



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

DOUGLAS DOS SANTOS FERREIRA

SIMULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO PARA O ENSINO DE
FÍSICA COM BASE NA TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA

Campina Grande

2011

DOUGLAS DOS SANTOS FERREIRA

SIMULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO PARA O ENSINO DE
FÍSICA COM BASE NA TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de Computação da Universidade Estadual da
Paraíba em cumprimento às exigências legais para
obtenção do título de Licenciado em Computação.

Orientadora:

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita

Campina Grande

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

F245s Ferreira, Douglas dos Santos.
 Simular [manuscrito]: desenvolvimento de uma aplicação
 para o ensino de física com base na tecnologia de realidade
 aumentada / Douglas dos Santos Ferreira. – 2011.
 41 f.: il. color.

 Digitado
 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
 Computação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
 Ciências e Tecnologia, 2011.
 “Orientador: Profa. Ma. Filomena Maria Gonçalves da Silva
 Cordeiro Moita, Departamento de Computação”.

 1. Ensino da física. 2. Software Educacional. 3. Realidade
 aumentada. I. Título.

21. ed. CDD 371.33

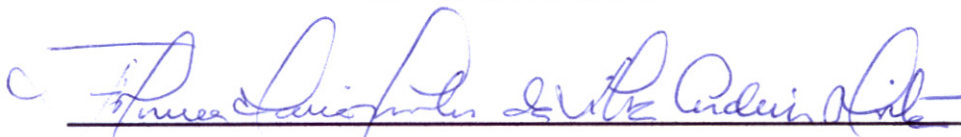
DOUGLAS DOS SANTOS FERREIRA

SIMULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO PARA O
ENSINO DE FÍSICA COM BASE NA TECNOLOGIA DE REALIDADE
AUMENTADA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Computação da
Universidade Estadual da Paraíba em
cumprimento às exigências legais para
obtenção do título de Licenciado em
Computação.

Aprovado em: 12/12/2011

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita
Orientadora



Profa. Dra. Kátia Elizabete Galdino
Universidade Estadual da Paraíba



Profa. Dra. Morgana Ligia de Farias Freire
Universidade Estadual da Paraíba

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me proporcionado muitas oportunidades de crescimento e força para superar as dificuldades.

A minha família, que sempre me apoiou, incentivou e ajudou em todas as etapas da minha vida.

A professora Filomena Moita, que me acompanhou durante a graduação e abriu muitas portas para que eu pudesse crescer profissionalmente.

RESUMO

A aliança entre tecnologia e educação pode beneficiar todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, pois proporciona o acesso à informação de forma lúdica e interativa. Neste sentido, a tecnologia de Realidade Aumentada surge como uma alternativa de baixo custo no ensino de conteúdos de Física. Devido a suas características, esta tecnologia aparece como uma possível alternativa para a dinamização e facilitação do processo de ensino e aprendizagem. Este trabalho descreve o desenvolvimento, aplicação e avaliação do software SimulAR, que apresenta o comportamento de projéteis em determinados fenômenos físicos, visualizados em três dimensões, com a utilização da Realidade Aumentada. Os resultados da validação e aplicação de questionário ressaltam as potencialidades pedagógicas do software.

Palavras-chave: Realidade aumentada, Ensino de Física, Software Educacional.

ABSTRACT

The alliance between technology and education benefits all involved in teaching and learning, it provides access to information in a playful and interactive. In this sense, the technology of Augmented Reality appears as a low cost alternative in the teaching of physics content. Due to its characteristics, this technology appears as a possible alternative to the promotion and facilitation of the teaching and learning. This paper describes the development, implementation and evaluation of the software simulator, which shows the behavior of projectiles in certain physical phenomena, viewed in three dimensions, with the use of Augmented Reality. The validation results and questionnaire highlight the potential of educational software.

Keywords: Augmented Reality, Physical Education, Educational Software.

SUMÁRIO

1	Introdução	10
2	Problemática	11
3	Objetivos	12
3.1	Objetivo Geral	12
3.2	Objetivos Específicos	12
4	Fundamentação Teórica.....	13
4.1	Tecnologia na educação.....	13
4.2	A Realidade Aumentada.....	14
4.2.1	Funcionamento da Realidade Aumentada.....	15
4.2.2	Potencialidades da Realidade Aumentada integrada à Educação	16
4.3	Trabalhos correlatos.....	19
4.3.1	Realidade Aumentada e Eletromagnetismo	19
4.3.2	ARTutor	20
4.3.3	Realidade Aumentada e Objetos de Aprendizagem no Ensino da Física (LATEC-UFRJ).....	20
4.3.4	Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância	22
5	Metodologia.....	24
5.1	Pesquisa bibliográfica.....	24
5.2	Trabalhos correlatos.....	25
5.3	Encontros presenciais com professores de física.....	25
5.4	Discussão dos conteúdos selecionados	26
5.5	Busca de conteúdos para as aplicações em Realidade Aumentada	27
5.6	Desenvolvimento	27
5.6.1	Modelo de Desenvolvimento Evolucionário Exploratório	27
5.6.2	Action Script 3 e a suíte de aplicativos da Adobe	29
5.6.3	Desenvolvimento do código para decodificação das imagens	29

5.6.4 Criação das animações para a utilização nas simulações	30
5.6.5 Criação de um protótipo	31
5.6.6 Melhorias no protótipo	32
5.6.7 Versão final do SimuLAR	33
6 Aplicação e Avaliação	35
7 Conclusão	40
Referências	42

1 INTRODUÇÃO

As mídias impressas deixam a desejar quando seu objetivo é transmitir conhecimentos que necessitam de uma boa visualização para seu entendimento. Alguns conteúdos da disciplina de Física exigem do aprendiz um alto nível de abstração para serem compreendidos, porém, os métodos de ensino tradicionais não suprem essas necessidades.

Nesse contexto, é necessária a criação de novas formas de exibição dos conteúdos que facilitem o aprendizado. A tecnologia de Realidade Aumentada se encaixa perfeitamente nesse perfil e pode ser definida de várias maneiras: a) é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico funcionando em tempo real; b) é uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador (INSLEY, 2003b); c) é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador (AZUMA, 1997).

O livro é um dos instrumentos mais importantes no processo educacional, porém, por se tratar de uma mídia impressa, sem a interatividade digital, torna-se uma ferramenta pouco rica e, por vezes, ineficiente, no sentido de facilitar a visualização e percepção dos detalhes em experimentos.

A Realidade Aumentada oferece visualização em 3D e permite a inserção de sons e objetos dinâmicos no mundo real, sendo, portanto, uma ferramenta poderosa para o processo ensino-aprendizagem, proporcionando ao aluno maior facilidade na visualização e entendimento do processo. Como as mídias impressas são usadas há bastante tempo da mesma maneira e não proporcionam interação adequada, acabam se tornando tediosas e enfadonhas para o alunado. O fato de a Realidade Aumentada ser uma novidade em ascensão na área tecnológica e que valoriza a interatividade, influencia consideravelmente a motivação dos alunos em busca de novas experiências.

Este trabalho expõe uma fundamentação teórica a respeito da tecnologia de Realidade Aumentada, bem como uma discussão de seus benefícios na educação. Apresenta o desenvolvimento e avaliação do *SimuLAR*, um software que utiliza essa tecnologia para simular fenômenos físicos, facilitando o entendimento de conceitos e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e interativo.

2 PROBLEMÁTICA

A qualidade do ensino no Brasil é sempre um tema que gera discussão devido às carências existentes no cenário educacional. Boa parte das instituições de ensino deixa a desejar no que diz respeito à estrutura física, pois não possuem espaços adequados para a disseminação do conhecimento, como por exemplo, a inexistência de laboratórios destinados às práticas científicas no campo da Física. A falta de verbas é uma das justificativas para a não efetivação da ampliação destes ambientes. Disciplinas como esta apresentam dificuldades em seu processo de ensino por exigir do aprendiz um alto nível de abstração para a efetivação da aprendizagem. Os métodos tradicionais de ensino não suprem essas necessidades.

Neste contexto, a Realidade Aumentada aparece no cenário educacional como possível alternativa para auxiliar o processo de ensino dos conteúdos de Física devido a seu baixo custo de implementação e suas características lúdicas. Por não necessitar de aparelhos tecnológicos robustos, a utilização desta tecnologia torna-se viável para a maioria das instituições educacionais. Os equipamentos necessários para um sistema de Realidade Aumentada são: uma webcam, um computador e um monitor.

Graças às características dessa tecnologia, pode-se abordar de maneira mais atrativa e lúdica para o aluno, e eficiente para o professor, diversos temas e conteúdos nas disciplinas, como o ensino de conceitos da área de exatas, que exigem recursos visuais para melhor entendimento dos fenômenos.

Assim, a utilização da Realidade Aumentada pode oferecer informações sensitivas mais ricas, facilitando a associação e a reflexão sobre o tema que está sendo ensinado. O uso de Realidade Aumentada pode fazer com que o usuário possa lidar de forma mais confortável com conceitos abstratos (AZUMA, 1997). Então, é considerável pensar em uma proposta que aborde conceitos físicos que necessitem de uma melhor visualização com a utilização da Realidade Aumentada.

Portanto, justifica-se a produção, aplicação e avaliação de um software com base na tecnologia de Realidade Aumentada que tem como objetivo auxiliar o processo de ensino dos conteúdos de Física explorando as características lúdicas da Realidade Aumentada e tornando a aprendizagem mais prazerosa.

3 OBJETIVOS

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e avaliação de uma aplicação para o ensino de conteúdos de física com base na tecnologia de realidade aumentada que visa melhorar o processo de ensino desta disciplina, aproveitando-se das características inovadoras desta tecnologia.

3.1 Objetivo Geral

Descrever o desenvolvimento, aplicação e avaliação de uma ferramenta que utiliza a tecnologia de realidade aumentada para o ensino de física, que tem como fim reduzir o nível de abstração necessário por parte do aprendiz para o entendimento dos conteúdos desta disciplina.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar um estudo sobre a utilização da tecnologia da Realidade Aumentada na educação;
- Expor técnicas de desenvolvimento de software;
- Descrever as etapas do desenvolvimento de uma aplicação que utiliza a Realidade Aumentada no âmbito educacional;
- Apresentar a avaliação do software desenvolvido.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é apresentada a fundamentação teórica que foi necessária para a realização da pesquisa, assim como os conceitos fundamentais para o entendimento da tecnologia de realidade aumentada e como esta se encaixa no contexto educacional.

4.1 Tecnologia na educação

De acordo com Borba e Penteado (2001), a presença do computador na escola é um recurso novo e motivador para a prática educativa, uma vez que ele possui cores, movimentos e imagens, o que melhora o aprendizado e deixa as aulas mais dinâmicas e interativas, diferentes dos modos tradicionais de ensino. Não é à toa que a introdução das tecnologias digitais na educação acarretou em mudanças para a dinâmica social e cultural. Modelos pedagógicos foram quebrados, tornando-se desatualizados frente aos novos meios de se lidar com a informação. Neste momento mudam também os conteúdos, os valores, as competências, as performances e as habilidades tidas socialmente como fundamentais para a formação humana.

Assim muitas vezes, o computador, em comparação com as tecnologias tradicionais, oferece melhores condições para que o professor acompanhe as atividades desenvolvidas por um determinado aluno. Ele permite, por exemplo, a análise dos passos intermediários utilizados pelo estudante durante a tentativa de resolver uma situação-problema e não apenas dos resultados obtidos. Alves (2004) defende a idéia de que a interação do aluno com tecnologias digitais proporciona a possibilidade de alterar as estruturas cognitivas do mesmo, acarretando assim numa forma inovadora para pensar e refletir. A utilização das TIC's pode ser uma alternativa para o desinteresse e desmotivação do alunado. A interatividade propiciada por tais tecnologias afeta principalmente o modo de comunicação e de interação dos mesmos tanto com os seres como com as máquinas. As possibilidades oferecidas pela inserção dessa tecnologia propiciaram para a docência novos rumores sobre o processo de aquisição do conhecimento pelo alunado no que diz respeito do mesmo estar sendo motivado ao ensino pela curiosidade e descoberta, pilares fundamentais dessas tecnologias. Percebe-se então que o uso de novas tecnologias de informação e comunicação no cenário educacional pode ser uma alternativa clara quanto à eficácia na aprendizagem do alunado, melhorando

assim as condições de estruturação do pensamento do aluno com dificuldades de aprendizagem.

Apesar dos avanços a escola ainda é considerada o lugar do aprendizado. Mas, não há espaço para diversão e as instituições de ensino de forma geral resistem à inserção de mídias que apesar de facilitarem o aprendizado o fazem de forma lúdica, divertida, interativa como é o caso dos games. Para vários autores, essas fronteiras entre aprendizagem/diversão e trabalho/jogo precisam ser desfeitas. O que ainda se verifica é que “...a sociedade atual ainda está muito presa aos valores e processos da era industrial, quando se defendia que trabalho e diversão eram campos distintos” (MOITA, 2006).

4.2 A Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada tornou-se uma fonte de pesquisa, com um grande número de trabalhos e pesquisadores dedicados à área, no início da década de 90, porém o primeiro experimento foi realizado na década de 60 por Sutherland, no qual se idealizou um capacete com visor transparente, que apresentava imagens em 3D (AZUMA 1997).

Na década de 60, não havia poder computacional suficiente para a exploração da computação gráfica interativa em tempo real, sendo possível apenas a partir de 90, com o avanço tecnológico então vigente. Outro fato marcante foi a disponibilização, por parte da Universidade do Japão, da biblioteca ARToolKit, que auxilia no desenvolvimento rápido de aplicações de Realidade Aumentada.

Neste sentido, torna-se imprescindível diferenciar os conceitos de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada. Para Neto (2004), a RV se refere a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas em 3D, geradas em tempo real, com auxílio de algum aparato tecnológico, sendo o mais sugestivo o computador. A Realidade Virtual é, antes de tudo, um ambiente tridimensional e interativo gerado pelo computador, surgindo como uma nova geração de interface, ao passo que usa representações tridimensionais mais próximas da realidade do usuário, permitindo, assim, romper a barreira da tela. (KIRNER E SISCOUTTO 2007).

A Realidade Virtual necessita de equipamentos especiais, como capacete, luva, óculos estereoscópicos etc., para transportar o usuário para o ambiente imersivo. Esses aparatos nem sempre são acessíveis e desprendem um custo significativo.

Dessa forma, a Realidade Aumentada surgiu como uma melhoria da RV, no que diz respeito ao maquinário necessário para sua execução, permitindo a sobreposição de objetos e ambientes virtuais no ambiente físico, através de algum dispositivo tecnológico. Isso permitiu que interações tangíveis fossem mais fáceis e naturais para o usuário, sem a necessidade do uso de equipamentos especiais (TORI, KIRNER E SISCOUTTO 2006).

Realidade Aumentada é a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados por computador, em um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico. A Realidade Aumentada enriquece o ambiente físico com objetos virtuais, ampliando o entendimento do ambiente real. Esses sistemas podem ser usados tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares e estão sendo utilizados em várias áreas, como: ensino, marketing, indústria, saúde e etc. (GABBARD J. L.; SWAN, 2008).

4.2.1 Funcionamento da Realidade Aumentada

Os princípios básicos do funcionamento de uma aplicação fundamentada na tecnologia de Realidade Aumentada, em linhas gerais, são bastante simples e podem se resumir da seguinte forma (Figura 1): a imagem capturada pela câmera é convertida em linguagem binária, de acordo com a forma e o desenho do marcador; após a busca pelo marcador é realizada uma comparação entre a imagem capturada e os marcadores já registrados na aplicação; caso haja equivalência entre o marcador capturado e o marcador já conhecido pelo software, ele passa agora para uma nova etapa onde é calculada a posição e a orientação do marcador para que ocorra assim a exibição da respectiva imagem ou animação no local adequado.

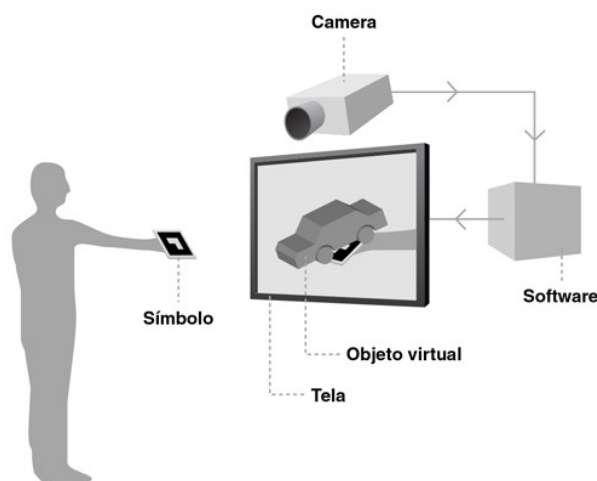


Figura 1: Funcionamento da Realidade Aumentada.

4.2.2 Potencialidades da Realidade Aumentada integrada à Educação

A Realidade Aumentada é uma ferramenta inovadora que vem ganhando espaço bastante considerável nas diversas áreas do conhecimento, devido as suas características: interatividade (a possibilidade de o aprendiz interagir com o objeto de estudo), exibição (a facilidade de visualização do conteúdo abordado) e inovação (utiliza a motivação como fator positivo para aprendizagem).

No campo educacional, graças às possibilidades oferecidas por essa tecnologia pode-se tratar de maneira mais atrativa e lúdica para o aluno e eficiente para o professor os mais diversos temas e abordagens de conteúdos nas disciplinas comuns do ambiente escolar. Como por exemplo, o ensino das disciplinas da área de exatas, que exigem recursos visuais e gráficos em vários conteúdos, e que com o uso dessa tecnologia é possível obter maior qualidade e interesse por parte dos discentes.

Alguns alunos têm maior facilidade de abstração e têm maior facilidade na assimilação de certos conteúdos, já que abstração, em linhas gerais, é definida como a capacidade de considerar uma ou mais propriedades separadas mentalmente de um todo concreto. Essa característica tem feito, muitas das vezes, com que o alunado acabe não acompanhando de maneira unívoca os conceitos abordados em sala de aula, dando a idéia de disparidade entre a turma e proporcionando, em alguns alunos, a sensação de inferioridade frente aos colegas que detém essa habilidade.

Sabendo que a Realidade Aumentada oferece visualização 3D e permite a inserção de sons e objetos dinâmicos no mundo real, conclui-se que esta é uma ferramenta poderosa para o processo de ensino-aprendizagem.

A Realidade Aumentada é uma nova tecnologia que tem se mostrado adequada para simulações mais complexas, onde a informação disponível para análise não precisa ser limitada. Através da inserção de elementos gráficos virtuais por meio de computador, câmeras e displays, é possível aumentar a realidade objetivando simular algo (MORAES, 2007, p.32).

O fato de ser uma nova tecnologia interativa também influencia na motivação do alunado. As mídias impressas acabam se tornando tediosas e enfadonhas, pois já são usadas há bastante tempo da mesma maneira e não proporcionam interação com o usuário. Aretio (1997) elenca algumas limitações que as mídias impressas possuem, no que diz respeito à interatividade com o aluno:

- Nem todos os componentes da realidade podem ser acessados por meio da linguagem escrita;
- É mais difícil de conseguir a interatividade com meio impresso que com outros meios, como por exemplo, o computador;
- A informação é apresentada por meio de uma série de sequências e não é possível ter acesso a ela globalmente, de modo imediato;
- Se for necessário produzir um material com uma considerável variedade de cores, encarece os custos;
- Há um número significativo de aprendizes que não sabem fazer uso adequado do material impresso, especialmente, ao que parece, a geração que foi educada assistindo mais à TV que lendo;
- É mais difícil alcançar a motivação para o estudo com o meio impresso que com recursos audiovisuais ou informáticos.

A sociedade atual anda em busca da novidade, daquilo que é novo, daquilo que é desconhecido. O perfil do novo ser cidadão fomenta sobre a curiosidade e é nessa característica que a escola deve se apoiar para tentar buscar e prender a atenção do alunado.

Não é admissível que a tecnologia permeie no mundo exterior à sala de aula e que ao chegar à escola o aluno dê conta de que está em um mundo totalmente desigual e inferior ao cotidiano enfrentado por ele no dia-a-dia.

Atualmente, o alunado é acostumado a tratar e interagir com novas tecnologias digitais constantemente e já lhe é de total domínio, pois o mesmo já nasceu em uma sociedade informatizada, onde meios tecnológicos, computadores e redes sociais tem sido instrumentos e espaços de uso constante na vida dos alunos.

Num primeiro momento pode-se dizer que a inserção do computador traz uma motivação a mais para o cotidiano escolar, uma vez que ele possui cores, movimentos, imagens etc. [...]. As aulas tem se tornado enfadonhas com o uso intensivo de giz, ou uma outra baseada em discussão de textos, que também podem não motivar (BORBA E PENTEADO, 2001, p.19).

Para que o aluno desenvolva a aprendizagem sobre um determinado conteúdo do conhecimento é necessário que este se motive. Motivado o aluno passará a ativar alguns estados que contribuirão no processo de aprendizagem do mesmo, em especial o de atenção, de percepção e de ativação dos conhecimentos prévios.

O indivíduo atento tem a capacidade de selecionar alguns acontecimentos em que estes podem ou não ficar registrados em sua memória, dependendo assim do fator perceptivo. Ao selecionar e conseguir “filtrá-lo” por perceber um conjunto de características do conteúdo selecionado e a partir daí relacioná-lo com algum conteúdo prévio armazenado em sua memória, o indivíduo passa pelo processo de aprendizagem.

[...] é a partir de conteúdos que indivíduos já possuem na Estrutura Cognitiva, que a aprendizagem pode ocorrer. Estes conteúdos prévios deverão receber novos conteúdos que, por sua vez, poderão modificar e dar outras significações àquelas pré-existentes (YAMAZAKI, 2008, p. 2).

De maneira lúdica e bem dinâmica, o aluno poderá ter a visualização de experimentos práticos através de recursos digitais oferecidos pelo uso da Realidade Aumentada, o qual poderá ser feito tanto no ambiente escolar, quanto em sua própria residência, basta somente utilizar o computador auxiliado por um webcam.

A Realidade Aumentada pode ser implementada por um baixo custo, pois não necessita de aparatos tecnológicos robustos. Precisa apenas de um webcam instalada em um computador executando um software que, através de técnicas de visão computacional e

processamento de imagens, mistura a cena do ambiente real, capturada pela webcam, com objetos virtuais gerados por computador. É também de responsabilidade do software o posicionamento e interação dos objetos virtuais, dando a impressão ao usuário que o ambiente é único.

4.3 Trabalhos correlatos

É possível encontrar diversas aplicações educacionais que utilizam a Realidade Aumentada em áreas como a Bioengenharia, a Física, a Geologia e a Matemática. A combinação de elementos virtuais com o ambiente real, a interatividade e a visualização em três dimensões desperta o interesse de pesquisadores, instituições, entidades e organizações educacionais, em nível nacional e internacional.

4.3.1 Realidade Aumentada e Eletromagnetismo

O desenvolvimento desta aplicação foi coordenado pelo Núcleo de Educação em Ciências/FACEN. Nela, a tecnologia de Realidade Aumentada é utilizada para simular conceitos de Eletromagnetismo, como campos elétricos e magnéticos. Dessa maneira, o usuário pode visualizar em três dimensões, por exemplo, as linhas de campo geradas por cargas elétricas em repouso e em movimento, possibilitando melhor entendimento das relações estabelecidas entre a elas.

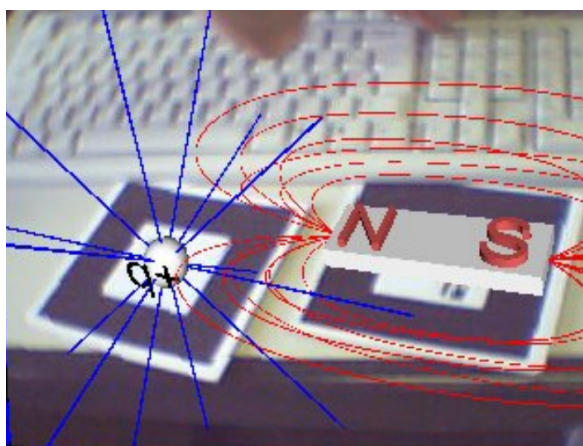


Figura 2: Realidade Aumentada e Eletromagnetismo¹.

¹ Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/434.pdf>> Acesso em 05 ago 2011.

A idealização do projeto surge pelas dificuldades apresentadas por alunos do Ensino Médio na aprendizagem de conceitos relacionados a eletromagnetismo, como a distinção entre o campo eletrostático e o campo magnético estacionário, por exemplo. A partir disso, pesquisas foram realizadas para definir os conceitos que o software iria abordar, com o objetivo de sanar essas dificuldades.

4.3.2 ARTutor

Software que simula, através da Realidade Aumentada, experimentos físicos, como lançamento de projéteis e movimento circular. Possui uma interface com menus e campos para entrada de dados, que definem as características da animação.

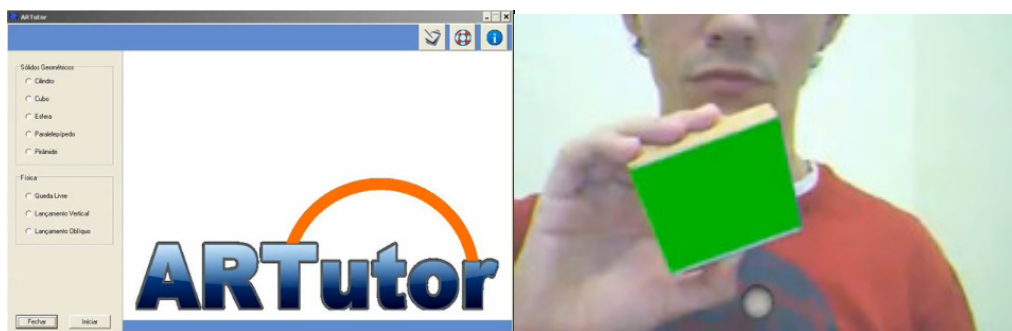


Figura 3 - ARTutor².

Os objetos disponíveis são esferas, cubos e cones. Como trabalho futuro, está sendo projetada uma versão online que aceite objetos em 3D externos, dessa forma o professor poderá adquirir outros objetos que se enquadrem mais ao contexto da sua aula e substituir os modelos padrões.

4.3.3 Realidade Aumentada e Objetos de Aprendizagem no Ensino da Física (LATEC-UFRJ)

Para o desenvolvimento deste software, foi usado o aplicativo Macromedia Director MX e suas extensões DART e Havok. Foram desenvolvidos dois protótipos, onde o primeiro procurava representar por meio da realidade aumentada duas colisões entre objetos virtuais associados a objetos reais, onde a ação dos mesmos poderia ser justificada por meio da aplicação das leis da física. O segundo protótipo apresentou um ambiente de Realidade

²Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>> Acesso em 03 ago 2011.

Aumentada com as mesmas características do primeiro, diferenciando-se pelo fato de este apresentar a associação de um dos objetos virtuais a um objeto real.

Para a simulação do segundo protótipo foi criado um jogo de tênis de mesa utilizando uma raquete (real) e uma bola de tênis de mesa (virtual). Dessa forma o jogador poderia modificar os fatores principais que poderiam interferir nos efeitos produzidos pelo jogo, como gravidade, massa da raquete, massa da bola, elasticidade da bola e etc.



Figura 4: Bola de tênis de mesa virtual com raquete real ao fundo.

O primeiro protótipo foi nomeado como *Sabres de Luz*, onde foi produzido um ambiente de duelo entre duas pessoas que utilizavam objetos cilíndricos de aproximadamente 1,5 cm de diâmetro por 60 cm de altura, associados à cubos reais com marcadores. Ao haver qualquer contato entre os sabres ocorreriam efeitos visuais e sonoros, resultando na redução do tamanho dos mesmos simulando assim o corte onde ocorreu o contato virtual. Vale ressaltar que o primeiro protótipo teve como utilidade a verificação do comportamento dos objetos virtuais associados a marcadores e a características físicas controladas pelas extensões DART e Havok³.

Ocorreram problemas em ambos os protótipos, como o conflito entre o posicionamento do objeto em relação ao marcador por parte do Havok. A solução encontrada foi aumentar a massa da raquete. Contudo, foi possível verificar a interatividade que a Realidade Aumentada permite, proporcionando a sensação de realidade em um ambiente virtual, onde várias simulações podem ser feitas.

³ DART e Havok são extensões do aplicativo de desenvolvimento de apresentações Macromedia Director MX.

4.3.4 Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância

Esse projeto trabalha com conceitos de física, mais especificamente o movimento circular e o lançamento de projéteis. Tem como principal objetivo sanar as dificuldades no entendimento das equações e conceitos dos conteúdos encontradas pelos alunos da modalidade à distância na maioria das universidades do país.

Para o projeto foi utilizada a linguagem denominada de VRML⁴, além de programas como o Blender 3D, software de modelagem de imagens 3D, e a biblioteca⁵ ARToolKit. Como recursos físicos, foram utilizados computadores, webcams e marcadores feitos por pequenas placas de papel.

Segundo os pesquisadores do projeto, a Realidade Aumentada vem tomando o cenário educacional atual por não ser uma tecnologia dispendiosa (a Realidade Aumentada apenas enriquece o mundo real inserindo no mesmo componentes virtuais), possibilitando a difusão do laboratório de Realidade Aumentada como alternativa viável como suporte para cursos EaD.

Um dos melhores exemplos desenvolvidos é o LiDRA, um livro didático da área de exatas que possui sons, imagens e objetos virtuais 3D, que tem por objetivo maximizar a experiência de aprendizagem pelos alunos.

O primeiro protótipo desenvolvido foi baseado no tema da mecânica clássica sobre movimento circular e lançamento de projéteis. Para que ocorresse a interação aluno/máquina, foi utilizado o software SACRA⁶ (SANTIN, 2008) manipulando o ambiente virtual e a interação interpessoal.

No protótipo desenvolvido o aluno pode treinar conceitos pré-definidos, como, por exemplo, o movimento aplicado à uma esfera virtual. A aplicação consiste na entrada de dados em um sistema gerador de movimentos desenvolvido durante a pesquisa por meio da

⁴ Virtual Reality Modeling Language. Linguagem de programação responsável por criar mundos virtuais.

⁵ Conjunto de rotinas de programação que podem ser incorporadas às linguagens de programação.

⁶ SACRA (Sistema de Autoria em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada).

linguagem de programação C⁷. O usuário entrará com dados como o raio, o ângulo e o tempo em que o programa deverá esperar entre a exibição de um ponto e outro.



Figura 5: Movimento aplicado à esfera virtual.

No protótipo que aborda o tema de lançamento de projéteis, os dados que o usuário deve inserir são o ângulo de direção e um valor de força aplicada ao projétil, considerando que sempre o projétil estará em repouso. Através de alguns cálculos do programa, é gerado um arquivo de texto que expõe os pontos exatos onde a esfera deve ser redesenhada, afim que a mesma se desloque no movimento escolhido. Para que a esfera seja redesenhada é necessário que o arquivo de texto gerado seja interpretado por um interpretador de interpolações, implementado em SACRA, que transferirá os dados para o núcleo do ARToolKit.

O projeto permite a experimentação a partir da criação do movimento do objeto virtual em várias trajetórias numa simulação de Realidade Aumentada, por meio de uma entrada de dados os quais estão ligados diretamente a ambientes de experimentação física reais.

⁷ C é uma linguagem de programação de alto nível criada por Dennis Ritchie em 1972 para desenvolver o sistema operacional Unix.

5 METODOLOGIA

A primeira etapa do trabalho foi a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre a tecnologia de Realidade Aumentada para o entendimento dos conceitos nesta área e a familiarização com o tema. Posteriormente foi feita uma análise a procura de trabalhos correlatos para a obtenção de informações sobre métodos e técnicas para desenvolvimento de aplicações com a utilização da Realidade Aumentada. Após a habituação com o tema ocorrido nas etapas anteriores, foram realizadas reuniões com professores de física para a obtenção de opiniões e sugestões quanto aos conteúdos que seriam inseridos no software. Estes temas foram definidos para então começar o desenvolvimento da aplicação em si.

5.1 Pesquisa bibliográfica

Esta é uma fase fundamental na construção de qualquer projeto de pesquisa que se almeja desenvolver. Nesta etapa foi realizada uma pesquisa sobre a tecnologia da Realidade Aumentada, suas definições e conceitos, assim como as possíveis melhorias que esta poderia proporcionar à Educação.

Foram realizadas pesquisas em artigos, revistas e estudos feitos por pesquisadores da área. As principais fontes de pesquisa foram anais de eventos e congressos com este tema, como por exemplo, o SVR (Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada), patrocinado pela SBC (Sociedade Brasileira de Computação), o WRVA (Workshop de Realidade Virtual e Aumentada) e o SBGames (Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital), que na suas últimas edições tem disponibilizado trabalhos na área de desenvolvimento de games apoiados na tecnologia da Realidade Aumentada.

Também foi possível encontrar bastante material disponível *online*. Alguns sites como o *Realidade Aumentada*⁸ oferecem um vasto conteúdo com qualidade. Este portal possui uma grande produção de materiais na área, principalmente no que diz respeito ao âmbito educacional.

⁸ Disponível em: <<http://www.realidadeaumentada.com.br>>. Acesso em 20 de Out 2010.

Todo esse material foi pesquisado, selecionado e estudado para a fundamentação da pesquisa. Nesta etapa foi possível se familiarizar com o tema e adquirir inspiração para a produção do software.

5.2 Trabalhos correlatos

Qualquer pesquisa ou projeto que se almeja desenvolver, tem como uma de suas etapas iniciais a busca por trabalhos correlatos. O objetivo nesta etapa é conhecer o que já foi desenvolvido na área em que a pesquisa está sendo realizada, analisar trabalhos semelhantes e ter conhecimento dos pontos positivos e negativos destas produções, para estas informações serem, posteriormente, aplicados no desenvolvimento da pesquisa (SCHUYTEMA, 2008).

As fontes de busca nesta etapa são anais de congressos da área, que dispõem de um vasto material com trabalhos produzidos e avaliados, bem como o detalhamento destes dados, que servem de inspiração para projetos a serem desenvolvidos.

5.3 Encontros presenciais com professores de física

Para a discussão dos conteúdos que seriam adicionados ao software e abordados com a utilização da Realidade Aumentada, foram realizadas algumas reuniões presenciais com professores de física da cidade de Sumé - PB. Esta localidade foi escolhida devido à disponibilidade dos profissionais e proximidade do local das reuniões com o ambiente de trabalho dos mesmos. Estes encontros foram importantes pela realidade vivenciada por estes professores no exercício de sua profissão e pelo conhecimento que possuem.

Durante todo o processo de desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas 3 (três) reuniões:

- A primeira reunião teve como princípio norteador a apresentação da proposta aos professores, explicando os objetivos e a justificativa do projeto. Nessa apresentação, foram expostos os conteúdos inicialmente pretendidos para serem abordados no software e a coleta de opiniões sobre isso;
- A segunda reunião teve como objetivo mostrar aos professores, de maneira prática, como funciona a tecnologia da Realidade Aumentada. Como a ferramenta base do projeto é um software apoiado nessa tecnologia, foi pertinente apresentar aos

professores alguns conceitos desta área, para que os mesmos tenham um maior subsídio e sintam-se mais confiantes na utilização da ferramenta. Foram também apresentados trabalhos correlatos que serviram de embasamento para o projeto.

- No terceiro encontro teve houve a aplicação do primeiro protótipo com os professores. Foi apresentada a primeira versão do software, com a intenção de que os mesmos tivessem uma ideia concreta daquilo que seria desenvolvido. Houve um debate com os professores sobre o andamento do projeto e quais as expectativas e opiniões sobre o mesmo.



Figura 6: Encontro presencial com professores de física.

5.4 Discussão dos conteúdos selecionados

A ideia inicial do projeto era abordar conteúdos como trajetória, tempo e variação de tempo; variação de espaço e distância; velocidade média e instantânea; aceleração média e instantânea; movimento circular; leis de Newton. Os professores aprovaram a ideia de se trabalhar com estes conteúdos, porém incentivaram que fosse feita uma seleção diante destes, priorizando os conteúdos que os alunos sentem maior dificuldade. A preocupação dos professores era tornar o software final uma ferramenta pedagógica com qualidade e que abrangesse alunos de todo o ensino médio e não se focasse apenas em uma determinada série dessa etapa do educacional.

Sendo assim, foi discutido quais seriam os assuntos que os alunos possuem maior dificuldade em cada série. Cada professor pôde expor a situação na escola em que trabalha, relatando principalmente a diferença de públicos e contextos sociais.

Diante do discutido, os conteúdos escolhidos foram velocidade relativa, lançamento de projéteis, movimento circular, e gravitação.

5.5 Busca de conteúdos para as aplicações em Realidade Aumentada

Os conteúdos que foram inicialmente discutidos nas reuniões com os professores precisam de uma roupagem na qual permita que os mesmos possam ser utilizados por meio da tecnologia da Realidade Aumentada. Para isso, utilizando as informações fornecidas pelos professores sobre a natureza do problema em questão (que é o processo de ensino-aprendizagem da física), pôde-se pensar de forma a transformar tal conteúdo em animações, imagens e outras formas lúdicas que possam auxiliar na absorção do conhecimento.

As imagens e exemplos precisam ser claros e diretos, ou seja, não é possível esperar que ao mostrar o marcador diante da webcam, será mostrado ao usuário um curta-metragem de alguns segundos explicando determinado conteúdo, mas sim, algo rápido, dinâmico e direto, que possa abordar os assuntos com eficiência e clareza.

5.6 Desenvolvimento

Esta seção apresenta as etapas do desenvolvimento do software SimulAR, bem como as técnicas utilizadas para a produção do mesmo.

5.6.1 Modelo de Desenvolvimento Evolucionário Exploratório

Para o desenvolvimento do SimulAR foi usado o modelo de processo de software evolucionário exploratório, que tem como objetivo observar uma sequência de etapas para a obtenção de sucesso na construção de um software, principalmente no que diz respeito à construção de suas versões e melhorias.

O modelo de desenvolvimento evolucionário exploratório apresenta o desenvolvimento de um software a partir de uma especificação inicial, com requisitos bem compreendidos adicionando novas características ao produto à medida que forem propostas

ou especificadas pelo cliente. Este modelo é baseado em três atividades distintas que funcionam simultaneamente: Especificação, Desenvolvimento e Validação (SOMMERVILLE, 2007).

Stakeholder pode ser definido em linhas gerais como sendo qualquer pessoa ou organização que tenha real interesse, participação ou que seja afetado pelo projeto. A palavra se origina do termo inglês “stake” (interesse, participação, risco) associado à “holder” (aquele que possui). Na prática podemos elencar alguns stakeholders como empresa financiadora; concorrentes; investigadores e acionistas; governo, instituição pública ou escolar; ou até mesmo algumas áreas específicas de uma empresa, se tal software desenvolvido permear esse âmbito.

Os Stakeholders são pessoas e organizações, como clientes, patrocinadores, organizações executoras e o público, que estejam ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses possam ser afetados de forma positiva ou negativa pela execução ou término do projeto. Elas podem também exercer influência sobre projeto e suas entregas (PMBOK, 2008).

Para o desenvolvimento do SimulAR, os stakeholders são os professores de física que irão utilizar o software para beneficiar suas aulas.

No desenvolvimento evolucionário, a partir da descrição de um esboço de como deverá ser o projeto, são traçadas suas especificações iniciais e o desenvolvimento é iniciado. A partir de então, várias versões são criadas, sempre com o objetivo de sanar os problemas encontrados nas versões anteriores.

Ao final do projeto é criado um protótipo do produto e passado para a avaliação final pelo cliente, chamada de fase de validação. Caso seja aprovado, são realizados os ajustes finais e passada a versão final ao cliente; caso o protótipo não seja aprovado, são passadas novas especificações e novos ajustes são realizados.

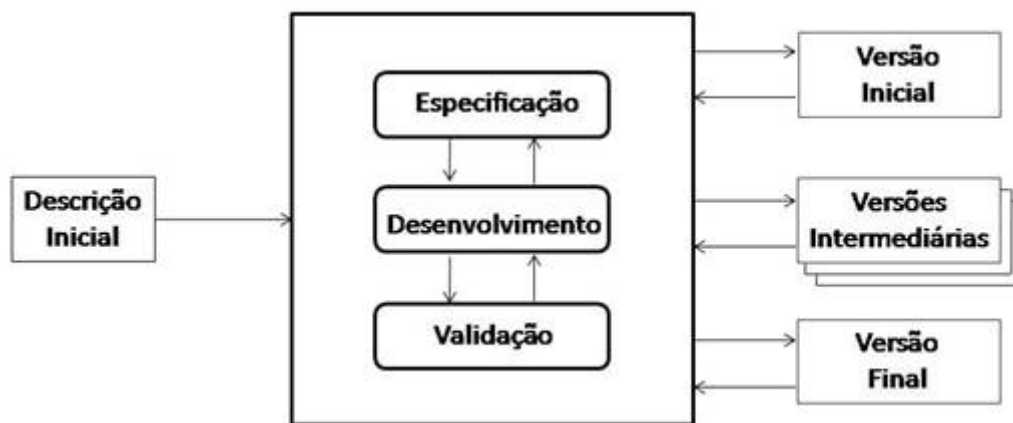


Figura 7: Desenvolvimento Evolucionário Exploratório (SOMMERVILLE, 2007).

5.6.2 Action Script 3 e a suíte de aplicativos da Adobe

O ActionScript 3 foi a linguagem de programação adotada para a produção do software. Essa linguagem trabalha em conjunto com o programa Adobe Flash CS4, que proporciona um desenvolvimento em alto nível, pois permite que o programador, além de escrever detalhadamente o código, possa criar objetos gráficos que irão interagir com essa codificação.

Além dessas vantagens, o ActionScript 3 permite a produção de materiais que executem diretamente do browser (navegador), possibilitando a criação de aplicações web, como é o caso do software em questão.

5.6.3 Desenvolvimento do código para decodificação das imagens

O desenvolvimento do código para a decodificação das imagens dos marcadores se deu por meio da utilização da linguagem ActionScript 3 com o auxílio do FLARToolKit, uma biblioteca que possibilita a integração de objetos 3D com os marcadores impressos, relacionando o posicionamento da imagem para decodificação com a câmera e projetando na tela a animação de acordo com esse posicionamento. Isso permite a visualização dos objetos em 3 dimensões (3D) na medida em que o usuário rotaciona o marcador.

A aquisição do conhecimento para a utilização dessas ferramentas de programação e animação se deu por meio de pesquisas na internet e pela aquisição de vídeo aulas disponíveis

em um curso online que aborda esses conteúdos. A compra desse curso online se fez necessária, visto a pouca disponibilidade de material em português relacionado à essa biblioteca.

5.6.4 Criação das animações para a utilização nas simulações

Inicialmente, foram utilizadas algumas imagens 3D já modeladas. Estas imagens foram, em sua maioria, adquiridas no repositório *online* do software Sketchup⁹ da empresa Google, que é de domínio público.

Na fase de desenvolvimento do protótipo, foram criadas imagens próprias, para que fossem testadas juntamente com o código e a calibração da webcam. Como software de apoio à essa construção, foi utilizado o 3D Max e posteriormente o Blender 3D. Com essas imagens foram detectados alguns problemas no carregamento, no que diz respeito à apresentação das texturas das imagens e suavização das formas arredondadas.

Para suprir tal problema, foram construídos objetos 3D utilizando o PaperVision 3D, uma biblioteca do Flash que permite a criação de objetos 3D com interatividade através do código ActionScript. Com esta ferramenta pôde-se criar a partir de códigos elementos que irão interagir entre si, movendo-se no ambiente virtual, além de poderem ser visualizados em 3 dimensões.



Figura 8: Exemplo de aplicação construída no PaperVision 3D¹⁰.

⁹ Disponível em: <<http://picasaweb.google.com/gallery.sketchup>>. Acesso em 14 de Jan 2011

¹⁰ Disponível em: <<http://www.cleoag.ru/labs/flex/parkseasons/>>. Acesso em 12 de Dez 2010

5.6.5 Criação de um protótipo

Após a fundamentação teórica uma versão inicial do software foi criada. Nela, há a simulação do fenômeno de queda livre, onde um cubo é liberado de uma determinada altura, colidindo com o solo e sendo arremessado de volta para cima, com menos força a cada colisão, até entrar em estado de repouso. Toda essa animação foi criada com o auxílio das ferramentas citadas anteriormente, utilizando cálculos matemáticos para a movimentação do objeto (cubo) e o Papervision 3D para a criação do mesmo.

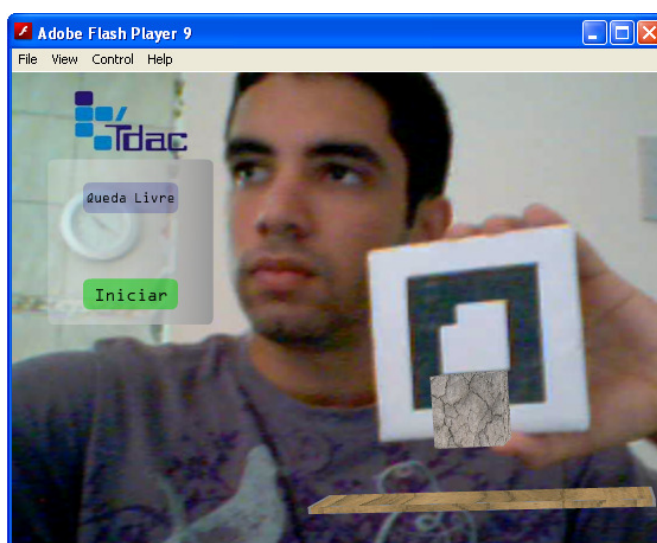


Figura 9: Protótipo desenvolvido em execução.

Assim, integrando os objetos 3D com a tecnologia de realidade aumentada o usuário terá uma aplicação que insere objetos virtuais no mundo real, possibilitando a visualização de fenômenos físicos que, se executados no ambiente real, exigiriam um alto custo e muito trabalho para a preparação dos mesmos.

Para possibilitar ao usuário escolher entre diversas simulações e valores de entrada para as mesmas foi idealizada a criação de um menu, que ficaria localizado ao lado da tela e sempre visível ao usuário para modificações em tempo real. Neste protótipo foi criada a primeira versão do menu que possibilita a escolha de apenas uma simulação, o fenômeno da queda livre. Este menu possui dois botões: o primeiro direciona o usuário para a simulação desejada, no caso apenas a “queda livre”; o segundo tem a função de dar início à simulação.

Ao utilizar o software, o usuário precisará de um único marcador impresso para visualizar todas as animações disponíveis, podendo alternar entre elas através do menu de interação que sempre estará visível na tela. Esta alternativa torna mais prático o uso da aplicação, uma vez que o utilizador só precisará imprimir um marcador de identificação de imagens para usufruir de todos os seus benefícios.

O nome do software *SimulAR* foi escolhido nesta etapa. Foi nomeado assim porque simula fenômenos e experimentos físicos com o apoio da realidade aumentada, que, traduzido para o inglês, é Augmented Reality (AR).

Além do nome, uma logomarca inicial foi criada para representar o SimulAR. Nela são exibidas as iniciais da Realidade Aumentada e um marcador, que é característico desta tecnologia.



Figura 10: Logomarca da primeira versão do SimulAR.

5.6.6 Melhorias no protótipo

A partir do primeiro protótipo foi dada continuidade ao desenvolvimento do projeto. Tomando como base todo o trabalho já desenvolvido, o objetivo nesta etapa foi melhorar a versão atual do software, aprimorando sua interatividade, dinamicidade e robustez. Sendo assim outras simulações foram disponibilizadas, tornando o software mais completo. Além disso, foram feitas mudanças na interface e itens do menu, a fim de melhorar a usabilidade da ferramenta.

Para a versão final do software foi criada uma nova logomarca que caracteriza o software de melhor forma.



Figura 11: Versão final da logomarca do SimuLAR.

5.6.7 Versão final do SimuLAR

Depois de várias modificações e geração de muitas versões, a última versão do SimuLAR foi criada. Este é um software que utiliza a tecnologia de Realidade Aumentada para simular fenômenos físicos exibindo-os em três dimensões e facilitando sua visualização. As letras AR maiúsculas no nome do programa referem-se ao termo Augmented Reality¹¹.

Com esta ferramenta, o usuário pode visualizar como se comportam os projéteis em determinados fenômenos físicos. As simulações disponíveis são: queda livre, movimento circular e lançamento oblíquo. Ao posicionar o marcador impresso em frente à webcam e iniciar a simulação, através do menu localizado no canto esquerdo da tela, uma animação é iniciada, rotacionando e posicionando-se de acordo com a localização do marcador, que serve como ponto de referência. Não foi aplicado nenhum tipo de escala, portanto os valores de entrada não correspondem à distância real percorrida pelos objetos.

¹¹ Realidade Aumentada, em inglês.

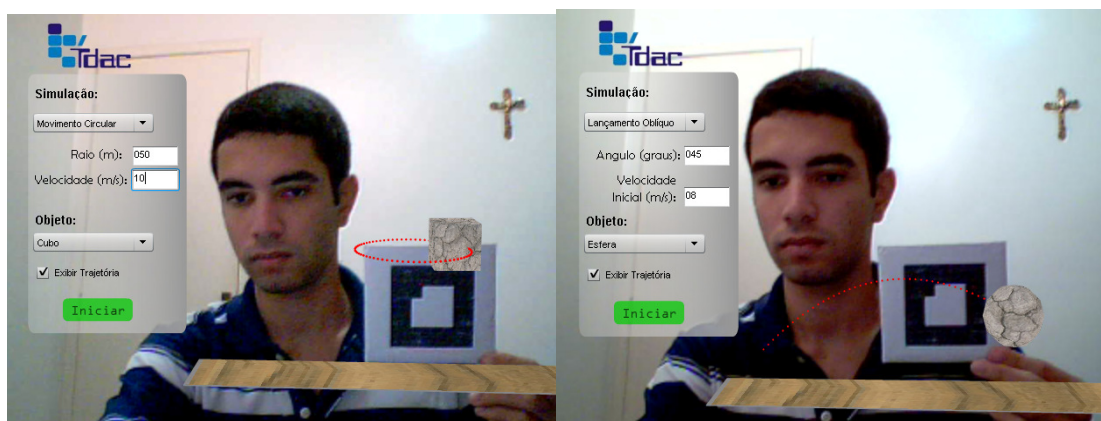


Figura 12 – Versão final do Simular.

Os tipos de simulações podem ser escolhidos através do menu antes de sua inicialização, assim como o formato dos projéteis, apesar de não alterar a sua trajetória de acordo com a forma selecionada. Além disso, algumas variáveis como velocidade e ângulo, no caso do lançamento oblíquo, e altura, na queda livre, também são definidas pelo usuário, o que modifica a simulação de acordo com a entrada desses valores.

6 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO

Para avaliação do software, foram reunidos 8 (oito) alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba. Estes eram, em sua maioria, professores de Física do Ensino Fundamental e Médio da rede de ensino público e privado da cidade de Campina Grande - PB.

Após breve explanação sobre o conceito de Realidade Aumentada e sua adequação ao contexto educacional, o software SimulAR foi apresentado aos participantes da reunião, destacando-se suas características e funcionalidades. Posteriormente, foi entregue um questionário (mídia impressa) de avaliação e coleta de opiniões sobre o aplicativo em questão. Com base nos dados obtidos, foi possível concluir aspectos importantes no tocante às expectativas sobre a potencialidade do software. Porém, apenas 6 questionários foram satisfatoriamente respondidos, pois dois dos participantes não responderam adequadamente os questionários.

O questionário possuía três blocos temáticos que se relacionavam com os seguintes atributos: Apresentação das informações educacionais; Motivação, feedback, qualidade e interatividade; e Competências exploradas e abordagem educacional (nível de aprendizagem).

Cada um dos blocos foi subdividido em vários tópicos, com afirmações que poderiam ser verdadeiras ou falsas em relação ao SimulAR, dependendo do julgamento e avaliação dos participantes. Além disso, o questionário possuía uma área para caracterização do software quanto ao paradigma de tipologia, e também um espaço dissertativo para os professores/mestrandos expressarem suas opiniões tanto em relação ao software, quanto ao processo avaliativo em si.

O questionário abordava, além de temáticas técnicas e específicas relativas ao software, aspectos pedagógicos e educacionais, cujo objetivo era extrair dos avaliadores o que o SimulAR tem como característica nessa área. Nesse sentido, também foi questionado se os avaliadores conseguiram perceber qual teoria da aprendizagem estava embasado o software.

O primeiro bloco tinha como objetivo recolher impressões sobre o modo como as informações estavam sendo apresentadas ao usuário. Pertenciam a esse bloco perguntas referentes à interface do software, informações pertinentes, quantidade de informações e

conteúdos apropriados para o público proposto. A seguir apresenta uma síntese dos dados recolhidos nesse bloco de perguntas.

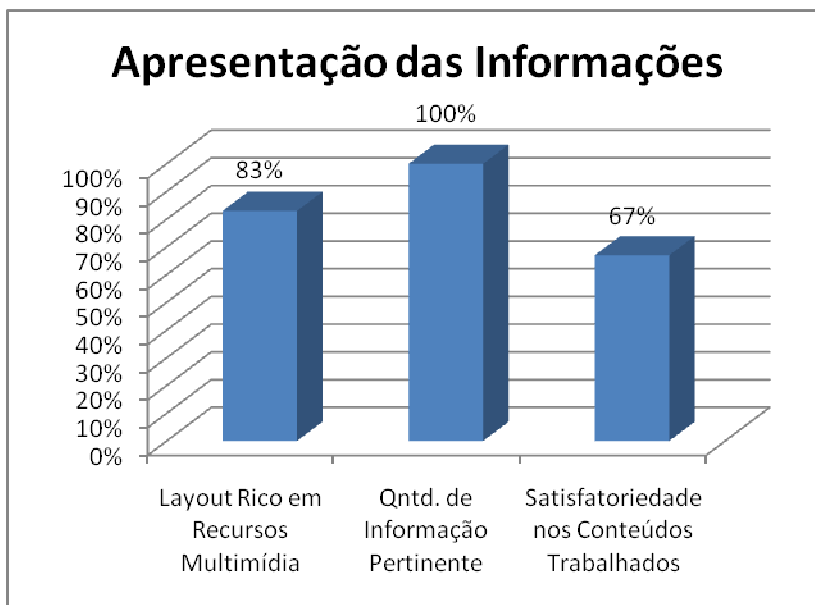


Figura 13: Gráfico referente a alguns tópicos do 1º bloco.

Ainda sobre o primeiro bloco de questões, foi solicitado que opinassem sobre a divulgação de conteúdo pelo software, ou seja, se ele apresenta conteúdo fechado para cada instituição trabalhar a ferramenta em particular. Após análise dos dados, 83% dos avaliadores concluíram que a intenção do projeto é de desenvolver um aplicativo genérico, porém dentro do contexto da Física, pré-determinado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.

O segundo bloco avaliou a qualidade das relações aluno-software e professor-software, no qual foram elencadas, como características coerentes à aplicação, as afirmativas a respeito da utilização do aplicativo como facilitador no processo de busca por resoluções de exercícios, bem como a existência de interação com o conhecimento prévio do aluno e, conseqüentemente, o fácil reconhecimento do conteúdo abordado.

A seguir, é exibida a organização dos dados referentes a alguns sub-tópicos do 2º bloco do questionário, representados abaixo, respectivamente, por:

- **A:** Capacidade de, após a realização do experimento, o aluno fazer analogias e instigar o pensamento lógico e dedutivo;
- **B:** Capacidade de operacionalização do *software* por um usuário inexperiente;
- **C:** Obtenção de melhor rendimento na resolução de exercícios na utilização da ferramenta;
- **D:** Valorização do conhecimento prévio do aluno;
- **E:** Habilidade do aluno em controlar pessoalmente o próprio processo de aprendizagem.

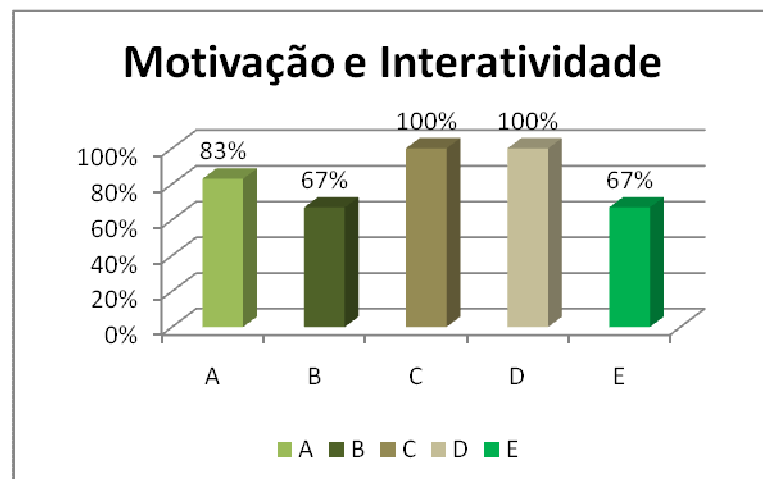


Figura 14: Gráfico referente à alguns tópicos do 2º bloco.

Pelo gráfico acima, pode-se concluir que o software atende bem aos requisitos de usabilidade e de eficiência quanto à manipulação por usuário inexperiente, fazendo dele um ótimo instrumento para incluir o alunado no mundo digital. Isso fará com que aquele tenha maior aceitação da ferramenta, sabendo que o SimulAR possui características motivacionais e interativas de uma tecnologia recente no cenário educacional, despertando ainda mais a atenção do aluno para o aprendizado do conteúdo proposto.

Por fim, o atributo de Competências exploradas e abordagem educacional (nível de aprendizagem) apresentou respostas variadas diante dos sub-tópicos. Nessa parte foram

exploradas características mais intrínsecas do SimulAR quanto à abordagem educacional e de seus resultados na vida estudantil dos seus usuários, ou seja, a principal preocupação nesta etapa era o entendimento de como a ferramenta pode atuar na aprendizagem dos conceitos estudados.

Sendo assim, temáticas como interdisciplinaridade, apresentação clara e objetiva de conteúdos e assimilação destes, realizada de maneira correta, possibilidades de resolução dos exercícios, foram retratados nesse bloco. Abaixo, a análise dos dados:

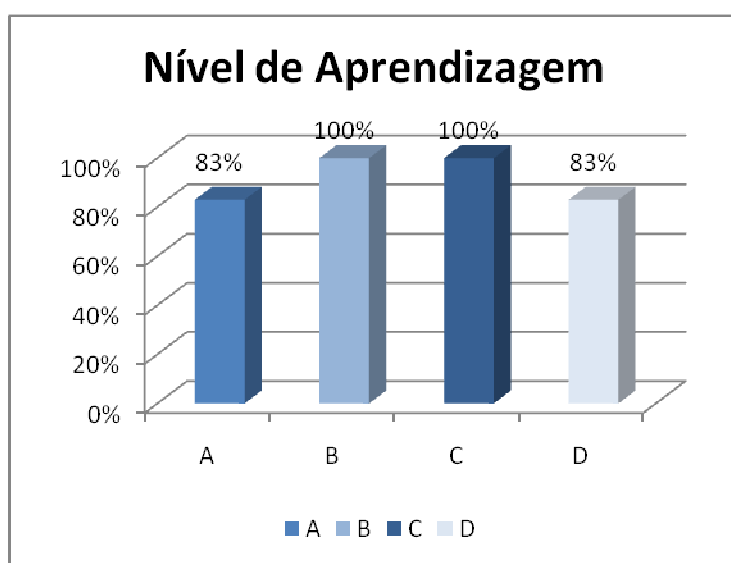


Figura 15: Gráfico referente à alguns tópicos do 2º bloco.

Os sub-tópicos retratados na figura anterior são identificados da seguinte forma, respectivamente: A) abordagem correta do conteúdo; B) melhor visualização do experimento; C) melhor compreensão e analogia do fenômeno reproduzido; e D) capacidade de interdisciplinaridade.

Pelos dados elencados no gráfico acima, pode-se observar que a maioria dos avaliadores percebeu que o conteúdo é abordado de maneira correta, bem como o software apoiado na Realidade Aumentada possibilita uma visualização real do experimento, além da verificação e construção de hipóteses para análise e depuração de resultados prévios nas simulações construídas pelo SimulAR.

No gráfico a seguir, estão representadas as características quanto ao tipo de software, segundo os avaliadores.

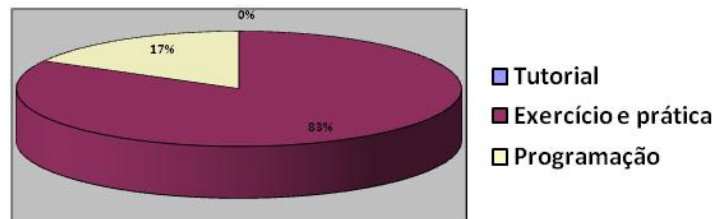


Figura 16: Característica quanto ao tipo de software.

7 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da aplicação intitulada SimuLAR é resultado de uma série de pesquisas relacionadas aos conteúdos de Física e seus métodos de ensino, bem como técnicas de desenvolvimento de software e utilização de linguagens de programação e programas editores gráficos.

A pesquisa sobre os assuntos relacionados à Física do Ensino Médio foi feita através de estudos bibliográficos e teve como propósito auxiliar para que as simulações criadas se aproximassem do real, uma vez que foram utilizadas fórmulas físicas para proporcionar os efeitos de movimentação dos projéteis, criados por código, no software de Realidade Aumentada.

Para o conhecimento das metodologias de ensino da disciplina em questão, foram feitas reuniões com educadores para a aquisição de experiência no que diz respeito à didática, metodologia de ensino e produção de conhecimento em sala de aula, bem como as dificuldades encontradas nesse ambiente e algumas maneiras de saná-las. Isto gerou pensamentos sobre como o SimuLAR poderia ajudar na superação desses obstáculos, elevando a utilidade e importância do software no âmbito educacional.

O estudo de técnicas de desenvolvimento de software ajudou na criação de uma aplicação de maneira consciente, seguindo passos previamente definidos e evitando esforços desnecessários quando uma mudança era requerida.

O estudo da linguagem de programação utilizada (ActionScript 3) se deu por meio pesquisas na internet e livros, além da compra de um curso online, que auxiliou consideravelmente a produção do software, pois este oferece, além de diversas vídeo aulas, um ambiente com fórum para o esclarecimento de dúvidas.

O código escrito em ActionScript 3 define a movimentação dos objetos na tela utilizando operações matemáticas complexas e sua relação com o marcador fiducial dando a impressão de que estes estão inclusos no mundo real. A criação dos projéteis que foram inclusos no ambiente, assim como o menu navegacional, foi feita através dos softwares editores gráficos: Adobe Flash CS4, Adobe Photoshop e Blender 3D.

A partir da validação final do SimulAR com os professores de Física e da análise dos dados obtidos na aplicação do questionário, foi possível perceber que os objetivos propostos pelo software satisfizeram as expectativas de uso dessa ferramenta como um instrumento auxiliar tanto para professores como para alunos.

Ainda nesse sentido, foi concluído que a tecnologia de Realidade Aumentada pode ser utilizada como recurso lúdico na educação, promovendo aulas mais dinâmicas e interativas. Suas possibilidades de uso são diversas e não necessitam de grande aparato técnico para sua execução. Dessa forma, para o SimulAR ser executado basta um laboratório de informática, que tenha o software instalado e webcam disponível para as máquinas.

A concepção pedagógica difundida desde o início do desenvolvimento do projeto foi a teoria construtivista, que visa a disponibilidade de meios para que os alunos elaborem um caminho lógico até o conhecimento pleno. Com a ajuda de um simulador de fenômenos físicos, a abstração dos conceitos e regras expostos nos livros pode ser visualizada dinamicamente, facilitando, desta forma, sua compreensão.

REFERÊNCIAS

ALVES, L.; **Game over: jogos eletrônicos e violência**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal da Bahia. 2004.

ARETIO, G. Lorenzo (ed.). **El material impreso em la enseñanza a distancia**. Actas y Congressos. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. 1997.

AZUMA, R. T. **A survey of augmented reality**. Presence: teleoperators and virtual environments, p. 355-385, 1997.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica. 2001.

GABBARD J. L.; SWAN, E. **Usability engineering for augmented reality: Employing user-based studies to inform design**. IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics, p. 513, 2008.

INSLEY, S. **Obstacles to general purpose augmented reality**. Information Security & Cryptography, Oregon, EUA, 2003.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. In: **IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**. Livro do Pré-Simpósio. Petrópolis, 2007.

MOITA, F. M. G. S. D. **Games: contexto cultural e curricular juvenil**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

MORAES, R. O. **Estudo de uma Aplicação de Realidade Aumentada**. 4º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, ANPEDesign, Rio de Janeiro, Brasil. 2007.

NETO, R. A. A. E. **Arquitetura digital - a realidade virtual, suas implicações e possibilidades**. Dissertação (Mestrado) - COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2004.

PMBOK. **PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, PMI. Um Guia do Conjunto de**

Conhecimentos em Gerenciamentos de Projetos: Guia PMBOK. 4ed. Pennsylvania: Four Campus Boulevard, 2008.

SANTIN, Rafael. **SACRA - Sistema de Autoria Em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada.** Dissertação – Mestrado em Ciência da Computação, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza. Piracicaba: UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba, 125p. 2008.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de games: uma abordagem prática. Série Profissional.** São Paulo: Cengage Learning. 2008.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software.** 8 Ed. Addison Wesley Bra, 2007.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada.** In: VIII Symposium on Virtual Reality. Livro do Pré-Simpósio. Belém, 2006.

YAMAZAKI, S. C. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.** 2008. Disponível em:
<http://www.famema.br/semanadeplanejamento/referenciais_teoricos_ausube.pdf> Acesso em 22 de Julho de 2011.

ANEXO 1

Questionário de Aplicação do *simuLAR*

Atributo	Características	Sim	Não
Apresentação das Informações Educacionais	A quantidade de informação é apropriada ao que se destina?		
	Possui fácil leitura e entendimento?		
	O conteúdo trabalhado pelo <i>software</i> possui erros?		
	Existe coerência quanto ao nível instrucional e utilização das simulações apresentando um ótimo recurso visual?		
	Apresenta um <i>layout</i> rico em recursos de multimídia?		
	O <i>software</i> apresenta conteúdo fechado para cada instituição?		
	Há clareza nas instruções de utilização para o professor e para o aluno.		
Motivação, Feedback, Qualidade e Interatividade	A utilização do <i>software</i> pode trazer benefícios à possíveis resoluções de exercícios por parte do aluno?		
	Há um maior controle do próprio processo de aprendizagem por parte do aluno		
	Existe interação com o conhecimento prévio do aluno?		
	A interatividade leva o aluno ao pensamento lógico e dedutivo?		
	Possibilita interatividade entre usuário e máquina ou a interação é unidirecional?		
	O conteúdo trabalhado pelo <i>software</i> limita-se apenas ao proposto pelo plano pedagógico da escola?		
	As simulações possuem um nível adequado para uma utilização rápida?		
	O <i>software</i> requer orientação prévia para utilização?		
	Um usuário consegue ter um bom desempenho ao utilizá-lo pela 1ª vez sem receber nenhum tipo de orientação prévia?		
	A maneira que o conteúdo está sendo abordado é de fácil reconhecimento e de utilização aceitável?		
Competências Exploradas e Abordagem Educacional (Nível de Aprendizagem)	O conteúdo do software está claro e objetivo para a utilização dos educadores em suas respectivas áreas?		
	O conteúdo estudado está sendo abordado da maneira correta?		
	A ferramenta proporciona uma aprendizagem multimidiática (rica em sons, textos e imagens)?		
	A exploração dos temas é feita de forma individual		
	Existe limite de aprendizagem ligado a série a que se destina o software?		
	O software possibilita melhor visualização e real compreensão do conteúdo abordado?		
	Em relação ao processo de construção do conhecimento do aluno, apresenta múltiplos caminhos para a solução do problema?		
	Possibilita a formulação e verificação de hipóteses, a análise e depuração dos resultados?		
	Pode-se trabalhar com outras áreas do ensino (interdisciplinaridade)?		

Características

Quanto ao tipo:

Tutorial ()

Programação ()

Exercícios e Prática ()

Quanto à metodologia:

Simulação ()

Jogos ()

Modelagem ()

Concepção teórica sobre aprendizagem:

Teoria Socio-Interacionista ()

Construtivismo ()

Teoria Behaviorista ()

Conclusões

Sugestões/ Críticas quanto ao processo avaliativo:

Conclusões/ Recomendações/ Sugestões quanto ao *simulAR*:
