoras da disciplina ou do pesquisador, conforme prevê o processo de pesquisa-ação adotado. Nesta etapa foi pedido pelas professoras da disciplina um plano de aula para efeito de avaliação.

Nesta terceira atividade, as professoras da disciplina e pesquisador fizeram algumas perguntas e observações associadas à elaboração da apresentação teórica, à elaboração das simulações virtuais e à aplicação de ambas. Novamente, como procedimento padrão, não anotamos citações diretas dos alunos, mas sim a essência das idéias por eles respondidas ou resultantes dos debates em grupo.

QUADRO 3 - Temas escolhidos para as apresentações das simulações

	Tema da aula	Aluno que ministrou	Ambiente Virtual	Aspecto principal da apresentação
1	As cores da luz	Raimundo	PhET	Apresentou outras instrumentações junto com a simulação enriquecendo a aula.
2	Laser	Felipe	PhET	Sintetizou bem a teoria antes de apresentar a simulação.
3	Refração	Eliane	PhET	Explorou adequadamente a simulação e trouxe uma instrumentação auxiliar para ilustrar a aula.
4	Efeito Fotoelétrico	Diego	PhET	Utilizou uma sequência de perguntas para explorar a versatilidade da simulação.
5	Modelo Atômico	Irajan	PhET	Deu maior ênfase à teoria e a simulação terminou sendo pouco explorada.
6	Radiação do corpo negro	Márcia	PhET	Explorou adequadamente a simulação e também trouxe uma instrumentação auxiliar para a aula.

Fonte: Sequência de aulas com os alunos de licenciatura da UFS.

Seguem as perguntas formuladas nesta etapa, e o que consideramos como essência das respostas:

1) Qual o critério de escolha do assunto para a apresentação da aula completa?

Dos seis alunos, cinco declararam ter feito a escolha do assunto para apresentação por ter interesse pessoal pelo tema. Somente um aluno declarou ter escolhido a simulação virtual pela facilidade de apresentação.

2) Pensando em uma aula de 40 minutos, que foi o solicitado pelas professoras da disciplina, qual o critério adotado para divisão do tempo entre parte teórica e prática?

O critério de três alunos foi preparar uma breve apresentação sobre a teoria, entre 10 e 15 minutos, e utilizar o restante do tempo para a simulação. Um aluno reservou 30 minutos para a teoria e 10 minutos para a simulação, sendo a parte teórica, portanto, a ênfase da aula dada por ele. Tivemos ainda dois alunos que não tiveram um critério claro. Viram o escopo da simulação, prepararam a teoria, mas não se preocuparam em quanto tempo levaria cada atividade.

Três alunos colocaram que, se fosse possível, o ideal seria ter uma aula de 50 minutos para a teoria, com outra aula subsequente para apresentar a simulação. Esses alunos entendem que com mais tempo para revisão da teoria, a turma rememora melhor os conceitos, e isso propicia a quem estiver ministrando a simulação condições para explorar de forma mais detalhada a ferramenta de ensino, sabendo que os estudantes do ensino médio entenderão melhor o conteúdo envolvido e participarão mais efetivamente na aula.

3) A simulação virtual que você escolheu consegue ilustrar todo o assunto teórico abordado em sua aula?

Três alunos consideraram que sim, ou seja, que as simulações conseguiram ilustrar toda a teoria que eles queriam apresentar. Os outros consideraram que as simulações não conseguiram abordar todo o escopo teórico que esses alunos precisavam apresentar. Essa questão foi novamente debatida com a turma, a exemplo da atividade anterior, e concluiu-se que isso acontece devido a lacunas no desenvolvimento das simulações, fazendo com que algumas simulações não tenham todas as facilidades necessárias para ilustrar por completo a teoria pertinente.

4) O assunto que você escolheu, no seu entender, seria bem ministrado somente com a parte teórica ou somente com a simulação virtual?

Cinco alunos consideraram que ministrar a aula só com a parte teórica ou somente com a simulação deixaria a aula menos rica em possibilidades didáticas e eficácia na transmissão do conteúdo. Um aluno utilizou a simulação somente porque foi solicitado, mas não seria sua opção de livre escolha utilizá-la. Para ele a aula teórica seria suficiente.

5) A aula que vocês ministraram seria melhor caso utilizassem outra instrumentação em substituição à simulação virtual? Em caso afirmativo, qual?

Com exceção do aluno que prefere aulas expositivas, como já mencionado na análise de outra questão, nenhum aluno se manifestou em relação a utilizar outra instrumentação, para substituir inteiramente a simulação virtual. Contudo, em um dos assuntos apresentados, “cores da luz”, o aluno que o ministrou apresentou também uma lanterna como instrumentação complementar. Essa prática mostrou que para alguns assuntos a simulação virtual pode não ser uma ferramenta completa, precisando ser complementada, ou ainda, que às vezes a simulação pode não ser a instrumentação mais apropriada.

6) Se você fosse ministrar essa mesma aula para alunos do nível médio você faria alguma alteração?

Todos os alunos disseram que dariam a aula de outra forma para o nível médio, mais detalhada, com uma explicação mais ampla da teoria. No caso desta sequência de aulas, foi assumido pelos alunos que a turma de licenciatura já conhecia a teoria e por esta razão foi feito apenas um breve resumo da teoria em cada apresentação.

7) Considerando a ferramenta simulação virtual uma boa para ministrar aulas experimentais de Física no nível médio, vocês pretendem utilizá-la quando estiverem dando aulas? Em caso afirmativo ou negativo, por quê?

Cinco alunos consideraram a ferramenta simulação virtual bastante adequada para complementar as aulas teóricas de Física no nível médio. Eles também consideraram utilizá-la ao darem suas futuras aulas em escolas. Um único aluno argumentou que não entendia que essa ferramenta de ensino fosse necessária. Esse aluno externou sua preferência por aulas teóricas expositivas, tendo isso ficado bem evidenciado na formatação da aula completa que ele apresentou, com predominância da parte teórica, como já dissemos.

Aplicando-se a análise de avaliação de Bardin (2009) nesta terceira atividade do eixo auxiliar de pesquisa, foi possível constatar o seguinte:

- 1) O direcionamento e sentido da pesquisa, com intuito de familiarizar os alunos da turma pesquisada com a ferramenta simulação virtual, continuaram avançando através das aulas completas ministradas nesta etapa.
- 2) O contato gradativo da turma com a “simulação referência”, as “simulações simples” e as “aulas completas” propiciou um maior entendimento por parte dos alunos do que seria utilizar esta ferramenta de ensino em uma aula regular do ensino médio.
- 3) A atividade de ministrar as “aulas completas”, com parte teórica e prática, possibilitou aos alunos entenderem que mesmo em uma aula teórica as simulações poderiam ilustrar o assunto apresentado, ocupando um pedaço da aula.
- 4) Cinco alunos declararam que se encontrarem condições estruturais mínimas nos colégios onde vierem a dar aulas futuramente poderão vir a utilizar simulações virtuais como ferramenta complementar de ensino. Esses alunos não apresentaram resistências em relação à sequência de aulas nem à ferramenta de ensino proposta. Portanto, no caso específico desses cinco alunos pesquisados, existe a possibilidade de haver uma transposição dessa vivência rápida que tiveram com simulações virtuais para uma futura atividade em sala de aula.

4.2 RESULTADOS DO EIXO CENTRAL DA PESQUISA

Foram realizadas entrevistas com 11 professores de Física em 10 colégios públicos estaduais de Aracaju/SE, durante o mês de maio de 2015. O nome dos referidos colégios são apresentados no quadro 4.

QUADRO 4 - Colégios públicos estaduais de Aracaju/SE onde foram realizadas as entrevistas com os professores

1	Colégio Estadual Atheneu Sergipense.
2	Colégio Estadual Min. Petrônio Portela.
3	Colégio Estadual Leandro Maciel.
4	Colégio Estadual Tobias Barreto.
5	Colégio Estadual 24 de Outubro.
6	Colégio Estadual Prof. Gonçalo Rollemberg Leite.
7	Colégio Estadual Vitória de Santa Maria.
8	Colégio Estadual Governador Valadares.
9	Colégio Estadual Santos Dumont.
10	Centro Estadual Min. Marco Maciel.

Fonte: Site da Secretaria de Educação de Sergipe.

Um primeiro critério para escolha dos colégios foi entrevistar professores dos três “centros de excelência” existentes na cidade de Aracaju, que são:

- 1) Colégio Estadual Atheneu Sergipense.
- 2) Colégio Estadual Ministro Marco Maciel.
- 3) Colégio Estadual Vitória de Santa Maria.

O motivo dessa escolha inicial foi entender se o fato desses colégios serem considerados “centros de excelência” conferia aos professores que neles lecionam condições mais propícias para a prática docente, resultando também em melhores condições para a utilização de simulações virtuais nas aulas experimentais.

Um segundo critério foi entrevistar, no mesmo período, professores de sete colégios estaduais “regulares”, onde se buscou compreender se a prática docente desses professores se diferenciava muito daquela realizada pelos professores dos centros de excelência. Vale aqui informar que na maior parte dos colégios regulares, os professores dispõem de menor carga horária em comparação aos três centros de excelência mencionados.

Utilizou-se a prática de entrevistas semiestruturadas para investigação deste eixo central da pesquisa, extraindo-se para cada entrevista algumas perguntas daquelas constantes no APÊNDICE C. Essas perguntas foram utilizadas como condutoras das

entrevistas, e desdobramentos delas surgiram no processo dinâmico de conversa com os professores.

Buscou-se dentro do contexto que estávamos inseridos, ou seja, realizando entrevistas com professores que não conhecíamos previamente e com os quais tínhamos um único contato, realizar os procedimentos metodológicos básicos para entrevistas sugeridos por Triviños (1987) e Minayo (1992), já mencionados no capítulo de Metodologia.

Procurou-se estabelecer com todos os professores um diálogo inicial para “quebrar qualquer reserva” relativa às entrevistas, que por ventura existisse por parte deles. Assim, foi exposto o porquê do nosso interesse pelo tema de pesquisa e a importância em se conhecer a experiência e opinião de cada professor em relação ao assunto pesquisado.

Foi realizada anteriormente a validação das perguntas com cinco professores de Física que não seriam entrevistados, de forma a se procederem os ajustes necessários, que permitissem maior abrangência nas formulações das perguntas e alinhamento com o objetivo da pesquisa, conforme previsto no planejamento metodológico.

O tempo médio das entrevistas foi de 30 minutos, sendo que no Colégio Estadual Atheneu Sergipense e no Colégio Ministro Marco Maciel foi possível entrevistar os professores por aproximadamente 1 hora.

Todos os professores entrevistados eram efetivos nas respectivas escolas e, mostraram-se receptivos e interessados pelo tema da entrevista, mesmo aqueles que desconheciam totalmente simulações virtuais, o que aconteceu apenas com dois dos onze professores entrevistados.

A escolha por entrevistas, em vez de se distribuir questionários, visou permitir o contato direto com os professores e ter acesso às reações espontâneas expressas por eles, a partir das quais poderíamos obter dados mais significativos para a pesquisa.

Como primeira constatação a ser relatada, pode-se dizer que não se observou receio por parte de nenhum professor em expor o que pensavam sobre as condições que dispunham para a prática docente, e nenhum deles abordou questões salariais como empecilho para realização das atividades docentes com qualidade. Essa postura, apresentada pelos docentes, propiciou o aproveitamento de todo o tempo das entrevistas com questões que eram realmente pertinentes ao objetivo inicial da pesquisa.

Todos os professores externaram que apesar de algumas dificuldades enfrentadas ao longo dos anos de prática docente, ainda conservavam prazer em estar na sala de aula. A maneira pró-ativa como se envolveram com o processo das entrevistas e o discurso entusiasmado expresso por eles atestou nesse sentido.

Os professores não apresentaram reservas em relação a nenhum aspecto do tema proposto e ao direcionamento das entrevistas, podendo-se notar neles uma avidez por exporem as práticas e as limitações às quais estavam sujeitos em suas atividades docentes.

Aplicando-se a “análise da enunciação” de Bardin (2009) ao discurso dos professores entrevistados, constatamos que todos eles mantiveram coerência e pertinência em suas explicações, tendo surgido poucos elementos atípicos como, silêncios ou redundâncias. Esses elementos, quando aconteceram, deveram-se à busca por lembranças que os entrevistados queriam compartilhar com maior clareza, ou à necessidade de enfatizar pontos que lhes pareceram importantes.

Continuando a analisar o aspecto da enunciação, não houve em nenhum momento, pelo menos não foi percebido pelo pesquisador, tentativa de apresentar um cenário da atividade docente desses professores, diferente daquele que realmente praticavam ou dispunham.

Um professor, entre todos os entrevistados, pareceu um pouco descrente da possibilidade de qualquer melhoria nas práticas de ensino ainda em seu período de atividade, por já se encontrar muito próximo da aposentadoria. Contudo, no momento da entrevista esse professor mostrou-se atencioso e mesmo interessado em cooperar com o máximo de informações sobre a realidade profissional diária dele. Foi possível se observar também certo saudosismo, através das suas colocações, em relação ao período em que as condições de ensino de que dispunha eram melhores, conforme pode ser observado nas palavras do referido professor, *“Eu tinha prazer em dar aulas nos primeiros anos da carreira, os alunos tinham respeito pelos professores e eu queria sempre trazer alguma novidade”*.

Não se notou no discurso dos professores supervalorizações das práticas de ensino por eles adotadas, e muitos colocaram que o que praticavam em sala de aula era o possível, embora preferissem que as condições fossem melhores.

Um outro professor entrevistado, também com larga experiência docente, disse o seguinte: *“hoje eu tenho que utilizar livros muito mais fáceis do que os que eu utilizava vinte ou vinte e cinco anos atrás, os alunos são muito fracos e eu não posso exigir muito”*.

As racionalizações de discurso, também previstas por Bardin (2009), quando aconteceram, tiveram uma conotação não de ocultação das dificuldades, mas de explicação, por vezes com detalhes, das possibilidades didáticas adotadas. Os professores que também ministram aulas em escolas particulares fizeram questão de externar a diferença de condições encontradas nos dois cenários (público e privado), não deixando de expor também as dificuldades do setor privado, que são de outra natureza, mas que também podem impactar na qualidade do ensino. Quando lhes foi solicitado algum detalhamento sobre essa questão, disseram que a cobrança por resultados no setor privado, notadamente resultados referentes a vestibulares, limitava a criatividade deles nas aulas, bem como a adoção de práticas experimentais. Apesar das escolas privadas não estarem no escopo desta pesquisa, pode-se extrair daqueles professores, que transitam nas realidades das

escolas públicas e privadas, que eles também não ministravam aulas com simulações virtuais na iniciativa privada.

Apesar do breve contato com cada um dos professores entrevistados, não foi identificado no discurso deles omissões ou justificativas típicas de profissionais que, por acomodação ou receio de ter sua competência colocada a prova, pudessem mascarar suas práticas e dar vazão, por insegurança, à resistências metodológicas. O perfil desses professores entrevistados, todos com um mínimo de quinze anos de prática docente, estabilidade profissional e interesse legítimo pelo ensino, caracterizou um grupo de profissionais amadurecido e aberto às inovações metodológicas, desde que lhes deem condições estruturais mínimas para adotá-las.

Mesmo em relação aos professores com mais tempo de carreira, e que pudessem não ter tido contato com ferramentas virtuais de ensino em sua formação, não se notou resistência em relação ao uso de simulações virtuais, pois todos tinham familiaridade com internet, aplicativos e ambientes virtuais. Mesmo os dois professores citados anteriormente, que não conheciam especificamente simulações virtuais, ainda assim tinham familiaridade com aplicativos de uso geral como Google, Yahoo, Wikipédia, entre outros.

Feitas essas colocações de natureza mais geral, passa-se a analisar as respostas às perguntas formuladas nas entrevistas, algumas apresentadas em quadros para melhor visualização, seguidas dos desdobramentos dessas respostas.

Quadro 5 - Graduação dos professores de Física entrevistados:

Professores de Física entrevistados	Graduados em Física	Graduados em Física e outro curso	Não graduados em Física
11	6	3	2
100,0%	54,5%	27,3%	18,2%

Fonte: Entrevistas com professores de Física de escolas públicas estaduais de Aracaju/SE.

No caso específico deste grupo de professores que entrevistamos, 81,8% eram graduados em Física, como se pode observar no Quadro 5.

Quadro 6: Faixa etária, tempo de graduação e tempo de prática docente dos professores entrevistados:

Faixa etária	entre 37 e 64 anos
Tempo de graduação	entre 11 e 32 anos
Tempo de prática docente	Entre 15 e 35 anos

Fonte: Entrevistas com professores de Física de escolas públicas estaduais de Aracaju/SE.

Todos os professores entrevistados tinham no mínimo 15 anos de prática docente (Quadro 6), e essa prática pôde ser observada em suas colocações, respaldadas em experiência e conhecimento relativos à atividade da sala de aula. Todos começaram a dar aulas antes de estarem graduados.

Quadro 7: Número de aulas de Física ministradas pelos professores entrevistados por turma e por semana:

3º ano do Colégio Atheneu	5 aulas por semana
Outras séries do Colégio Atheneu	3 aulas por semana
Os outros 2 Centros de Excelência	3 aulas por semana
2 outras escolas regulares	3 aulas por semana
5 escolas regulares	2 aulas por semana

Fonte: Entrevistas com professores de Física de escolas públicas estaduais de Aracaju/SE.

Na visão dos professores entrevistados, o pouco número de aulas disponíveis por semana por turma é um fator fortemente limitante às práticas docentes experimentais, e, por consequência, à utilização de simulações virtuais. Para a maioria deles, as simulações teriam duração de no mínimo uma aula inteira de 50 minutos, e, desta forma, pela carga horária que dispõem, tais simulações seriam inviáveis.

Nas escolas em que os professores dispõem de apenas duas aulas por semana por turma (5 escolas), eles foram unânimes em dizer que dificilmente têm condições de ministrar aulas experimentais de qualquer natureza.

Nas escolas onde são ministradas três aulas por semana por turma (4 escolas e a maior parte das séries de uma 5ª escola pesquisada), ainda assim os professores disseram que ministram aulas experimentais de forma esporádica, e que elas acontecem na própria sala de aula versando sobre experimentos bem simplificados.

O Colégio Ministro Marco Maciel encontra-se entre os colégios que tem três aulas semanais por turma e, além disso, o professor de Física dispõe de duas aulas de oficinas de ciências, cujas cargas horárias são divididas com os professores de Química e Biologia, não

sendo, contudo estas duas aulas extras ministradas semanalmente, devido à divisão entre as disciplinas. Nessas aulas são utilizados kits experimentais e, a exemplo de todas as outras escolas onde fizemos entrevistas, as simulações virtuais também não são realizadas.

Na única escola que o professor do 3º ano do nível médio dispõe de cinco aulas por semana por turma para ministrar aulas de Física, o docente entrevistado nos disse que, devido à pressão para cumprir o conteúdo do 3º ano e revisar os conteúdos do 1º e 2º anos visando o vestibular, termina não ministrando aulas experimentais e, portanto, também não ministra aulas com simulações virtuais.

Quadro 8: Número de laboratórios de Física e salas de Informática nas escolas onde fizemos as entrevistas:

Laboratórios de Física	apenas 40% possuem
Salas de Informática	90% possuem

Fonte: Entrevistas com professores de Física de escolas públicas estaduais de Aracaju/SE.

Apesar da alta taxa de existência de salas de informática (90,0%) nas escolas onde fizemos as entrevistas, como pode ser observado no Quadro 8, em 80,0% delas não existe uma interação entre as áreas de Física e Informática; portanto essas salas não são utilizadas para aulas complementares de Física.

Quatro professores comentaram que as escolas não dispunham de técnicos de laboratório nem de informática, e considerando o tempo de aula de 50 minutos, não seria possível eles mesmos prepararem os laboratórios ou salas de informática para ministrarem as aulas e depois deixá-los em condições de uso para o próximo professor. Desta forma, eles não se sentiam estimulados a ministrarem aulas experimentais de nenhuma natureza. Isso contradiz a seguinte afirmação extraída de um dos artigos pesquisados:

Uma das vantagens do uso de softwares simuladores consiste na economia de tempo e dinheiro, pois não é preciso contar com laboratórios, equipamentos e técnicos, além de não ser preciso contratar ou treinar pessoal específico para a operação desses laboratórios. (TAROUÇO, 2005, p.3).

Complementamos que os equipamentos necessários para utilização de simulações virtuais são apenas um computador, um datashow e um software, como já foi dito no capítulo de “Introdução”, o que em condições normais não leva tanto tempo para ser preparado ou desmontado.

Quadro 9: Conhecimento sobre simulações virtuais:

Número de professores que conheciam simulações virtuais	09
Número de professores que não conheciam simulações virtuais	02

Fonte: Entrevistas com professores de Física de escolas públicas estaduais de Aracaju/SE.

Entre os professores que já conheciam simulações virtuais, três deles já as tinham manuseado, mas nunca as tinham utilizado em suas aulas. Apenas um professor já as havia utilizado alguns anos atrás em suas aulas, mas parou de utilizar devido à imposição existente no colégio em que dá aulas, em relação a ministrar conteúdos voltados especificamente para os vestibulares. Esse professor nos disse o seguinte: *“já dei aulas com simulações em 2003 e 2004, mas a pressão para os alunos passarem no vestibular aumentou muito”*, e em outra fala disse *“aqui tem muito aluno de classe média que os pais põe em escola pública, mas querem resultado no final do ano”*.

Foi-nos afirmado por 90,9% dos professores entrevistados que, se tivessem mais aulas semanais disponíveis para cada turma, ou aulas duplas, eles optariam por aulas experimentais alternativas, inclusive com simulações virtuais, a despeito das dificuldades estruturais existentes nas escolas que lecionam.

Sobre esta resposta, ressaltamos que existem projetos, como o “Física Animada”, realizado por professores da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e estudantes de graduação do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Campus de São José do Rio Preto (IBILCE/UNESP/CSJRP), através dos quais são disponibilizadas na internet dezenas de simulações extraídas de ambientes virtuais abertos, separadas por assuntos e destinadas a professores e alunos da rede de educação pública, estudantes de graduação de cursos de licenciatura e interessados em geral, o que já ajuda em muito na economia de tempo de pesquisa sobre as simulações virtuais. Se os professores realmente se interessarem em utilizar esse tipo de ferramenta de ensino em suas aulas, mesmo com a baixa carga horária semanal que eles dispõem por turma, terão seu trabalho facilitado acessando ambientes virtuais como esse mencionado.

Notamos que, de maneira geral, os professores entrevistados não tinham uma maior familiaridade com as simulações virtuais nem com as diferentes maneiras com que elas podem ser aproveitadas como material didático complementar, mesmo dentro do tempo de aula normal. Tendo disponíveis endereços eletrônicos como, o “Física Animada”, onde as simulações já estão previamente selecionadas por assunto, e caso esses professores disponham de um computador e um datashow, em 10 ou 15 minutos eles poderiam ilustrar um conteúdo teórico, tornando a aula expositiva mais atraente. Quanto aos professores que dispõem de mais tempo de aula, as simulações poderiam ser exploradas mais extensamente e, conforme o caso, os alunos poderiam ser convidados a apresentá-las e debatê-las com a turma.

Outro aspecto mencionado por 40,0% dos entrevistados referiu-se à falta de oferta de cursos de formação continuada sobre ambientes virtuais, e a existência de um distanciamento entre as Universidades e as escolas em relação à formações desta

natureza. Na visão desses professores, essas metodologias alternativas são estudadas e colocadas em prática nas Universidades, e as escolas, que deveriam ser o receptáculo final desses estudos e práticas relativas ao ensino médio, são esquecidas.

Sobre essa questão, esses professores tem razão em relação a falta desse tipo de formação continuada em Aracaju/SE. Devemos considerar, entretanto, que o Governo Federal tem desenvolvido algumas iniciativas, principalmente dos anos 2000 para cá, no sentido de proporcionar formação continuada para o uso pedagógico das diferentes tecnologias da informação e da comunicação. Entre essas iniciativas pode ser incluído o curso Mídias na Educação, que é um programa de educação a distância, com estrutura modular para formação continuada de professores de escolas públicas.

Outra iniciativa, mais recente, é o “Pacto Nacional de Fortalecimento do Ensino Médio”. Esse projeto tem por objetivo oferecer formação continuada aos professores do ensino médio nas 27 unidades da Federação, sendo uma proposta do Ministério da Educação (MEC). Essa iniciativa acontece em parceria com as Universidades Federais, e têm em seu escopo várias capacitações, entre elas a utilização de tecnologias virtuais de ensino. No caso desta última, como é uma iniciativa que está em fase de implantação, não se dispõe ainda de resultados que possam comprovar sua eficácia.

Em nossas entrevistas em Aracaju/SE, nenhum professor mencionou estar participando ou ter intenção em participar do “Pacto Nacional de Fortalecimento do Ensino Médio”, tendo alguns professores demonstrado desconhecimento sobre esse projeto federal.

Portanto, ainda prevalece nas escolas públicas de Aracaju/SE, nas quais estivemos, uma desinformação sobre iniciativas governamentais recentes referentes a formação continuada destinada a professores de ensino médio. Talvez existam problemas de divulgação desses projetos, mas essas questões fogem ao escopo deste trabalho.

Finalizando esta análise dos resultados do eixo central da pesquisa e sintetizando, podemos dizer que não encontramos, na maioria dos professores entrevistados, resistências metodológicas advindas do binômio representação-ação, como conceitua Figueira (2007), em relação ao uso de simulações virtuais como ferramenta de ensino complementar nas aulas de Física.

Essa não utilização das simulações virtuais, seguindo outro viés de análise abordado em nosso estudo, poderia estar relacionada a uma cultura transposta da vivência desses professores, trazida da época da licenciatura. Poderíamos pensar que quem não teve atividade prática com tecnologias virtuais no período de formação docente, tende a não aplicar no seu cotidiano da sala de aula. Contudo, o que foi declarado pelos professores entrevistados foi que essa não utilização de simulações em suas aulas se devia essencialmente a questões operacionais desfavoráveis nas escolas onde lecionam, e não a uma transposição cultural trazida por eles da universidade.

O único professor pesquisado contrário à utilização de simulações virtuais em suas aulas, entre os onze entrevistados, apresenta essa resistência por convicção pessoal. Sua resistência não se deve à insegurança ou medo de exposição profissional em relação a uma ferramenta de ensino talvez desconhecida ou pouco utilizada por ele. Perguntado por nós, esse professor afirmou que já fez uso de simulações virtuais, afirmou ainda que gosta de tecnologia, especialmente robótica, mas não acredita nas simulações como sendo boas ferramentas de ensino. Neste caso específico, o professor declarou que considera os kits experimentais ferramentas mais eficazes para o ensino dos alunos, e que para ele a maioria das simulações só serve para exposição ilustrativa das aulas, porém com aplicabilidade limitada para o manuseio interativo em uma sala de aula com 40 alunos ou mais. Nas palavras desse professor, *“a maioria das simulações são boas para se mostrar, mas não para ensinar em uma turma com muito alunos.”*

Ressaltamos que é uma opinião de um profissional experiente, com muitos anos de docência. Portanto, a opinião dele, enquanto amostragem, pode ser a mesma de um número significativo de professores na rede de escolas públicas estaduais, e merece um aprofundamento de estudos por parte dos que estiverem encarregados de implementar projetos que envolvam tecnologias virtuais nas escolas públicas estaduais em Aracaju/SE, visando entender a dimensão dessa resistência.

Não foi possível explorar com os professores entrevistados aspectos referentes à utilização conjunta por parte deles de aulas experimentais e simulações virtuais, como exposto no caso da pesquisa do Instituto de Física da UFRGS que apresentamos pois os professores entrevistados, como externamos anteriormente, não utilizam simulações virtuais.

5 CONCLUSÕES

Projetos de ensino e de aprendizagem da Física utilizando ambientes e simulações virtuais vêm ganhando maior ênfase desde o início da década de 1990 em nosso país. Esses projetos têm sido regulares e crescentes nos últimos anos, conforme levantamento que fizemos em duas publicações nacionais, compreendendo o período entre 2010 e 2014. Esses projetos, conforme os artigos pesquisados, visam alcançar avanços na pesquisa e ensino de Física utilizando tecnologias virtuais, de forma a proporcionar melhoria de resultados e versatilidade nas atividades de ensino dessa área de conhecimento.

Referente ao objetivo da nossa pesquisa, ao se analisar os resultados dos dois eixos investigados, chega-se às seguintes conclusões sobre os conteúdos levantados:

No grupo pesquisado dos alunos de licenciatura da UFS, cinco alunos integrantes de uma turma, não demonstraram resistência à utilização de simulações virtuais como ferramenta didática complementar para o ensino de Física no ensino médio. Um único aluno desse grupo expressou preferência por ministrar aulas teóricas. Aparentemente, ele não se identificou com a atividade proposta, embora tenha apresentado as simulações solicitadas.

Houve, portanto, aceitação na utilização das simulações virtuais por cinco alunos de licenciatura de uma turma de seis alunos pesquisados, conforme constatamos através da sequência de aulas em que tivemos contato com eles.

Os alunos relataram que no curso de licenciatura pouquíssimas disciplinas cursadas por eles, até o momento daquela sequência de aulas, propiciaram o uso de simulações virtuais. Desta forma, se alunos de licenciatura durante sua formação básica na Universidade têm pouca ou quase nenhuma prática em relação a esta ferramenta de ensino, torna-se pouco provável que espontaneamente optem por utilizá-la quando iniciarem suas atividades profissionais. Isso poderá se dar de forma diferente se eles vierem a ministrar aulas em alguma escola onde a prática do uso de simulações virtuais já seja usual, o que constatamos não ser a realidade nas escolas públicas estaduais de Aracaju, onde estivemos realizando esta pesquisa.

Tomando-se por base os relatos dos alunos de licenciatura pesquisados, entendemos que algumas disciplinas da licenciatura da UFS contribuiriam de forma significativa se incluíssem em seu escopo atividades que permitissem aos alunos se capacitarem na utilização de simulações virtuais. Uma atualização dessa natureza estimularia as novas gerações de professores egressos da licenciatura da UFS a começarem a vida profissional familiarizados com essa ferramenta de ensino e estimulados a utilizá-la na prática docente.

Nas escolas estaduais de nível médio de Aracaju, onde entrevistamos professores de Física, encontramos receptividade por parte da maioria deles em relação à utilização de

simulações virtuais como ferramentas de ensino, desde que hajam condições favoráveis oferecidas pelas escolas para implementação dessa prática.

A maior parte dos professores de Física entrevistados (90,9%) declarou que não utiliza simulações virtuais porque, além da questão estrutural desfavorável, dispõe de pouca carga horária semanal para incluir as simulações nas atividades regulares de ensino de Física. As limitações estruturais externadas por eles como falta de computador, falta de datashow, falta de técnicos e a grade horária reduzida, são aspectos reais e impactantes na prática docente nas escolas onde realizamos as entrevistas.

A constatação da não utilização de simulações virtuais por parte de todos os professores entrevistados não caracterizou, por si só, a existência nesses professores de resistências metodológicas em relação a essa ferramenta de ensino.

Também não constatamos por parte dos professores entrevistados transposição da prática vivenciada na Universidade, ou seja, não utilização de simulações virtuais em sala de aula porque não tiveram essa prática em sua formação docente. Os professores entrevistados, até pelo fato de terem se graduado há mais de 10 anos, não tiveram contato com simulações virtuais na licenciatura. Contudo externaram que a não utilização dessa ferramenta, atualmente, não tem ligação com a formação universitária recebida por eles.

Consideramos que se os professores puderem ter maior familiaridade com as simulações virtuais, de modo a poderem explorá-las e utilizá-las inclusive em suas aulas expositivas, algum avanço no uso delas já seria possível de imediato, enquanto as melhorias estruturais nas escolas não se tornam uma realidade.

Entre os onze professores entrevistados apenas um declarou convictamente não ser favorável à utilização de simulações virtuais para o ensino de Física, pois entende que as simulações aplicadas em turmas grandes funciona de forma apenas ilustrativa. Ele entende que esse tipo de ferramenta de ensino, para ser eficiente, implicaria na necessidade de cada aluno ter um computador disponível para uso individual durante as aulas, não sendo esta a realidade das escolas públicas estaduais de Aracaju.

Destacamos também que esse grupo de professores que entrevistamos, apesar das condições adversas que dispõem na maior parte das escolas onde ensinam, mantem-se desejosos pelo aprimoramento das suas práticas docentes, ou seja, existe boa vontade para implementar inovações metodológicas.

Finalizando, entendemos que a utilização de tecnologias virtuais de ensino, onde se enquadram as simulações virtuais, é uma conquista metodológica e tecnológica da nossa época. O ensino público estadual de Aracaju/SE, com base na amostragem das escolas onde estivemos realizando esta pesquisa, encontra-se distante desta prática. Como consequência, o ensino de Física nestas escolas, que poderia se mostrar mais atraente para

novas gerações de alunos através de tecnologias virtuais, se distancia de um aluno ávido por novas formas de aprendizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALADEZ, F. Fasci-Tech – **Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul**, São Caetano do Sul, v.1, n. 1, Ago./Dez. 2009, p. 29 a 40, 2009.
- BARDIN, L (1977). **Análise de conteúdo**. Edições 70. S.P. edição revisada e ampliada, 2009.
- BECKER, W. R, STRIEDER, D. M. O uso de simuladores no ensino de Astronomia, II ENINED **Encontro Nacional de Informática e Educação**, 2011.
- BONI, V; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Em Tese. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. Vol. 2 nº 1 (3), p. 68-80, janeiro-julho/2005.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **PACTO Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio** - Documento orientador das ações de formação continuada de professores e coordenadores pedagógicos do Ensino Médio. 2014.
- FIGUEIRA, A. P. C. As orientações metodológicas dos professores: relação entre as dimensões da prática e a percepção dos resultados. **Psicologia: Teoria e Prática**, 9(2):47-72, Universidade de Coimbra, 2007.
- FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005.
- LEWIN, K. **Teoria Dinâmica da Personalidade**. Editora Cultrix, 1975.
- MARCONI, M.A; Lakatos, E.M. **Técnicas de Pesquisa**, 4ª edição, São Paulo: Atlas, 1999.
- MINAYO, M. C. S, **O desafio do conhecimento-Pesquisa Qualitativa em Saúde**. São Paulo: Hucitec, 1992.
- PIRES JUNIOR, E.O. **A utilização de simulações virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Física**. Monografia de Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares, 52p, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, 2014.
- SILVA, W. A, HINTERHOLZ Jr, O, CARVALHO, M.L, OLIVEIRA, H.G, VALENZUELA, G.M, FREIRE, A. A. C. A utilização de softwares educacionais simuladores no ensino da Física em uma escola pública estadual da cidade de Boa Vista/RR. **Novas Tecnologias na Educação, Cinted-UFRGS**, V. 12 Nº 1, julho, 2014.

TAROUCO, L, M, R; ENDRES, L. A. M; GUILLERMO, O. E. P. O Poder das Simulações no Ensino de Hidráulica. **Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação – Cinted**, UFRGS, 2005.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set/dez, 2005.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. Atlas, São Paulo, 1987.

VEIT, E. A, ARAUJO, I. S, HEIDEMANN, L. A. Atividades experimentais, computacionais e sua integração: crenças e atitudes de professores no contexto de um mestrado profissional. **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Águas de Lindóia – 2010**.

CONTEÚDOS OBTIDOS NA INTERNET

BRASIL. 2015, CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução 543.

Disponível em:

<http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao5432015.pdf>.

Acesso em 20 ago.2015

FIESC/SENAI. Federação da Indústrias do Estado de Santa Catarina e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, boletim, março. 2015. Disponível em:

<http://senaideblumenau.blogspot.com.br/2015/03/uso-de-simuladores-na-aula-de-quimica.html>

Acesso em: 20 ago. 2015.

FISICA Animada. Disponível em:

<http://www.fisicanimada.net.br>

Acesso em: 20 ago. 2015.

PACTO Nacional de Fortalecimento do Ensino Médio. Disponível em:

http://pactoensinomedio.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=22

Acesso em: 20 ago. 2015.

SECRETARIA de Educação de Sergipe. Disponível em:

<http://www.seed.se.gov.br>

Acesso em: 20 ago. 2015.

SENAI-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Disponível em:

<http://www.portaldaindustria.com.br/senai>

Acesso em: 20 ago. 2015.

APÊNDICE A

Alguns ambientes virtuais para ensino de Física no nível médio

- 1) PhET (Physics Education Technology) interactive simulations, Universidade do Colorado, campus de Boulder.
Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics
Acesso em: 20 ago. 2015.
- 2) Banco Internacional de Objetos Educacionais – BIOE – MEC
Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>
Acesso em: 20 ago. 2015.
- 3) Modellus, foi desenvolvido, e está sendo constantemente aprimorado por um grupo liderado pelo Prof. Vitor Teodoro, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
Disponível em: <http://modellus.co/index.php/pt/>
Acesso em: 20 ago. 2015.
- 4) Myphysicslab, desenvolvido por Erik Neumann, engenheiro de software, com MBA na Universidade de Chicago.
Disponível em: <http://www.myphysicslab.com>
Acesso em: 20 ago. 2015.
- 5) Ambiente Virtual da Universidade de Toronto.
Disponível em: <http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash>
Acesso em: 20 ago. 2015.

APÊNDICE B

Tópicos escolhidos para as simulações apresentadas pelos alunos de licenciatura

- 1) **Ondulatória e Acústica:** comportamento das ondas uni e bidimensionais em propagação, ondas de rádio, ondulatória na água e ar.
- 2) **Ótica:** curvatura da luz, moléculas e luz, ótica geométrica e visão da cor.
- 3) **Física Moderna:** átomo de hidrogênio, decaimento alfa, decaimento beta, descarga em lâmpadas, efeito fotoelétrico, corpo negro, estados quânticos ligados, fissão nuclear, fótons e gases atmosféricos, interferência de ondas quânticas, lasers e tunelamento quântico.

(*) **Ementa da disciplina Instrumentação para o Ensino de Física IV:** Desenvolvimento de Ondulatória, Ótica, Acústica e Física Moderna enfatizando: a história e a análise dos sistemas de interesse ao ensino da Física no nível médio. Análise e criação de materiais didáticos - experimentais, áudio visuais e bibliográficos de interesse ao ensino da Física dentro do escopo de assuntos acima apresentados. Planejamento de aulas teórico experimentais desses mesmos assuntos.

APÊNDICE C

Conjunto de perguntas escolhidas para direcionar as entrevistas semiestruturadas realizadas com professores de Física em Escolas Públicas do nível médio de Aracaju-Sergipe

Objetivo: Levantamento da opinião dos professores, sobre metodologias complementares para o ensino experimental de Física, abordando especificamente a utilização de simulações virtuais em escolas públicas do nível médio em Aracaju, Sergipe.

Prezado (a) Professor (a):

Esses dados serão utilizados numa pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal de Sergipe (UFS). A adesão à presente pesquisa é de caráter voluntário e as identidades dos participantes serão mantidas em sigilo. Os resultados da pesquisa serão publicados apenas para fins acadêmicos, seguindo os princípios éticos da autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, assegurando os direitos e deveres inerentes aos participantes da pesquisa (Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde).

A sua participação é de grande importância para a conclusão dessa pesquisa e para a ampliação dos estudos na área de ensino de ciências e matemática. Desde já, somos gratos por se disponibilizar a contribuir com este trabalho.

- 1) Qual sua formação universitária, idade, tempo de formado (a) e de prática docente?
- 2) No(s) colégio(s) que você dá aulas, qual o número de horas/aula por semana e por série, que é destinado ao ensino de Física?
- 3) Você ministra aulas teóricas e experimentais? Caso ministre aulas experimentais, como elas são realizadas (na própria sala de aula, laboratório, fora da escola, ou em outros ambientes)? Detalhe um pouco as condições que dispõe para ministrar essas aulas experimentais?
- 4) Você conhece ambientes virtuais para ensino de Física? Caso já utilize simulações virtuais para ensinar Física, entende que o uso dessa ferramenta ajuda na sua atividade de ensino? Em caso afirmativo, de que forma? Em caso negativo, quais suas restrições ao utilizá-los?

- 5) Caso nunca tenha utilizado simulações virtuais para o ensino de Física ou não utilize atualmente, existe algum motivo que não seja de natureza operacional (falta de datashow, notebook, etc) que o (a) leve a não utilizá-los? Poderia detalhar suas razões?
- 6) Você busca conhecer e se sente à vontade com novas tecnologias de ensino? Pode citar alguma que tenha pesquisado e depois utilizado em sala de aula?
- 7) Existe atualmente alguma outra ferramenta que você conheça para o ensino de Física experimental no nível médio, que você considere mais prática e eficaz do que simulações virtuais? Em caso afirmativo, qual a ferramenta e que experiência você já teve com ela?
- 8) Você gostaria de contribuir com mais algum comentário sobre a utilização de simulações virtuais no ensino experimental de Física no nível médio?

APÊNDICE D

Questões debatidas na segunda atividade realizada pelos alunos de licenciatura em Física

- 1) Vocês tiveram alguma dificuldade para escolher um ambiente virtual e uma simulação para apresentar. Se tiveram, qual foi a natureza da dificuldade?
- 2) Qual o critério de escolha do ambiente virtual e da simulação?
- 3) Vocês identificaram na simulação escolhida ferramentas adequadas para elaborar uma sequência didática de apresentação? Em caso negativo, o que faltou?
- 4) Ao refletirem sobre os fenômenos apresentados através da simulação, vocês conseguiram fazer alguma ligação com fenômenos que acontecem na natureza ou que são utilizados em alguma área tecnológica?
- 5) Vocês acham que a aula que ministraram seria melhor dada utilizando-se outra metodologia? Em caso afirmativo, qual?
- 6) Quais os principais pontos positivos e negativos que vocês detectaram dando aula com a simulação?
- 7) Vocês tem mais alguma observação que gostariam de compartilhar sobre essa aula prática que ministraram?

APÊNDICE E

Questões debatidas na terceira atividade realizada pelos alunos de licenciatura em Física

- 1) Qual o critério de escolha do assunto para a apresentação da aula completa?
- 2) Pensando em uma aula de 40 minutos, que foi o solicitado, qual o critério adotado para divisão de tempo entre parte teórica e prática?
- 3) A simulação que você escolheu consegue ilustrar todo o assunto teórico que você escolheu para sua aula?
- 4) O assunto que você escolheu, no seu entender, seria bem ministrado somente com a parte teórica ou somente com a parte de simulação?
- 5) A aula que ministraram seria melhor dada utilizando-se outra instrumentação? Em caso afirmativo, qual?
- 6) Se você fosse ministrar essa mesma aula para alunos do nível médio você faria alguma alteração?
- 7) Caso considerem a ferramenta simulação virtual uma boa ferramenta para ministrar aulas experimentais de Física no nível médio, vocês pretendem utilizá-la quando estiverem dando aulas? Em caso afirmativo ou negativo, por que?
- 8) Vocês gostaria de acrescentar mais algum comentário referente à esta atividade?

LISTA DOS ARTIGOS PESQUISADOS NA REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA (RBEF) – PERÍODO 2010-2014

	Título	Autor(es)	Publicação
1	Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de Física experimental a distância.	Marlon Caetano Ramos Pessanha, Sabrina Gomes Cozendey e Marcelo de Oliveira Souza.	V. 32, n. 4, 4503 (2010).
2	Física de plasma espacial utilizando simulação computacional de partículas.	F.J.R. Simões Jr., E. Costa Jr., M.V. Alves e F.R. Cardoso.	V. 33, n. 1, 1310 (2011).
3	O tema da dualidade onda-partícula na educação profissional em radiologia médica a partir da simulação do interferômetro de Mach-Zehnder.	Jader da Silva Neto, Fernanda Ostermann e Sandra Denise Prado.	V. 33, n. 1, 1401 (2011).
4	Desenvolvimento de software de análise gráfica para planos de radioproteção.	Ronaldo Celso Viscovini, Nilson Benedito Lopes e Daniel Pereira.	V. 33, n. 1, 1505 (2011).
5	SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de Física.	Josiel R. Silva, José S.E. Germano e Roni S. Mariano.	V. 33, n. 1, 1508 (2011).
6	O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica.	Janduí Farias Mendes, Ivan F. Costa e Célia M.S.G. de Sousa.	V. 34, n. 1, 2402 (2012).
7	Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor.	Paulo Alexandre Costa Rocha e João Victor Pinto da Silveira.	V. 34, n. 3, 4306 (2012).
8	Determinação de propriedades petrofísicas de rochas via simulação. Um caminho interdisciplinar.	A.R. Cunha, A.C. Moreira, D.P. Kronbauer, I.F. Mantovani, C.P. Fernandes.	V. 34, n. 4, 4315 (2012).
9	Simulação de experimentos históricos no ensino de Física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula.	Luiz A. Ribeiro Junior, Marcelo F. Cunha e Cássio C. Laranjeiras.	V. 34, n. 4, 4602 (2012).
10	Digital video analysis of falling objects in air and liquid using Tracker.	C. Sirisathitkul, P. Glawtanong, T. Eadkong, Y. Sirisathitkul.	V. 35, n. 1, 1504 (2013).
11	Modelo dinâmico do Sistema Solar em actionscript com controle de escalas para ensino de astronomia.	Anderson de Vechi, Alessandro Ferreira de Brito, Delma Barboza Valentim, Maria Estela Gozzi, Anderson Reginaldo Sampaio, Ronaldo Celso Viscovini.	V. 35, n. 2, 2505 (2013).
12	Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual.	Sorandra Corrêa de Lima, Eduardo Kojy Takahashi.	V. 35, n. 2, 3501 (2013).
13	O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica.	Monaliza Fonseca, Nora L. Maidana, Elizabeth Severino, Suelen Barros, Glauco Senhora, Vito R. Vanin.	V. 35, n. 4, 4503 (2013).
14	Software MUFCosm como ferramenta de estudo dos modelos da cosmologia padrão.	R.R. Cuzinato, E.M. de Moraes.	V. 36, n. 1, 1312 (2014).
15	Investigando o impulso em crash tests utilizando vídeo-análise.	Ana Cláudia Wrasse, Louise Patron Etcheverry, Guilherme Frederico Marranghello, Fábio Saraiva da Rocha.	V. 36, n. 1, 1501 (2014).
16	Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento.	V.L.B. de Jesus, D.G.G. Sasaki.	V. 36, n. 3, 3503 (2014).

LISTA DOS ARTIGOS PESQUISADOS NO CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA (CBEF) – PERÍODO 2010-2014

	Título	Autor(es)	Publicação
1	O ensino híbrido da eletricidade utilizando objetos de aprendizagem na engenharia.	Líliá Maria Marques Siqueira, Patrícia Lupion Torres.	V. 27, n. 2: p. 334-354, ago. (2010).
2	Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: algumas situações problema propostas a partir do software Stellarium.	Marcos Daniel Longhini, Leonardo Donizette de Deus Menezes.	V. 27, n. 3: p. 433-448, dez. (2010).
3	Demonstrações experimentais de Física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio.	Marcus Vinicius Pereira, Susana de Souza Barros, Luiz Augusto de Coimbra Rezende Filho, Leduc H. de Almeida Fauth.	V. 28, n. 3: p. 676-692, dez. (2011).
4	Software de efeito estroboscópico por exposição de frames de vídeos aplicados no ensino de cinemática.	Omar Cléo Neves Pereira, Waldinéia Maria da Silva, Ana Claudia Sabino, Maria Estela Gozzi, Anderson Reginaldo Sampaio, Ronaldo Celso Viscovini.	V. 29, n. 2: p. 267-282, ago. (2012).
5	Padrões de navegação em um sistema hipermédia de mecânica básica.	Flávia Rezende, João José Fernandes de Sousa, Susana de Souza Barros.	V. 29, n. Especial 1: p. 361-389, set. (2012).
6	O que os professores pensam sobre o Pion, o portal SBF de ensino e divulgação da Física.	Felipe Moron Escanhoela, Nelson Studart.	V. 29, n. Especial 1: p. 390-419, set. (2012).
7	Estudos sobre a ação mediada no ensino de Física em ambiente virtual.	Pedro Alexandre Lopes de Souza, Geiziane Silva Oliveira, Claudio R. Machado Benite, Anna M. Canavarro Benite.	V. 29, n. Especial 1: p. 420-447, set. (2012).
8	Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton.	Arandi Ginane Bezerra Jr., Leonardo Presoto de Oliveira, Jorge Alberto Lenz, Nestor Saavedra.	V. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. (2012).
9	Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto "UCA" em aulas de Física do ensino médio.	Maykon Gonçalves Müller, Rafael Vasques Brandão, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit.	V. 29, n. Especial 1: p. 491-524, set. (2012).
10	Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação.	Sergio Eduardo Duarte.	V. 29, n. Especial 1: p. 525-542, set. (2012).
11	Estudo do lançamento vertical: uma proposta de ensino por meio de um objeto de aprendizagem.	Maria do Carmo B. Lagreca, Márcia Cristina Moraes, Valdeez Marina do Rosário Lima, Valéria Pinheiro Raymundo, Rosana Maria Gessinger.	V. 29, n. Especial 1: p. 543-561, out. (2012).
12	Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.	Josué Antunes de Macêdo, Adriana Gomes Dickman, Isabela Silva Faleiro de Andrade.	V. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. (2012).
13	Uso coordenado de ambientes virtuais e outros recursos mediacionais no ensino de circuitos elétricos.	Helder Figueiredo Paula, Sergio Luiz Talim.	V. 29, n. Especial 1: p. 614-650, set. (2012).
14	Ensino de Física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e literacia científica.	Flaminio de Oliveira Rangel, Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos, Carlos Eduardo Ribeiro.	V. 29, n. Especial 1: (p. 651-677, set. (2012).
15	Ambientes de modelagem computacional no aprendizado exploratório de Física.	Laércio Ferracioli, Thieberson Gomes, Giuseppe G. Camiletti, Rodrigo M. A. da Silva, Mara H. Mulinari, Rafael R. de Oliveira, Francis C. M. Marin, Kathia M. Fehsenfeld, Carlos H. Verbeno.	V. 29, n. Especial 2: p. 679-707, out. (2012).

LISTA DOS ARTIGOS PESQUISADOS NO CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA (CBEF) – PERÍODO 2010-2014

			conclusão
	Título	Autor(es)	Publicação
16	Produção de conhecimento sobre ensino de Física na modalidade a distância: tendências, lacunas, novas questões.	Henrique César da Silva, Ketlin Weiss Weiss, David Antonio da Costa, Germano Viegas.	V. 29, n. Especial 2: p. 708-728, out. (2012).
17	Ensino de Física colaborativo mediado pelo Wiki do Moodle: descrição e análise de casos de estudo.	Ilse Abegg, Fábio da Purificação de Bastos.	V. 29, n. Especial 2: p. 729-757, out. (2012).
18	Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre história da Física.	Luiz O. Q. Peduzzi, Danielle Nicolodelli Tenfen, Marinês Domingues Cordeiro.	V. 29, n. Especial 2: p. 758-786, out. (2012).
19	Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de Física.	Michel Emile Marcel Betz, Rejane Maria Ribeiro Teixeira.	V. 29, n. Especial 2: p. 787-811, out. (2012).
20	Objeto de Aprendizagem: máquinas térmicas.	Ricardo Andreas Sauerwein, Inés Prieto Schmidt Sauerwein.	V. 29, n. Especial 2: p. 812-830, jun. (2012).
21	Uma abordagem conceitual e fenomenológica dos postulados da Física Quântica.	Alexsandro Pereira de Pereira, Osvaldo Pessoa Jr., Cláudio José de Holanda Cavalcanti, Fernanda Ostermann.	V. 29, n. Especial 2: p. 831-863, out. (2012).
22	Um jeito de fazer hiperfísica para o ensino de Física.	Tatiana da Silva.	V. 29, n. Especial 2: p. 864-890, out. (2012).
23	Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para o ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico.	Stenio Octávio de Oliveira Cardoso, Adriana Gomes Dickman.	V. 29, n. Especial 2: p. 891-934, out. (2012).
24	El uso del diagrama AVM como instrumento para la implementación de los principios de la teoría del aprendizaje significativo crítico em actividades de modelación computacional para la enseñanza de la Física.	Sonia López Ríos, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit.	V. 29, n. Especial 2: p. 935-964, out. (2012).
25	Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física.	Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit.	V. 29, n. Especial 2: p. 965-1007, out. (2012).
26	Laboratório Virtual de Física Moderna: atenuação da radiação pela matéria.	Nelson Canzian da Silva.	V. 29, n. 3: 1206 p. 1206-1231, dez. (2012).
27	Protótipo de uma atividade experimental o estudo da cinemática realizado remotamente.	Marco Aurélio Alvarenga Monteiro, Isabel Cristina de Castro Monteiro, José Silvério Edmundo Germano, Fretz Sievers Junior.	V. 30, n. 1: p. 191-208, abr. (2013).
28	Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre Tecnologia da Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física.	Josué Antunes de Macêdo, Luciano Soares Pedroso, Marcos Rincon Voelzke, Mauro Sérgio Teixeira de Araújo.	V. 31, n. 1, p. 167-197, abr. (2014).
29	Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo como auxiliar de ensino de conceitos básicos de termologia.	Daniel Fernandes Mendes da Silva, Sérgio Eduardo Silva Duarte.	V. 31, n. 3, p. 694-710, dez. (2014).

Gráficos: dados estatísticos mais relevantes coletados junto a professores de Física de escolas da rede estadual de Aracaju-SE:

