



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS  
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

**Allessio da Silva**

**Realidade Aumentada: Recurso Multimidiático e sua  
Contribuição no Processo de Ensino e Aprendizado**

CAMPINA GRANDE – PB

2012

**Allessio da Silva**

**Realidade Aumentada: Recurso Multimidiático e sua  
Contribuição no Processo de Ensino e Aprendizado**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
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 – PB

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

S676r Silva, Alessio da  
Realidade Aumentada [manuscrito]:Recurso multimidiático e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem / Alessio da Silva. – 2012.  
63 f.: il. color.  
.  
Digitado  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2012.  
“Orientador: Profa. Ma. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita , Departamento de Computação”.

1.Realidade aumentada. 2. Física. 3.Tecnologia na educação.  
I. Título.

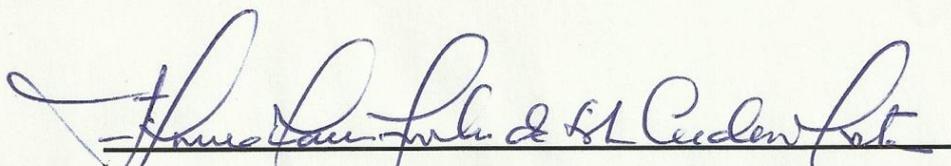
**Allessio da Silva**

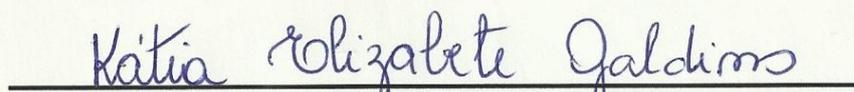
**Realidade Aumentada: Recurso Multimidiático e sua  
Contribuição no Processo de Ensino e Aprendizado**

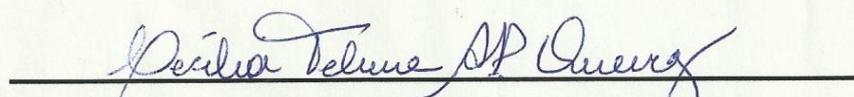
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Computação da Universidade Estadual da  
Paraíba, em cumprimento às exigências  
legais para obtenção do título de  
Licenciado em Computação.

Aprovado em: 02/07/2012

**Banca Examinadora**

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

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Kátia Elizabete Galdino  
Universidade Estadual da Paraíba

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Me. Cecília Telma Alves Pontes de Queiroz  
Universidade Estadual da Paraíba

## **Dedicatória**

Inicialmente a Deus, por ter me concedido uma vida repleta de saúde e de condições favoráveis para que pudesse atingir os objetivos propostos até o presente momento.

Aos meus pais, Alex da Silva e Severina Francisca da Silva, pelo carinho e incentivo em todos os momentos que possibilitaram meu crescimento pessoal, onde sempre se esforçaram para me proporcionar o melhor.

A minha família, como um todo, pela força e apoio imprescindível, além de preciosas orientações que funcionaram como verdadeiros pilares de cunho moral, resultando assim na pessoa que hoje sou.

A minha noiva, Danielly Cristiny, pelo seu companheirismo, atenção e amor, denunciados em todos os últimos momentos que passei.

## **Agradecimentos**

Ao meu Bom Deus e Eterno Senhor, que sempre esteve ao meu lado e nunca me desamparou nessa jornada acadêmica. Por ter providenciado condições oportunas, de maneira tal que hoje pudesse estar vivo, com saúde e felicidade por estar concluindo mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, Alex da Silva e Severina Francisca da Silva, incluindo todos da minha família, pelo conforto e confiança proporcionados até o presente momento e pela ajuda e incentivo, em todos os aspectos, recebidos com muito carinho e amor durante toda essa jornada escolhida a percorrer.

A minha noiva Danielly Cristiny, pelas palavras de ânimo e encorajamento que me deram forças e me alegraram nos momentos difíceis, de maneira que me sinto extremamente lisonjeado em tê-la junto a mim e de ter dividido todo esse tempo ao seu lado.

Aos colegas de curso, pela determinação e esmero na coletiva busca pelo conhecimento, que foram mui importantes além dos agradáveis momentos de descontração.

A todos os professores do Departamento de Computação da UEPB por contribuírem com a formação acadêmica necessária para a conclusão do curso de Licenciatura em Computação.

A minha professora e orientadora Filomena Moita, assim como o grupo de pesquisa TDAC, do qual é coordenadora, pela valiosa contribuição no desenvolvimento da minha vida acadêmica e profissional, além de seus conselhos e incentivos aos estudos.

## Resumo

Com a crescente evolução tecnológica, o computador se tornou uma ferramenta bastante expressiva no contexto social, inclusive no ambiente escolar, aonde tem proporcionado importantes resultados ao processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, é imprescindível a constante atualização de tecnologias que aprimorem esse processo oportunizando maior realismo e motivação, para o alunado, a partir de interações tangíveis. A tecnologia de Realidade Aumentada destaca-se, nesse contexto, na medida em que potencializa o ambiente real do usuário, misturando-o com objetos virtuais tridimensionais estáticos e animados, que podem ser manipulados a partir de um marcador apresentado na frente do webcam de um computador. É importante a atenção para essa nova tendência, pois a educação e a sala de aula podem se moldar em um espaço bastante diversificado e atrativo para o alunado, principalmente ao abordar conteúdos de Física, que atualmente tem apontado como “disciplina repúdio”. Dessa forma, o presente trabalho visa abordar as potencialidades dessa emergente tecnologia na educação descrevendo suas características e peculiaridades que podem trazer resultados significantes ao aprendizado dos alunos, inclusive dos conceitos físicos. Para obtenção de dados para análise, foi realizado por estudantes de pós-graduação da UEPB, uma avaliação do *software* SimuLAR, o qual foi desenvolvido por alunos do curso de Computação da própria instituição.

**Palavras-chave:** Realidade aumentada, Tecnologia e Educação, Física.

## Abstract

With the increasing technology development, computers have become significant tools in the society. This is especially true in schools, where they are used for teaching and learning. It is therefore essential to update technologies that make the learning experience more realistic and motivate students through tangible interactions. The Augmented Reality Technology stands out as a promising technology in the education sector. It enhances the user's real environment, mixing it with dimensionally static and animated virtual objects which can be manipulated using a bullet lodged in front of a computer webcam. With this new trend, the classroom and education at large can be modeled into highly diversified and attractive area for students. This technology would primarily address challenging subjects like physics, which is currently referred to as a "repudiation discipline". This study aims to address the potential of this emerging technology in education, describing its characteristics and peculiarities that can bring significant results in learning. To obtain data for analysis, simulation software, which was developed by computer students of UEPB, was evaluated by graduate students from the same institution.

**Keywords:** Augmented Reality, Technology and Education, Physics.

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. CONTEXTUALIZANDO .....</b>	<b>13</b>
<b>3. METODOLOGIA INICIAL.....</b>	<b>17</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
4.1 Utilização de Mídias Digitais no Processo Educacional .....	18
4.2 A Utilização de Recursos Digitais no Ensino da Física .....	22
4.2.1 Motivação para o Aluno .....	25
4.3 Realidade Virtual e Aumentada.....	26
4.3.1 Conceitos e Definições .....	26
4.3.2 Fundamentos da Realidade Aumentada .....	29
4.3.3 Funcionamento Conceitual da RA .....	32
4.3.4 Potencialidades da Realidade Aumentada integrada à Educação .....	32
4.3.4.1 Construção do Letramento Visual e Interatividade .....	36
4.3.5 Softwares que Utilizam a RA no Âmbito Educacional .....	38
4.3.5.1 RA e Objetos de Aprendizagem no Ensino da Física (LATEC-UFRJ).....	39
4.3.5.2 Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância.....	40
4.3.5.3 LIRA.....	42
4.3.5.4 Realidade Aumentada e Eletromagnetismo.....	44
4.3.5.5 Aritmética .....	44
4.3.5.6 SimulAR.....	45
<b>5. DISCUSSÕES E AVALIAÇÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 01:</b> Exemplo de Aplicações com Realidade Aumentada.....	30
<b>Figura 02:</b> Etapas de funcionamento do FLARToolkit.....	32
<b>Figura 03:</b> Bola de tênis de mesa virtual com raquete real ao fundo .....	39
<b>Figura 04:</b> Movimento aplicado à Esfera Virtual.....	42
<b>Figura 05:</b> Usuário interagindo com o LIRA. ....	43
<b>Figura 06:</b> Realidade Aumentada e Eletromagnetismo.....	44
<b>Figura 07:</b> Exemplo de aplicação com o Aritmética .....	45
<b>Figura 08:</b> Execução de algumas simulações com o SimuLAR .....	46
<b>Figura 09:</b> Logomarca do <i>software</i> SimuLAR.....	47
<b>Figura 10:</b> Gráfico referente a alguns tópicos do 1º bloco do questionário ..	48
<b>Figura 11:</b> Gráfico referente a alguns tópicos do 2º bloco do questionário ..	51
<b>Figura 12:</b> Gráfico referente a alguns tópicos do 3º bloco do questionário ..	53

# 1. INTRODUÇÃO

A cada dia surgem desafios dos mais diversos tipos quando se trata de educação de qualidade. Sabemos a carência a qual a educação brasileira passa e que existem várias possibilidades dessas carências serem supridas.

As carências começam quando levadas em consideração a estrutura física e as instalações escolares. Escolas da rede pública, e às vezes até privadas, na escala municipal e estadual, deixam a desejar quando se trata de espaço. Salas apertadas, falta de espaço para atividades lúdicas e desportivas além de inexistência de laboratórios destinados às práticas científicas no campo da química e da física. As prioridades são das mais diversas e, na maioria dos casos, o investimento que deveria ser aplicado na construção e aquisição de material para um laboratório, é aplicado numa área de prioridade mais alta no momento em que se encontra a escola, como construção de refeitório; manutenção de instalações elétricas, higiênicas, etc.; revitalização do pátio externo; entre outras.

Sabe-se que o momento social que atualmente vivencia-se, tem passado por diversas mudanças em diferentes contextos, tendo sempre como órbita principal os meios tecnológicos que inovam constantemente. Segundo Porto (2006), “novas formas de pensar, de agir e de comunicar-se são introduzidas como hábitos corriqueiros. Nunca tivemos tantas alterações no cotidiano, mediadas por múltiplas e sofisticadas tecnologias” como temos atualmente. Dessa forma, torna-se imprescindível a presença das tecnologias digitais no contexto educacional, já que esta tem se tornado frequente no convívio familiar dos alunos.

A informática educativa, implantada com o objetivo de enriquecer as atividades curriculares ou extracurriculares, proporciona ao ensino um novo cenário comunicacional fortalecendo a cultura da participação efetiva do discente, baseada na interatividade e na co-criação do conhecimento (SILVA, 2001).

Para Rubba e Wiesenmayer (1988), a integração entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências representa uma tentativa de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e desenvolver ações responsáveis.

Neste contexto, a tecnologia de Realidade Aumentada aparece no cenário educacional como possível alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem. Algumas características dessa tecnologia a torna bastante significativa nesse contexto, podendo elencar: a interatividade e possibilidade de manutenção do interesse do aluno para com o objeto de estudo, recursos visuais lúdicos, baixo custo de implementação, maior autonomia do aluno quanto ao ritmo de aprendizagem, representação e manipulação tangível do conceito a ser trabalhado, além de outros pontos relevantes.

Esta tecnologia permite uma interface moderna e intuitiva, possibilitando ao usuário uma manipulação do computador de forma mais amigável e natural. As operações tangíveis de Realidade Aumentada, por exemplo, possibilitam que o usuário interaja com objetos virtuais utilizando as próprias mãos, ou por intermédio de um marcador, que em sua maioria são placas de papel, de forma semelhante à interação com objetos reais.

Segundo Cavalcante, Bonizzia e Gomes (2009), a aquisição de conhecimento torna-se mais eficiente e agradável quando a real visualização do caso é possível, ou seja, de maneira prática, o teórico é aplicado e os resultados, que antes eram obtidos no papel, podem ser visualizados por meio de movimentos, sensações e imagens. Sendo assim, a Realidade Aumentada encaixa-se adequadamente nessa perspectiva, surgindo no contexto educacional como uma ferramenta capaz de suprir carências e necessidades relacionadas a alguns âmbitos, que posteriormente serão destacadas com maior propriedade.

Dessa forma, esta monografia apresenta um estudo teórico sobre as potencialidades do uso da tecnologia de Realidade Aumentada como recurso auxiliador no processo ensino e aprendizagem, dando maior ênfase à conteúdos da área de Física, investigando a importância pedagógica da utilização de recursos multimidiáticos, mais precisamente da tecnologia supracitada, no contexto

educacional tomando por objeto base do estudo o *software* SimuLAR, desenvolvido por alunos do curso de Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba.

Como objetivos específicos desse trabalho, busca-se compreender a importância da utilização das mídias digitais no processo educacional, além de apresentar as características da Realidade Aumentada que a torna uma linha de pesquisa de bastante interesse na atualidade. Também é objetivo da presente pesquisa, apresentar o uso dessa tecnologia como recurso complementar aos estudos do alunado e investigar sobre as potencialidades pedagógicas do SimuLAR na atuação do ensino de Física, mais precisamente de conceitos de Queda Livre e de Lançamento de Projeteis.

O presente trabalho está dividido em 6 (seis) tópicos gerais, além da introdução, sendo eles descritos sucintamente e organizados da seguinte forma: no primeiro momento é explanado uma contextualização geral sobre o tema proposto pelo trabalho em questão, abordando os principais fatores e motivos que desencadearam a pesquisa; logo após é apresentado a metodologia adotada na construção do trabalho, com suas principais etapas; no terceiro momento é descrito o arcabouço teórico que se fez presente durante toda a pesquisa desenvolvendo, através das principais fontes teóricas da área da pesquisa, a base conceitual que fundamentou o trabalho realizado; dando continuidade, é apresentado os dados referentes a avaliação realizada com um dos *softwares* abordados na fundamentação teórica como exemplo de trabalhos correlatos na área da pesquisa, além de uma breve análise e discussão sobre os mesmos; por fim, tem-se as conclusões obtidas através do estudo sobre as potencialidades da inserção da Realidade Aumentada no contexto educacional, seguidos pelas referências que embasaram a pesquisa.

## 2. CONTEXTUALIZANDO

Ensinar Física é um desafio permanente enfrentado pelos professores, os quais tentam, através de diversas metodologias, despertar o interesse dos alunos para que o processo de ensino-aprendizagem se dê de maneira significativa. Portanto, vários métodos, estratégias e propostas vêm sendo adotadas para que haja um real envolvimento do aprendiz com seus estudos, objetivando assim alcançar um desenvolvimento cognitivo satisfatório.

O ensino da Física é um processo de descoberta do mundo natural e de suas propriedades, uma apropriação desse mundo através de uma linguagem que nós, humanos, podemos compreender. Seu estudo vem para ajudar a conhecer e melhor compreender o ambiente no qual estamos inseridos e o mundo tecnológico que vive em constante mudança ao nosso redor. Grande parte dos seus princípios é de considerável importância para o entendimento de fenômenos que ocorrem no cotidiano, podendo proporcionar ao aluno, através de situações reais e concretas, um olhar mais atento para a ciência (GLEISER, 2000).

De acordo com essa importância educacional do estudo da Física no cotidiano das pessoas, os resultados com o estudo e conhecimento dessa área das ciências exatas deveriam divergir dos que atualmente são obtidos. Os alunos deveriam compreender esse estudo como uma construção humana, tendo experiências claras com os métodos utilizados para a produção de novos conhecimentos e sempre relacionando o desenvolvimento científico com as transformações ocorridas na sociedade.

Curiosamente, esses princípios, em sua maioria, não vêm sendo alcançados. Os motivos são dos mais diversos, variando muito de realidade para realidade: escolas que não dispõem de salas especiais de laboratório ou instrumentos e mesas para experiências; falta de recursos para compra de objetos compatíveis; quando a escola possui o laboratório, muitas das vezes ele encontra-se fechado e sem

manutenção; muitos professores até se dispõem a enfrentar a falta de recursos, mas acabam tendo que improvisar nas aulas de demonstrações com materiais caseiros; entre outros.

Porém é um equívoco acreditar que as atividades práticas necessitam de um ambiente dotado de instrumentos especiais para a realização de trabalhos experimentais. Estes podem ser desenvolvidos sem a necessidade de equipamentos ou aparelhos sofisticados, tendo como um recurso auxiliar os meios digitais, como por exemplo a Realidade Aumentada, que pode ser desenvolvida sem gastos onerosos e que tem um ótimo custo/benefício.

Sabe-se que o desenvolvimento tecnológico nas últimas décadas tem facilitado o nosso cotidiano de diversas formas. Sistemas computacionais e equipamentos tecnológicos estão presentes em grande parte dos lugares em que vivemos, além do fato que o interesse dos mais jovens pelas constantes inovações tecnológicas só tem crescido. Logo, com todo esse aparato tecnológico que nos rodeia, o ensino de conceitos físicos no século XXI se tornou uma atividade prazerosa e significativa, já que muitas dessas tecnologias estão de alguma forma interligada com a Física.

Além da ausência de aulas práticas no currículo do ensino de Física, outro fator de contribuição para o rendimento insatisfatório dos discentes nessa área é a falta de interesse pela disciplina. Percebe-se que grande parte dos alunos encontra-se desmotivados, sem encontrar um real objetivo e instigação para a produção intelectual (BZUNECK, 2001). Dentre alguns fatores para tal realidade destaca-se a falta de metodologias inovadoras para o processo ensino/aprendizagem, como também a falta de atrativos para o convívio escolar (ASSMANN, 1998). O livro e a lousa já não despertam a atenção do alunado.

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 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. O

ensino de Física necessita de novos recursos didáticos, que tornem as aulas mais motivadoras possibilitando autodescoberta e a assimilação.

Com o advento da aplicação de Novas Tecnologias no ensino de ciências, em particular na Física, acredita-se que fazendo uso da ferramenta computacional como mais um meio de mediar a transmissão de conhecimento, e não como um fim em si, o aprendizado dos estudantes pode ser incrementado de maneira sensível, ou seja, pode de fato melhorar a assimilação do conhecimento por parte dos alunos (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003).

Outra questão importante a se considerar é a falta de um desenvolvimento cognitivo equilibrado entre os envolvidos. Sabe-se que alguns alunos têm maior facilidade de abstração do que outros e por isso se diferencia dos demais nesse aspecto de facilidade na assimilação de conteúdos. Portanto, essa característica tem feito, muitas das vezes, com que o alunado acabe não acompanhando de maneira unívoca e linear os conceitos abordados em sala de aula ou passados pelo professor, dando assim a ideia de disparidade entre a turma e proporcionando em alguns alunos o sentimento de incapacidade e de inferioridade frente aqueles colegas que detém essa facilidade.

Uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contra intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da Física com a vida real (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003).

Como a Realidade Aumentada oferece visualização 3D e permite a inserção de sons e objetos dinâmicos no mundo real, esta tem se apresentado como uma ferramenta poderosa para o processo de ensino-aprendizagem e proporciona ao aluno um elevado grau de abstração, sendo superior, neste aspecto, às demais mídias. 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.

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: um *webcam*, um computador e um monitor. 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.

Observando algumas das deficiências no ensino de Física, despertou-se o interesse na investigação de alguma ferramenta prática e de baixo custo de implementação que viabilizasse a maior parte dos já elencados. Nessa abordagem, a utilização da Realidade Aumentada pode oferecer informações mais ricas de significado e significância, facilitando assim a relação do que está sendo estudado com os saberes próximos do cotidiano do alunado sendo estes visualizados de uma maneira inovadora e bastante interativa e atrativa.

Como a usabilidade dessa tecnologia tem a característica de fazer com que o usuário possa compreender de uma forma muito mais confortável os conceitos abstratos, torna-se bastante motivador a reflexão sobre os potenciais dessa tecnologia no âmbito educacional.

### 3. METODOLOGIA

A monografia em questão tomou como base para construção e desenvolvimento dos ideais aqui propostos, três aspectos ou momentos gerais, que estão descritos sucintamente da seguinte forma:

- Inicialmente foi realizada uma pesquisa sistemática sobre a tecnologia de Realidade Aumentada num âmbito geral, tentando compreender as características, propostas e a importância de tal contexto tecnológico na atualidade;
- Dando seguimento, foi realizada uma apresentação e análise crítica de alguns *software* e projetos que envolvem tal tecnologia na abordagem educacional, mais precisamente os trabalhos voltados ao ensino na área das ciências exatas do contexto nacional;
- E, pra finalizar, foi realizada uma pesquisa de avaliação do *software* SimulAR, visando identificar as possíveis contribuições do aplicativo na área e público alvo que o mesmo se direciona. Essa avaliação foi realizada com alunos de pós-graduação da UEPB e serviram para obtenção e análise de dados.

Para o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Computação pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), foi realizada uma pesquisa que perdurou durante um período de 15 meses, onde teve início na construção de um projeto de iniciação científica, incentivado pela Pró-Reitoria de Pós Graduação e Iniciação Científica da mesma instituição de ensino superior já elencado anteriormente, e desenvolvido durante tal programa.

## **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Nesta seção, apresenta-se o embasamento teórico necessário à realização da pesquisa, assim como os conceitos fundamentais para o entendimento da tecnologia de Realidade Aumentada e como esta atua no contexto educacional hodierno, abrangendo suas implicações e possíveis melhorias na Educação.

### **4.1 Utilização de Mídias Digitais no Processo Educacional**

O uso das novas tecnologias digitais no ensino tem sido objeto de estudo em todas as áreas do conhecimento. Nas últimas décadas os avanços no uso dessas tecnologias foram surpreendentes tendo em vista que os computadores ganharam altos índices de desempenho e com capacidade de armazenamento cada vez maior. Todos esses avanços nos mostram que o computador pode ser uma ferramenta de valor inestimável para o aprendizado, além de ter a funcionalidade de estimular e despertar a criatividade do alunado (CAVALCANTE, BONIZZIA & GOMES, 2009).

Na educação, as tecnologias da informação e da comunicação ampliam o campo das possibilidades da busca do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento das capacidades criativas dos próprios estudantes, os quais se tornam ativos e construtores de saberes, auxiliando-o na aprendizagem tanto nos níveis de ensino fundamental como também nos mais avançados (FANTINI, COSTA & MELO, 2011).

Tornar evidente a presença das tecnologias digitais nos processos de aprendizagem requer uma nova forma de estruturar e significar as palavras “conhecer”, “aprender” e “criar”. Segundo Lima e Capitão (2003), a necessidade de mudança de paradigma no sistema de ensino e aprendizagem implica em um novo

olhar no processo de ensinar, dando ênfase à apresentação de conteúdos de leitura fácil, concisos e atrativos, recorrendo à interatividade através de imagens, vídeos, sons, etc.

Segundo Palhares, Silva e Rosa (2005, p.05) “A informação como matéria-prima das novas tecnologias, é parte integrante de toda atividade humana e todos os processos da existência individual ou coletiva são moldados pelos novos meios tecnológicos”. Dessa forma, a construção do conhecimento, que anteriormente estava centrada primordialmente na razão, passa por uma fase de reformulação, onde as tecnologias digitais têm favorecido novas interações e o surgimento de novas formas de aprender fundamentadas muito mais nos sentidos e emoções.

O que constitui conhecimento não é apenas uma simples associação entre objetos, mas a assimilação dos objetos aos esquemas do indivíduo. O conhecimento neste sentido não pode ser visto como uma simples cópia interior do sujeito sobre os objetos ou dos acontecimentos, mas como a construção ou transformação desses objetos e acontecimentos. O conhecimento se dá fundamentalmente no processo de interação, de comunicação (VILARES & SILVA, 2006, p. 280).

A incorporação da tecnologia ao processo educacional, torna possível a oportunidade de se implementar um novo paradigma pedagógico, onde a ferramenta tem potencial para produzir novas e ricas situações de aprendizagem contemplando os seguintes aspectos (CARDOSO, 2003):

- A possibilidade dos aprendizes passarem a atuar ativamente do seu processo de aprendizado, ou seja, de passarem a ser os escritores e editores do seu conhecimento;
- O aprendizado da autonomia e da cooperação;
- A promoção da inteligência, e dos processos meta-reflexivos indispensáveis ao surgimento da autonomia e do pensamento de análise e síntese, interferindo, portanto, nas relações de poder existentes nos lugares em que é adequadamente utilizada.
- A habilidade de lidar com sistemas simbólicos e formais de alto nível de sofisticação.

Nesta perspectiva, o computador passa a ser um dos agentes fundamentais para o aumento do potencial cognitivo do alunado, não apenas sob o olhar de aquisição de conhecimentos (conteúdo), mas também do ponto de vista da construção de estruturas cognitivas (forma) mais abrangentes e solidificadas. De acordo com Papert (1994), é preciso ver as pessoas como construtores ativos de suas próprias estruturas intelectuais, construtores que buscam os modelos e metáforas que servem de material para sua obra na cultura que os rodeia. Os estágios de meta-reflexão, necessários para o desenvolvimento da consciência crítica, da autonomia, da capacidade de cooperação, do estabelecimento do diálogo, entre outros, são então incentivados pelo uso das novas tecnologias.

O aumento do potencial cognitivo como a construção e solidificação das estruturas cognitivas é possibilitado pela vasta gama de informações e complexidades que as novas tecnologias ocasionam. O uso desse aparato tecnológico como ferramenta auxiliar no processo educativo, pode servir como elemento de aprendizagem, gerando novos saberes e conhecimentos científicos, como também espaço de socialização para o alunado (PORTO, 2006).

Dentre muitas características peculiares às novas tecnologias digitais presentes como ferramenta auxiliar no processo educativo, cabem aqui ressaltar algumas vantagens significativas desta utilização no seio escolar:

- *Rapidez*: a rapidez com que são disponibilizadas e processadas as informações tem se concretizado como uma característica marcante dessas tecnologias, e isso têm feito com que os jovens alunos tenham um comportamento intelectual e apego afetivo mais próximo das tecnologias. As múltiplas linguagens e as intencionalidades na resposta dos sentidos, tem despertado os alunos a uma dimensão lúdica que valoriza as suas habilidades. Tudo isso acontece de forma muito rápida, mas capaz de ser acompanhada pelos alunos, já que estes fazem parte de uma geração onde a velocidade atua de maneira predominante.
- *Interatividade*: para Gutiérrez Martín (2002), as novas mídias digitais são quase humanos, já que cada vez mais torna possível uma relação aproximada de comunicação participativa entre os indivíduos. Essa relação

interativa com os meios permite ao usuário assumir o papel de sujeito ativo, ocasionando a exploração de novos caminhos, além de criar e experimentar novas possibilidades. Levando em consideração a realidade escolar ainda em defasagem com essas mídias, tais fatos ainda não são possíveis, visto que, geralmente, a escola tem preparado os alunos para lerem símbolos (palavras e frases) em textos escritos, sem a consideração de outras linguagens possíveis pelas mídias digitais. A educação ainda age em detrimento às exigências curriculares.

- *Hipertextualidade*: essa característica amplia as possibilidades de interatividade e intertextualidade, trazendo mais do que um emaranhado de textos que se interconectam através das mídias digitais. Em tese, esse princípio tem como base a não linearidade predefinida de uma determinada informação. Essa característica multilinear cria um espaço para o exercício da autonomia, valorizando um processo de construção de sentido por meio das palavras, imagens, sons e outros símbolos, a partir das escolhas e intervenções que realiza sobre o ambiente (CORREIA DIAS, FONTINELES & MOURA, 2006). Isso faz com que o usuário tenha diferentes opções de escolha, atuando como um sujeito em busca da complexidade de caminhos que, na maioria das vezes, não é usual dos processos escolares. Com essa particularidade, a educação possibilita ações de decisão ao estudante, sendo o responsável pela seleção e produção de informações.
- *Realidade Virtual*: De acordo com Lévy (2000), o virtual é o que existe em potência, e não em ato. Enquanto a realidade pressupõe uma presença tangível, o virtual é um “passe de mágica misterioso”, sendo apenas dois modos diferentes da realidade. A interação com as mídias digitais é uma atividade lúdica com amplo sentido, que permite construção e desenvolvimento de habilidades cognoscitivas, apesar dos sujeitos não terem consciência disso. Segundo Quiroz e Tealdo (1996 *apud* PORTO, 2006) a realidade virtual serve para desenvolver a inteligência, e exercitar o pensamento simbólico, a assimilação e a acomodação. Através do contato com as novas tecnologias, a busca por informações são transformadas, posteriormente, em valores e conceitos significativos ao seu universo. Dessa

forma, o prazer na aprendizagem pode ser obtido com modernas tecnologias, pois estas respondem aos anseios imaginários dos estudantes e propiciam vivências criativas para o contexto deles, assim como nos primeiros anos escolares, a fantasia das histórias vividas/contadas despertavam o conhecimento informal do cotidiano.

## **4.2 A Utilização de Recursos Digitais no Ensino da Física**

Com a evolução da tecnologia, e conseqüentemente dos computadores, a sociedade tem vivido constantemente os impactos desses avanços e o professor tem o importante papel de contribuir para a disseminação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC'S), como instrumento intermediador dessas tecnologias no ensino.

Oliveira & Fisher (2007) *apud* Moran (2000) ressaltam que o uso das tecnologias de informação e comunicação na educação podem proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor-aluno mais aberta e interativa. E a escola não pode ficar alheia a essa realidade, ela precisa criar condições para que seus alunos e professores convivam com as tecnologias existentes dentro da escola, para que eles possam atuar como cidadãos participantes dentro e fora do contexto educacional.

Ainda dentro deste contexto, Moita (2007) afirma:

As sociedades contemporâneas têm grandes desafios a enfrentar pelo fato do conhecimento ter se tornado o centro dos processos de transformação social, conseqüentemente, a educação assume, neste contexto, um importante papel para além da reprodução e promoção social. Aliada as tecnologias à educação tenta enfrentar estes desafios quando utiliza alternativas importantes para o processo de reflexão e (re) leituras das diferentes formas de conhecimento que são disseminados pelas novas tecnologias da informação (TIC's) como são chamadas (MOITA, 2007, p.86).

Portanto, a educação para o século XXI não deve se restringir apenas a uma mera transmissão de conhecimentos, mas valorizar as habilidades de aprender a aprender, alargando os horizontes, e o desenvolvimento dos professores (MOITA 2007, *apud* HOPKINS, 2003).

Os conteúdos de Física para os alunos do ensino médio são considerados em sua maioria de difícil compreensão. Parte desta dificuldade se deve principalmente pelo fato destes alunos não apresentarem requisitos necessários no domínio da matemática utilizada. Para Veit e Teodoro (2002), a física representa, na maioria das vezes, para os estudantes, uma disciplina muito difícil na qual é necessário decorar fórmulas onde as origens e finalidades são desconhecidas. Então, ao se introduzir a RA no ensino da física, isso poderá ser desmistificado, possibilitando uma melhor compreensão do seu conteúdo, vindo a contribuir para o desenvolvimento cognitivo em geral, já que para o ensino desses conteúdos, será apresentada uma nova forma de abordagem, uma inovação, despertando maior interesse, aguçando a curiosidade dos alunos e proporcionando maior abstração do conteúdo por parte deles, haja vista a grande utilização de recursos visuais dinâmicos que facilitam a compreensão dos conceitos realmente envolvidos em determinada temática.

Uma das grandes vantagens de aplicação dos computadores no ensino de Física é que muito frequentemente os assuntos estudados têm uma natureza dinâmica, onde a evolução temporal das grandezas físicas vistas pelos estudantes em animações ou simulações podem melhorar o aprendizado dos mesmos. A observação simultânea do experimento real e de sua interpretação em um computador pode melhorar a absorção dos conceitos fundamentais do assunto lecionado aos alunos (KELLY, 1996).

Muitos pesquisadores vêm dedicando seus estudos para a área do ensino de Física, no sentido de se descobrir o porquê do fracasso escolar nas ciências exatas, bem como as dificuldades no ensino em Física, mas na verdade, o que se falta é uma maior aplicabilidade dos resultados dessas pesquisas.

Segundo Cavalcante, Bonizzia & Gomes (2009, p. 4501-2),

Apesar desta grande revolução tecnológica, as salas de aula da grande maioria das escolas brasileiras ainda estão bem distantes deste universo e

o ensino de física ainda continua desconhecido deste mundo tão fascinante que nos cerca. Os recursos computacionais quando utilizados, em geral se restringem no uso de editoração de textos, planilhas de cálculo e internet para pesquisa de trabalhos escolares.

Para Veit e Teodoro (2002), as mudanças nas escolas ocorrem muito lentamente e isso se deve muitas vezes a questões curriculares, onde geralmente dão ênfase a uma aprendizagem mecânica, e isso só poderá ser modificado, se as escolas tiverem acesso a novas visões de aprendizagem e a novas ferramentas educacionais. Essas ferramentas devem ser utilizadas não só para que possibilitem um suporte à aprendizagem conceitual significativa, mas que também sejam comuns e fáceis de utilizar como o papel e o lápis.

Para alterar essa realidade, faz-se necessário a utilização, por parte do professor, de novas interfaces que possam colaborar na resolução desta limitação, bem como professores preparados e equipamentos acessíveis. Interface é um termo que, na informática e na *cibercultura*, ganha sentido de dispositivo para encontro de duas faces em atitude comunicacional, dialógica ou polifônica (MOITA *et al*, 2007).

Dentre os diversos usos do computador como recurso didático, o uso de simulações tem se concretizado como uma atividade de destaque, já que se torna possível uma maior interatividade dos alunos com o determinado modelo físico que se pretende abordar.

No ensino de Física tem, dentre outros, o objetivo de ilustrar e questionar sobre conceitos e modelos físicos. Assim, a modelagem computacional constitui um recurso didático no ensino de Física de atualização e enriquecimento às atividades de ensino (FIGUEIRA, 2005).

Pode-se destacar várias contribuições ao processo de ensino e aprendizagem acarretadas ou ocasionadas por atividades de simulações realizadas em um computador. Como principais ou de forte expressão dentro da temática exposta, tem-se:

- Possibilidade de participação ativa dos alunos: sistemas interativos exigem respostas e tomadas de decisões, fazendo com que o aluno construa seu próprio conhecimento;
- Condições favoráveis à visualização gráfica de elementos sutis do modelo teórico;
- Interpretação de modelos físicos: ao utilizar laboratórios virtuais e testar hipóteses, obtendo previsões sobre esses sistemas, o aluno é capaz de refletir sobre os diferentes modelos teóricos.

#### **4.2.1 Motivação para o Aluno**

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 (MOITA, RODRIGUES & SILVA, 2009).

De maneira lúdica e bem dinâmica, o aluno poderá ter a visualização de experimentos práticos através de recursos digitais oferecidos pelo uso do computador, o qual poderá ser feito tanto no ambiente escolar, quanto em sua própria residência. Sendo assim, a aprendizagem se dará de uma maneira mais eficaz, pois será apoiada e fundamentada sobre o pilar da curiosidade por parte do alunado, já que o mesmo tende a se sentir atraído pelas inovações tecnológicas, desprendendo sempre maior atenção para o uso destas ferramentas, seja ela em qual temática for.

O ensino ministrado nas escolas deve acompanhar as tendências e o avanço da tecnologia. É corriqueiro perceber o interesse crescente dos jovens pela informática, jogos e internet, por exemplo, e a desmotivação pelas cadeiras escolares tradicionais. É por esta razão que a escola deve implantar em seu sistema pedagógico, novas didáticas como forma de estímulo para trazer de volta o estudante as suas cadeiras escolares, facilitando e tornando prazerosa a aprendizagem (CUNHA *et al*, 2008, p. 02).

Como a temática abordada aqui nesse projeto é voltada para a área educacional, onde o principal foco é de construir simulações condizentes a assuntos da Física apoiando-se na Teoria da Realidade Aumentada, a qual tem por fundamento a inserção de objetos virtuais no mundo real, a curiosidade do aluno será instigada de maneira muito mais enfática, por se tratar de uma abordagem ainda que inovadora no contexto proposto.

As características de recursos visuais e de poder participar e construir simulações em duas ou três dimensões tende em cativar o aluno em um ambiente informativo, dinâmico e modificável, aguçando a curiosidade do aluno de várias formas, incluindo a possibilidade de indagação e do levantamento de hipóteses.

Quanto mais curiosidade o aluno tiver por descobrir algo do recurso tecnológico usado, mais ficará atento ao conteúdo trabalhado percebendo assim as modificações do ambiente contribuindo, portanto, no seu processo de construção de conhecimentos.

## **4.3 Realidade Virtual e Aumentada**

### **4.3.1 Conceitos e Definições**

A Realidade Aumentada (RA) se firmou como uma fonte de pesquisa, com um considerável número de trabalhos e pesquisadores dedicados na área, no início da década de 90, mas o primeiro experimento na área foi realizado na década de 60

por Sutherland, onde o mesmo idealizou um capacete com visor transparente no qual foram apresentadas imagens 3D (AZUMA, 1997).

No final da década de 90 já despontavam os primeiros eventos na área, além de organizações voltadas para o tema já começarem a trabalhar. Na década de 60 não havia um poder computacional suficiente para a execução da computação gráfica interativa em tempo real, o que só foi possível a partir de 1990 quando o avanço tecnológico propiciou tais condições. Outro fato marcante e que ajudou muito na concretização desse tema foi a disponibilização, por parte da Universidade do Japão, da biblioteca *ARToolKit*<sup>1</sup>. Essa biblioteca auxilia o desenvolvimento rápido de aplicações de Realidade Aumentada.

Ao se falar de Realidade Aumentada, é inevitável diferenciá-la de Realidade Virtual (RV), já que aquela é um ramo ou subdivisão desta. Quando Caudell e Mizell (1992) aplicaram os conceitos de RV no auxílio à montagem de aviões, perceberam que as modificações realizadas no sistema alteravam os paradigmas iniciais de uma aplicação em RV. Perceberam, também, que, ao inserir objetos virtuais no campo de visão do usuário, a partir do uso de *head mounted display*<sup>2</sup> (HMD), fazendo com que o real e o virtual coexistissem, de forma que os objetos virtuais viessem a incrementar as informações observadas pelo usuário, estavam, na verdade, desenvolvendo uma aplicação do que chamaram de Realidade Aumentada. Para os autores, a RA era definida a partir das tecnologias que usavam para a implementação do sistema:

O acesso a esta tecnologia é habilitado pelo uso de head mounted display (see-thru), combinado com um sensor de posição da cabeça e sistema de registro da área de trabalho. Esta tecnologia é usada para 'aumentar' a área de visão do usuário, com informações necessárias à performance de determinado trabalho; por isso, nos referimos a esta tecnologia como 'realidade aumentada' (CAUDELL & MIZELL, 1992).

---

<sup>1</sup> Sistema que viabiliza o desenvolvimento de interfaces de Realidade Aumentada que emprega métodos de visão computacional para detectar marcadores na imagem capturada por uma câmera.

<sup>2</sup> Meio eletro-ótico compacto, montado no capacete de pilotos de aeronaves, usado para projetar dados ou cenas diretamente no campo de visão do piloto. Com ele é possível observar o ambiente externo e informações de voo com outros dados pertinentes, de maneira conjunta. Combinado com um rastreador de cabeça/capacete, as imagens mudam com a mudança da cabeça do piloto.

Para Neto (2004), o termo refere-se a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D, geradas em tempo real com auxílio de algum aparato tecnológico, sendo o mais sugestivo o computador. Já Alkstakalnis (citado em (VALLINO, 1998)) explicita que Realidade Virtual (RV) é, antes de mais nada, um ambiente tridimensional, interativo, o qual é gerado pelo computador colocando a pessoa num ambiente imersivo.

A realidade virtual surge então como uma nova geração de interface, na medida em que, usando representações tridimensionais mais próximas da realidade do usuário, permite romper a barreira da tela, além de possibilitar interações mais naturais (KIRNER & SISCOOTTO, 2007, p. 04).

A realidade virtual necessita de equipamentos especiais como capacete, luva, óculos estereoscópicos, etc., para fazer com que o usuário seja transportado para o ambiente imersivo. Esses aparatos nem sempre são acessíveis e desprendem um custo bastante significativo para tal realização.

Assim como acontece no que diz respeito à RV, existem distintas definições que são dadas, com o objetivo de sintetizar o conceito de Realidade Aumentada. Segue algumas definições e ideias de diferentes autores:

- Para Milgram e Kishino (1994), um dos primeiros a definir o termo, Realidade Aumentada é a mistura de mundos reais e virtuais, em algum ponto da realidade/virtualidade contínua, que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais;
- Segundo Azuma (1997), a RA é uma variação da RV, com a diferença de que, no caso da RV, o usuário é completamente imerso no ambiente virtual. Enquanto imerso, o usuário não pode ver o mundo real à sua volta. Em contraste, a RA permite ao usuário ver o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou combinados ao mundo real. Assim, a RA deve suplementar a realidade, ao invés de substituí-la completamente;
- Para Insley (2003), a RA é uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador. O mundo virtual pode variar na complexidade, desde objetos simples como textos, sons e imagens, até objetos virtuais complexos com aparência de objetos reais;

- Sherman e Craig (2003) definem a RA como um tipo de Realidade Virtual, na qual objetos sintéticos (virtuais) são desenhados nos objetos reais ou sobrepostos a eles. Os autores ressaltam ainda que, esta tecnologia é usada, normalmente, para fazer com que informações imperceptíveis se tornem perceptíveis aos usuários;
- Ma e Choi (2007), por sua vez, definem a Realidade Aumentada a partir da comparação com a Realidade Virtual em diferentes pontos e aspectos, sendo os mais significativos o nível de imersão e o grau de liberdade de movimentos da interação do usuário com a tecnologia;
- Para Kirner e Kirner (2007), a RA é definida pela inserção de objetos virtuais no ambiente físico e mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais.

Apesar das diversas definições apresentadas anteriormente, numa análise mais ampla, observamos que todos os autores têm em comum a observância de que a RA trata do mundo real como ponto de partida para uma experiência, a qual leva o usuário a experimentar o mundo virtual.

A maior diferença entre os dois conceitos de realidade discutidos até aqui está em como a interface é apresentada ao usuário. Enquanto a RV tem, como premissa, a necessidade de levar o usuário ao ambiente virtual e fazer com que, nesse novo mundo virtual ele interaja com os objetos programados e passe a perceber este ambiente como seu próprio mundo, a RA prevê que não seja retirada do usuário a consciência de que ele está em seu ambiente real, mas acrescenta ao seu ambiente, os objetos tridimensionais necessários para que a interação ocorra (BIMBER, 2004 *apud* TORI, KIRNER & SISCOOTTO, 2006).

#### **4.3.2 Fundamentos da Realidade Aumentada**

O avanço da multimídia e das inovações tecnológicas na realidade virtual, proporcionado pela maior potência dos computadores, permitiu a integração de

vídeo e ambientes virtuais interativos, em tempo real. Dessa forma, novas interfaces multimodais estão sendo desenvolvidas para facilitar a manipulação de objetos virtuais no espaço do usuário, usando as mãos ou dispositivos mais simples de interação como marcadores, luvas ou objetos pré-definidos.

A realidade aumentada, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares permitindo assim a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação.



**Figura 01: Exemplo de Aplicações com Realidade Aumentada.**

**Fonte:** (TORI, KIRNER & SISCOUTO, 2006).

Dessa forma, a RA surgiu como uma melhoria da RV, no que diz respeito ao aparato tecnológico 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 bem mais fáceis e naturais para o usuário, sem a necessidade do uso de equipamentos especiais (TORI, KIRNER & SISCOUTO, 2006).

Para Ma e Choi (2007), um dos pontos marcantes e diferenciais entre RV e RA é o nível de imersão, onde na RV é muito maior pelo fato do usuário ter de ser totalmente transportado para o ambiente virtual, enquanto, na RA, o ambiente real é que é incrementado por objetos virtuais, e também no grau de liberdade de movimentos, já que na RA, o usuário pode ter maior liberdade de locomoção e movimentação, proporcionadas pela própria característica da tecnologia, que utiliza

bem menos dispositivos especiais que a RV, onde o usuário experimenta o mundo virtual normalmente limitando-se ao espaço de uma sala, onde os aparelhos necessários para a simulação devem estar todos instalados.

Observando-se este fato e, de acordo com a definição de um sistema de RA apresentado por Azuma (1997), podemos inferir que a concretização de um sistema de RA é possível com a utilização de dispositivos simples. Um sistema de RA pode ser completamente configurado, fazendo-se uso de apenas um computador, com os *softwares* específicos para a materialização dessa tecnologia, um *webcam* e os marcadores pré-determinados para decodificação das imagens. Vale ressaltar ainda que, para o autor em questão, um sistema para ser considerado como um sistema de Realidade Aumentada deve apresentar as seguintes características:

- Combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
- Possibilitar interatividade em tempo real;
- Alinha objetos reais e virtuais entre si;
- Apresentar registro espacial em três dimensões (3D).

A realidade aumentada envolve três aspectos bastante importantes: renderização de alta qualidade do mundo combinado; calibração precisa, envolvendo o alinhamento dos virtuais em posição e orientação dentro do mundo real; interação em tempo real entre objetos reais e virtuais. O ambiente gerado por essa tecnologia utiliza recursos de multimídia, incluindo imagem e som de alta qualidade, e recursos de realidade virtual, incluindo a geração de imagens dos objetos virtuais e a interação em tempo real.

Assim, a plataforma computacional, para esse ambiente, deve apresentar as características apropriadas para multimídia e realidade virtual, tais como: capacidade de processamento e transferência de mídia (imagem, som, etc.); capacidade de processamento gráfico 3D; e interação em tempo real. Atualmente, os computadores preparados para processar jogos apresentam essas características.

### 4.3.3 Funcionamento Conceitual da RA

Os princípios básicos do funcionamento de uma aplicação fundamentada na tecnologia de RA, em linhas gerais são bastante simples e pode se resumir da seguinte forma: 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 cadastrados 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 ocorrendo assim a exibição da respectiva imagem ou animação pré-programada (FORTE, 2009).

Na figura abaixo (Fig. 02) temos uma melhor compreensão das etapas descritas acima.

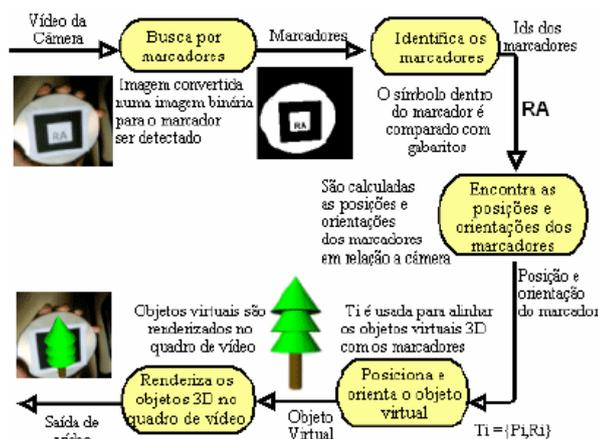


Figura 02: Etapas de funcionamento do FLARToolkit.

Fonte: (SISCOUITTO & COSTA, 2008).

### 4.3.4 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 impressionantes, que dentre elas vale ressaltar: 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 exemplo pode citar o ensino das disciplinas da área de exatas, que exigem recursos visuais e gráficos em vários conteúdos, e que com o uso dessa tecnologia pode obter maior qualidade e interesse por parte dos alunos, pelo fato do aluno obter maior facilidade de abstração dos conteúdos e até dos experimentos exemplificados durante as aulas.

Alguns alunos têm maior facilidade de abstração do que outros e chega a ter uma maior facilidade na assimilação de certos conteúdos, já que abstração, em linhas gerais, pode ser definido como a capacidade de poder visualizar um determinado experimento, objeto ou imagem, de maneira bastante particular, ou seja, só no seu cérebro. 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 assim a idéia de disparidade entre a turma e proporcionando em alguns alunos o ideal de inferioridade frente aqueles colegas que detém essa habilidade.

Sabendo que a RA oferece visualização 3D e permite a inserção de sons e objetos dinâmicos no mundo real, concluímos que esta é uma ferramenta poderosa para o processo de ensino-aprendizagem e proporciona ao aluno um elevado grau de abstração, sendo superior, neste aspecto, às demais mídias.

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 possui, 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 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 na escola o aluno se 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, dito que o mesmo já nasceu em uma sociedade informatizada, onde meios informatizados, computadores e redes sociais têm 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 & 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. 02).

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

No que se refere ao custo, a Realidade Aumentada pode ser implementada por um baixo custo, pois não necessita de aparatos tecnológicos robustos. Precisa-se apenas de um *webcam* instalado em um computador executando um *software* que, através de técnicas de visão computacional e processamento de imagens, mistura a cena do ambiente real, capturada pelo *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.

#### **4.3.4.1 Construção do Letramento Visual e Interatividade**

Para que o uso de uma ferramenta computacional que faz uso de recursos de visualização atenda aos objetivos propostos de maneira satisfatoriamente quanto aos resultados de aprendizagem, é preciso antes se fazer presente, no conhecimento do aluno, os significados agregados à linguagem visual utilizada no momento. Os significados agregados se concretizam, muitas das vezes, como sendo o contato prévio dos alunos com o conteúdo abordado, em sua maioria, através de mídias impressas ou de idealizações mentais da explanação do professor em sala de aula.

Tais significados antecessores são aperfeiçoados através do uso dos recursos digitais de visualização, que devido às características de ludicidade e interatividade, proporcionam um maior nível de compreensão do conteúdo proposto graças a riqueza de detalhes possíveis de se representar através dos recursos multimidiáticos, principalmente a RA.

Ao utilizar a Realidade Aumentada no processo de ensino e aprendizagem e observar os resultados, entende-se que uma "habilidade visual" prévia é fundamental para que bons resultados sejam obtidos. Além disso, com o frequente uso da RA, essa habilidade visual vai sendo desenvolvida e acentuadamente aperfeiçoada, permitindo que o aluno interaja com ambientes visuais cada vez mais complexos. Sendo assim, a aplicação de recursos visuais no processo de ensino e aprendizagem possibilita a construção do chamado letramento visual, que, em suma, está relacionado à capacidade do estudante extrapolar aquilo que ele já aprendeu e aplicar o seu conhecimento em novas situações.

É importante destacar que o processo de utilização dos recursos visuais tecnológico-digitais nas aulas diferencia-se dos materiais instrucionais impressos no sentido de que as imagens (estáticas ou em movimento) constituem a principal linguagem utilizada, e não há predominância de texto explicativo na tela, valorizando assim a ludicidade e a interatividade.

O uso da interatividade busca a participação ativa do aluno no processo de construção de significados, criando situações que permitam desde a identificação do

conhecimento prévio do aluno até a discussão das hipóteses apresentadas em relação aos modelos em estudo. Neste processo abre-se espaço para uma aprendizagem não-litera e não-arbitrária do referido conteúdo, uma vez que o grupo de alunos é estimulado a assumir uma postura ativa através do levantamento de hipóteses, questionamentos e posicionamento frente ao grupo de professores ou alunos.

Os processos interativos podem ser diferenciados em duas categorias (SOUZA FILHO, 2010):

- *Interatividade Operacional*: quando o usuário tem em mãos o controle dos dispositivos de entrada do equipamento responsável pela interatividade (mouse ou teclado de um computador, por exemplo). Sendo assim, o usuário determina, individualmente ou em grupo, os valores dos parâmetros existentes no modelo apresentado, exhibe recursos quando achar necessário, efetua pausas, aumenta ou diminui a velocidade da simulação, finaliza ou recomeça a mesma.
- *Interatividade Cognitiva*: está relacionada ao envolvimento cognitivo do aprendiz com o modelo experimental dinâmico apresentado por meio do recurso multimidiático utilizado. Nessa classe de interatividade não é, em tese, relevante se o aluno está controlando ou não o equipamento e sim se está envolvido com as questões conceituais que estão sendo abordadas. Portanto, o aluno deve, nessa situação, interferir no processo propondo novas situações, mudanças nas variáveis, levantando hipóteses para explicação do fenômeno observado e discutindo com seus pares os dados ou situações observadas.

Se há interatividade operacional também há, em maior ou menor grau, interatividade cognitiva. Contudo, é possível haver interatividade cognitiva (elevada, inclusive) com nenhuma interatividade operacional. A realidade aumentada está mais relacionada com a interatividade cognitiva, já que não é preciso, obrigatoriamente, o manuseio do mouse ou teclado para que a simulação ocorra. Para a visualização do experimento, basta a utilização do marcador que o aluno irá

melhor posicioná-lo no campo de visão do *webcam*, e o *software* devidamente instalado no computador.

#### **4.3.5 Softwares que Utilizam a RA no Âmbito Educacional**

Sendo a realidade aumentada uma linha de pesquisa que consegue aliar componentes do mundo real com elementos virtuais gerados pelo computador, podemos destacar diversas pesquisas nas mais diferentes áreas do conhecimento com os mais variados fins. Conforme já foi explicitado em laudas anteriores, a educação não poderia ficar alheia à essa tecnologia tão favorável, tornando assim possível, atualmente, encontrar diversas aplicações educacionais com enfoque em RA nas áreas principalmente da bioengenharia, física, geologia e matemática.

A combinação de elementos virtuais com o ambiente real, a interatividade de permitir processamentos em tempo real além da melhor visualização que pode ser concebida em três dimensões, faz com que a cada dia essa realidade seja mais bem aceita, bem como desperta o interesse de pesquisas e projetos em diversas instituições, entidades ou organizações educacionais em nível nacional e internacional.

Sendo assim, pode ser citado os projetos que vem sendo desenvolvidos na LATEC – UFRJ<sup>3</sup> e na UNIMEP – UFOP - UFVJM<sup>4</sup>, além dos *softwares* LIRA, Realidade Aumentada e Eletromagnetismo, Aritmética e o SimulAR, sendo todos eles à nível nacional.

---

<sup>3</sup> Laboratório de Pesquisa em Tecnologias da Informação e da Comunicação – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

<sup>4</sup> Universidade Metodista de Piracicaba, Universidade Federal de Ouro Preto e Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

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

Tal pesquisa utilizou para o desenvolvimento o aplicativo Macromedia Director MX e suas extensões DART e Havok<sup>5</sup>. Para esse trabalho 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, já o segundo apresentou um ambiente de RA com as mesmas características do primeiro protótipo onde a principal diferença foi 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 03:** Bola de tênis de mesa virtual com raquete real ao fundo<sup>6</sup>.

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, foi pré-determinado

<sup>5</sup> DART e Havok são extensões do aplicativo de desenvolvimento de apresentações Macromedia Director MX.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>>. Acesso em 04 mai 2012.

que haveriam efeitos visuais e sonoros, resultando até 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 Havok.

O segundo protótipo o da “Raquete e Bola de Tênis de Mesa”, controlava em seu ambiente uma bola de tênis de mesa virtual por meio de uma raquete real onde estava fixado um marcador fiducial (Código QR) onde o DART podia verificar a posição da mesma. Para que o usuário interagisse da melhor forma possível foi adicionado o som da bola batendo na raquete sempre que o ocorria a colisão entre a raquete real e a bola virtual.

Foi percebida a ocorrência de problemas em ambos os protótipos, onde o principal problema foi o conflito entre o posicionamento do objeto em relação ao marcador por parte do Havok, onde a solução encontrada foi a de aumentar a massa da raquete e também ocorreu fato de que o Havok detectou várias colisões à partir do momento que a bola tocava na raquete.

Mas foi possível verificar que após o desenvolvimento dos protótipos, interatividade que a RA permite, propiciou a sensação de realidade em um ambiente virtual, onde várias simulações podem ser feitas.

#### **4.3.5.2 Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância**

Esse projeto trabalha com conceitos da física, mais especificamente o movimento circular e o lançamento de projéteis. O projeto da UNIMEP – UFOP - UFVJM teve como principal objetivo sanar as dificuldades no entendimento das equações e conceitos desses conteúdos, encontrados pelos alunos da modalidade à distância.

Para o projeto foi utilizada a linguagem denominada de VRML<sup>7</sup> além de programas como o Blender 3D, *software* de modelamento de imagens 3D, e a biblioteca<sup>8</sup> ARToolKit. Como recursos físicos foram utilizados computadores, *webcams* e marcadores feitos por pequenas placas de papel.

Segundo os pesquisadores do projeto, a RA vem tomando o cenário educacional atual devido principalmente ao mesmo não ser tão oneroso para o idealizador (a RA apenas enriquece o mundo real inserindo componentes virtuais), possibilitando a difusão do laboratório de RA como alternativa viável de suporte para cursos EaD.

Um dos melhores exemplos desenvolvidos é o LIRA, um livro didático da área de exatas que está cheio de 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* SACRA<sup>9</sup> 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 conforme demonstração na Figura 04. A aplicação consiste na entrada de dados em um sistema gerador de movimentos desenvolvido durante a pesquisa por meio da linguagem de programação C<sup>10</sup>. 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. As variáveis foram escolhidas a partir da expressão matemática que define o cálculo de pontos em uma circunferência que são  $x=(raio*\cos(angulo))$  e  $y=(raio*\sin(angulo))$ .

---

<sup>7</sup> *Virtual Reality Modeling Language*. Linguagem de programação responsável por criar mundos virtuais.

<sup>8</sup> Conjunto de rotinas de programação que podem ser incorporadas às linguagens de programação, seja para implementar determinada função ou para criar a interface entre o novo programa e o sistema operacional.

<sup>9</sup> SACRA (Sistema de Autoria em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada).

<sup>10</sup> C é uma linguagem de programação de alto nível criada por Dennis Ritchie em 1972 para desenvolver o sistema operacional Unix.



**Figura 04:** Movimento aplicado à Esfera Virtual<sup>11</sup>.

Já 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 explicita fidedignamente 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 RA, por meio de uma entrada de dados os quais estão ligados diretamente a ambientes de experimentação física reais.

#### **4.3.5.3 LIRA**

O projeto do Livro Interativo com Realidade Aumentada (LIRA) propõe um livro que é enriquecido com objetos virtuais, a fim de tornar o processo de leitura e compreensão dos conteúdos mais dinâmicos, motivadores e facilitados. Ao coloca-lo em frente a um *webcam*, o usuário poderá visualizar imagens 3D animadas e

---

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>>. Acesso em 04 mai. 2012.

sonorizadas sobre a projeção do livro que aparece no monitor. Quando o usuário movimentar o livro, as ilustrações 3D também terão conformidade na reação.

Em suas diversas versões, o LIRA foi sendo refinado, a fim de permitir que, além dos objetos virtuais com animações, o usuário pudesse receber uma maior quantidade de informações ao exibir o marcador impresso nas páginas do livro para a *webcam*. Em sua última versão, o LIRA apresenta, também, a possibilidade de *feedback* sonoro, além de pequenas animações nos objetos virtuais. Este fato permitiu ao trabalho alcançar novos públicos despertando o interesse de sua aplicabilidade em ambientes de educação especial. Tal fato é possível graças a característica da utilização de várias mídias em um só local: o visual, com textos, imagens e animações, e o sonoro, com a narração e apresentação de ruídos característicos.

O uso desse livro potencializado com RA no âmbito educacional remonta uma enorme possibilidade de experiências de aprendizagem, tanto para pessoas não portadoras de necessidades especiais, quanto para portadores. O deficiente auditivo pode usar o livro, explorando seus aspectos visuais, enquanto o deficiente visual pode usá-lo, explorando os sons associados, incluindo ruídos, músicas e voz (texto falado e locução) e assim por diante.



**Figura 05:** Usuário interagindo com o LIRA.

**Fonte:** (FORTE, 2009).

#### 4.3.5.4 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 elas.

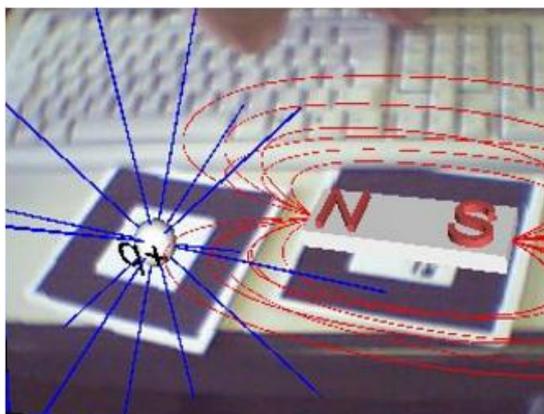


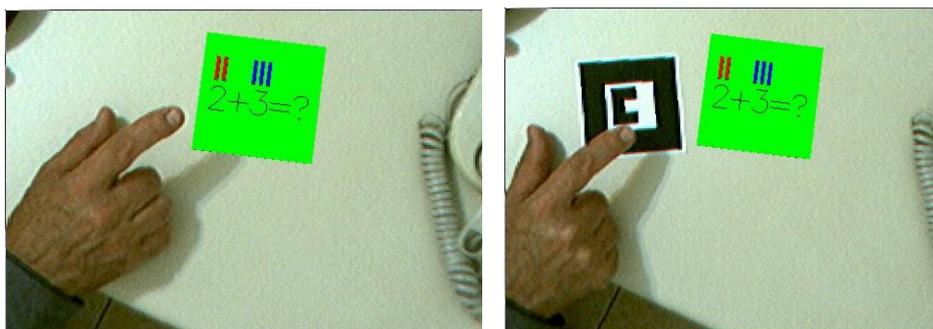
Figura 06: Realidade Aumentada e Eletromagnetismo<sup>12</sup>.

#### 4.3.5.5 Aritmética

O sistema de aprendizagem de aritmética envolvendo as quatro operações foi desenvolvido mediante algumas adaptações na biblioteca ARToolKit, para funcionar placa de controles de sequências e acionamento de som. O objetivo do sistema é permitir que crianças, em fase de pré-alfabetização ou em fase de alfabetização, possam ver e ouvir alguns exemplos de operações aritméticas básicas, no sentido de aprimorar a aprendizagem. O sistema pode ser configurado para disponibilizar outros exemplos, de forma que professores possam ajustá-lo, de acordo com suas necessidades.

---

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/434.pdf>>. Acesso em 05 ago 2011.



**Figura 07:** Exemplo de aplicação com o Aritmética<sup>13</sup>.

Este sistema se apresenta como uma relevante aplicação para o ensino de matemática, no que diz respeito ao emprego da tecnologia de RA neste contexto, e pode ser baixado gratuitamente no site do projeto<sup>14</sup>.

#### 4.3.5.6 SimulAR

*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 Reality*, que é a tradução do termo “realidade aumentada” para o idioma inglês.

A utilização dessa ferramenta torna possível a visualização em perspectiva muito mais real e expressiva, do comportamento de um objeto de acordo com peculiaridades de determinados fenômenos físicos. Não apenas a visualização, mas também uma característica marcante desse *software* é a personalização do experimento desejado, a partir da entrada de valores significantes ao tipo de simulação desejado pelo usuário. As simulações disponíveis são: queda livre, movimento circular e lançamento oblíquo.

Para possibilitar ao usuário escolher entre os fenômenos físicos disponíveis com seus respectivos valores de entrada, o aplicativo conta com um menu

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://www.ckirner.com/claudio/?PROJETOS:SICARA:Aritm%E9tica>>. Acesso em 04 mai 2012.

<sup>14</sup> Disponível em: <<http://www.ckirner.com/claudio/?PROJETOS:SICARA:Aritm%E9tica>>. Acesso em 04 mai 2012.

suspensão, localizado ao lado esquerdo da tela e sempre visível ao usuário para modificações no experimento em tempo real (Fig. 08). Vale salientar que não foi aplicado nenhum tipo de escala para a padronização do movimento dos objetos, portanto os valores de entrada não correspondem à distância real percorrida.

Também é possível alterar o formato dos projéteis a ser utilizado, podendo alternar entre uma esfera e um cubo. Ainda como mais um recurso de visualização experimentado pelo aluno usuário, a aplicação conta com a opção de descrever a trajetória ou caminho percorrido pelo objeto.



**Figura 08:** Execução de algumas simulações com o Simular.

**Fonte:** (SANTOS, 2011).

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 todos os seus benefícios. Na figura abaixo (Fig. 09) temos a apresentação da logomarca do software em questão.



**Figura 09:** Logomarca do software SimulAR.

**Fonte:** (SANTOS, 2011).

## 5. DISCUSSÕES E AVALIAÇÃO

O último *software* elencado no tópico anterior resultou de um projeto maior desenvolvido por alunos de graduação do curso de Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), o qual teve como orientadora a Profa. Dra. Filomena Moita, que se faz presente no quadro de professores permanentes dessa mesma instituição de ensino. O projeto teve duração de 12 meses e contou com o incentivo financeiro da CAPES e do CNPq.

Nesse tópico, será descrito uma síntese geral da avaliação realizada com o *software* SimulAR tendo como agentes participantes 8 (oito) alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela UEPB. Tais mestrandos são, em sua maioria, professores de Física do Ensino Fundamental e Médio da rede de ensino público e privado da cidade de Campina Grande – PB, proporcionando assim ao processo de avaliação do *software*, a visão tanto de estudante como de professor. Com base nos dados obtidos, foi possível concluir aspectos importantes no tocante a inserção e utilização da tecnologia de RA na educação, como também se tornar expressivo, através de dados, as expectativas quanto as potencialidade do SimulAR.

O período para a avaliação do *software* durou em torno de 2 (duas) horas e aconteceu da seguinte maneira:

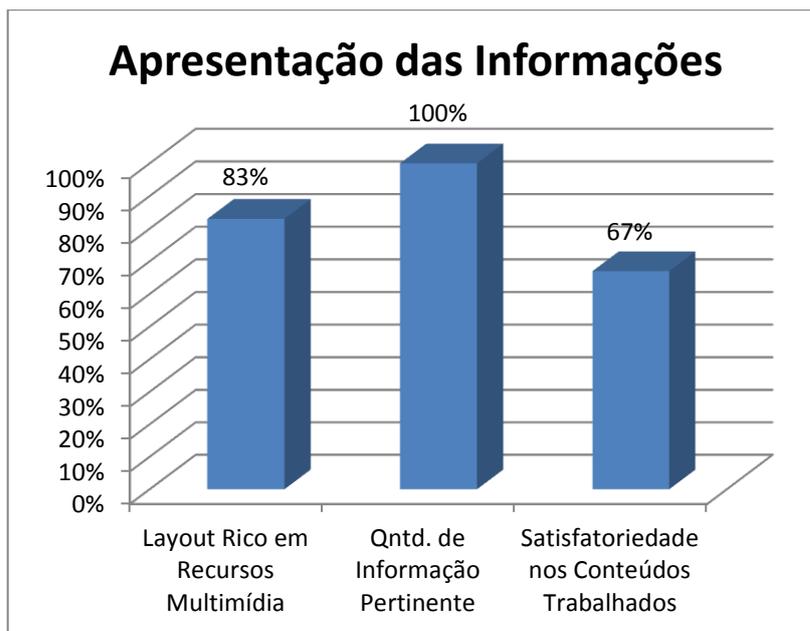
- Inicialmente foi realizada uma breve explanação sobre o conceito de Realidade Aumentada e sua adequação ao contexto educacional. Nesse primeiro momento houve a utilização de alguns recursos multimidiáticos para um melhor entendimento, por parte dos alunos, da tecnologia proposta;
- Em um segundo momento, o SimulAR foi apresentado aos participantes da reunião, assim como suas características e funcionalidades. Para tanto, foi utilizado um projetor multimídia para melhor visualização dos experimentos físicos, além do manuseio e contato por parte dos alunos;
- Posteriormente e por último, foi entregue um questionário de avaliação e de coleta de opiniões sobre o aplicativo em questão. Como mídia para o

questionário, foi utilizada uma mídia impressa, visando o recolhimento de informações e dados para análises.

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). Além de temáticas técnicas e específicas relativas ao *software*, ele também abordava aspectos pedagógicos e educacionais, cujo objetivo era extrair dos avaliadores o que o SimulAR tem como característica nessa área. Neste sentido, também foi questionado se os avaliadores conseguiram perceber qual teoria da aprendizagem estava engajada no *software*.

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 primeiro bloco tinha como objetivo recolher impressões sobre o modo que as informações estavam sendo apresentadas para o usuário. Pertenciam a esse bloco perguntas referentes à interface (*layout*) do SimulAR, e à apresentação pertinente de informações. Ainda sobre esse bloco, foi solicitado que opinassem sobre a divulgação de conteúdo pelo *software*, ou seja, se ele apresentava 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. A figura 10 apresenta uma síntese dos dados.

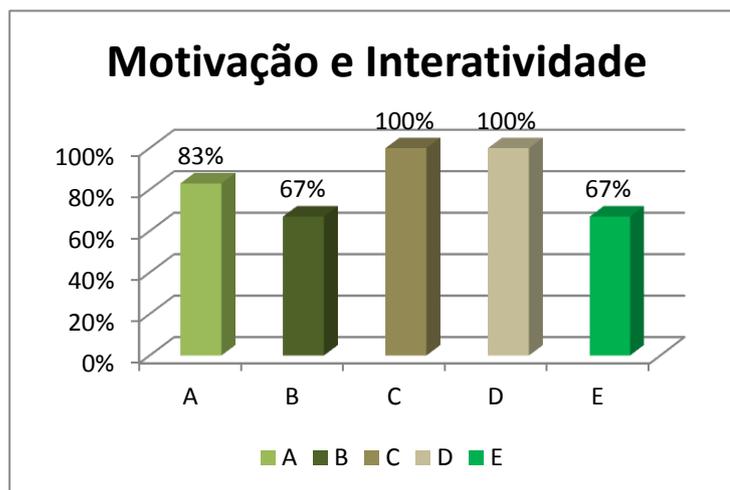


**Figura 10:** Gráfico referente a alguns tópicos do 1º bloco do questionário.

Tomando por base os dados representados através da figura 10, pode-se observar que o *software* apresenta ao usuário uma quantidade pertinente de informações, não deixando-o confuso ou constrangido durante a sua experimentação com a ferramenta, seja ele um usuário experiente ou não. Tal característica deve ser levada em consideração, já que esse é um dos princípios fundamentais na construção de qualquer *software*, ou seja, a usabilidade. Os recursos do aplicativo e a quantidade de informações por ele apresentada deve estar em conformidade com o público-alvo que se deseja atingir.

Outra característica importante destacada pelos avaliadores são os recursos multimídias utilizados pelo *software*. Segundo a figura 10, 83% dos avaliadores relataram que o layout do mesmo tem uma boa apresentação de recursos visuais, contribuindo assim para uma experiência mais lúdica, interativa e enriquecedora.

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.



**Figura 11:** Gráfico referente a alguns tópicos do 2º bloco do questionário.

No gráfico acima (Fig. 11), é explicitada a organização dos dados referentes a alguns subtópicos 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.

Analisando os dados apresentados pelo gráfico anterior (Fig. 11) pode-se entender que o SimulAR conta com características motivacionais e interativas de uma tecnologia recente no cenário educacional, despertando ainda mais a atenção do aluno para o aprendizado do conteúdo proposto. Essa é uma importante premissa que a educação pode se valer no quesito de revitalizar a sua metodologia, incorporando novas tendências tecnológicas nas aulas, para aguçar a curiosidade e

o interesse do alunado aos estudos. Não apenas a curiosidade, mas sabe-se que através de recursos multimidiáticos, inclusive a RA, pode-se desenvolver muito mais rápido o letramento visual, valorizando assim os conhecimentos prévios do alunado, característica essa também identificada pelos avaliadores.

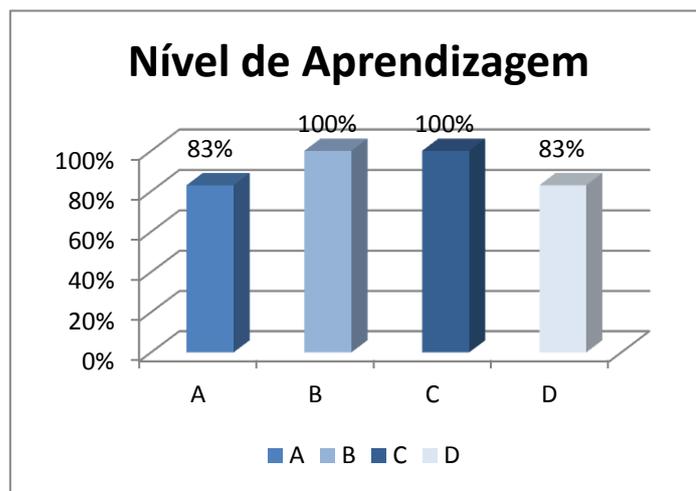
Um significativo ponto a se destacar é a capacidade da ferramenta auxiliar os estudantes na resolução de exercícios e atividades. Tal fato pode ser constatado pelo posicionamento positivo de 67% dos avaliadores. Esse resultado remonta a algo já discutido anteriormente, de que é imprescindível para o melhor rendimento dos alunos, a aplicação prática dos conceitos teóricos estudados. Com a aplicabilidade do teórico, o aluno tem uma assimilação muito mais rápida dos conceitos envolvidos em determinado fenômeno. Não obstante de que é importante a instalação física de espaços laboratoriais nas escolas, porém com a RA pode-se ter tamanha façanha sem onerosos gastos para a escola, além do o aluno pode ter acesso ao laboratório de forma constante: basta ter um computador com *webcam* e o SimulAR.

Por fim, o atributo de *Competências exploradas e abordagem educacional (nível de aprendizagem)* apresentou respostas variadas diante dos subtópicos. Nessa parte foram exploradas características mais intrínsecas do SimulAR quanto à abordagem educacional e de seus resultados na vida estudantil de seus utilizadores, ou seja, a principal preocupação nesta etapa era o entendimento de como a ferramenta pode atuar na aprendizagem dos conceitos estudados. Os subtópicos retratados no próximo gráfico (Fig. 12) são identificados da seguinte forma, respectivamente:

- A: abordagem de conteúdo corretamente;
- B: melhor visualização do experimento;
- C: melhor compreensão e analogia do fenômeno reproduzido;
- D: capacidade de interdisciplinaridade.

Pelos dados elencados no mesmo, pode-se observar que a totalidade dos avaliadores perceberam que o conteúdo é abordado de maneira correta, bem como

o *software* apoiado na RA 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. Estiveram presentes nesse bloco, assertivas condizentes aos seguintes aspectos: interdisciplinaridade, apresentação clara e objetiva de conteúdos, velocidade na assimilação dos fenômenos retratados, possibilidade de resolução dos exercícios de diversas formas, entre outros.



**Figura 12:** Gráfico referente a alguns tópicos do 3º bloco do questionário.

## 6. CONCLUSÃO

A incorporação da tecnologia ao processo educacional, torna possível a oportunidade de se implementar um novo paradigma pedagógico, onde a ferramenta tem potencial para produzir novas e ricas situações de aprendizagem. Os estudantes relacionam-se com os meios tecnológicos incorporando as mensagens e imagens que lhes são úteis e que mais se adaptam ao seu convívio.

Atualmente existem diversas iniciativas que propõem o emprego de recursos multimídiaicos como ferramenta facilitadora ao processo de educação, em especial destaque o uso da Realidade Aumentada, que cada vez mais ganha espaço no cenário educacional como uma área bastante promissora. Tal fato pode ser constatado pelos diversos exemplos de aplicações dessa tecnologia no âmbito educacional, tendo uma síntese geral nos *softwares* elencados no tópico 4.3.5.

Tal motivo tem se concretizado graças à ferramenta oferecer oportunidades vantajosas tanto para professores como para os alunos: ao professor oferece a possibilidade de acréscimo de recursos visuais inovadores em suas aulas, sem que, para isso, lhe seja atribuído maiores demandas extras de trabalho; ao aluno proporciona o contato com recursos de alta tecnologia que lhe sirvam como parceiros no processo de facilitação do aprendizado.

Sabe-se que o material didático escolar viabilizado em mídia impressa possui diversas limitações e falhas no que diz respeito à imersão, interatividade e dinamicidade dos conteúdos abordados. Portanto a ampliação dos aspectos sensoriais do material didático, pelo acréscimo de som e animação, pode ser muito positiva quanto à manutenção do interesse do aluno para com o material estudado.

A RA extrapola este enriquecimento do material didático, permitindo a interação tangível, onde o aluno pode ser autor de seu próprio conhecimento, à medida que interage diretamente com os objetos virtuais na sua experimentação.

Esse ponto é importante destacar, já que o mesmo foi observado pelos avaliadores do SimuAR, que relataram a importância do *software* e da tecnologia utilizada na construção do conhecimento do aluno. Além disso, a análise dos dados comprova que a tecnologia é importante na valorização dos conhecimentos prévios do aluno e no auxílio à resolução de atividades escolares, já que pode se concretizar em um relevante espaço laboratorial de experimentos virtuais.

A partir do referencial teórico levantado por essa pesquisa e da análise dos dados obtidos através da avaliação do *software* SimuAR, é possível concluir que a RA possui um elevado potencial quando aplicada à construção de *softwares* educacionais, além de que o público tem uma grande aceitação para com a tecnologia, por se tratar de algo ainda pouco conhecido no geral, e que existe um amplo mercado a ser explorado quanto ao oferecimento de ferramentas otimizadas, podendo ser encarada como o próximo recurso tecnológico promissor a ser utilizado em larga escala para a construção de ferramentas de auxílio à educação.

Além disso, a RA tem se apresentado capaz de oferecer características intrínsecas à educação que tem a diferenciado dos demais recursos multimidiáticos, como alto grau de interatividade cognitiva, manutenção do interesse e curiosidade do alunado, melhor facilitação da compreensão dos conceitos estudados a partir da possibilidade de visualização em três dimensões do objeto ou fenômeno estudado, como também uma interação direta com o objeto de estudo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSMANN, Hugo. **Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente.** Petrópolis: Vozes, 1998.

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.

BZUNECK, J. A. **A motivação do aluno: aspectos introdutórios.** In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). **Motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea.** Petrópolis, RJ: Vozes, p. 9-36. 2001.

CARDOSO, Nelson Leite. **A utilização do software Interactive Physics como instrumento de promoção da aprendizagem significativa de conceitos de Física.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências da Computação. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2003.

CAVALCANTE, M. A. ; BONIZZIA, A. ; GOMES, L.P.C. **O ensino e aprendizagem de física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 04, out./dez. p. 4501-1-4501-6, 2009.

CAUDELL, Thomas P; MIZELL, David W. **Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes.** In: Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA. 1992.

CORREIA DIAS, A. A. ; FONTINELES, F. S. ; MOURA, K. S. **Olhar Hipertextual: uma perspectiva bakhtiniana da inclusão de imagens na sala de aula.** Comunicação & Educação, v. 3, p. 331-339, 2006.

CUNHA, M. M.; COSTA, F. P.; PERES, A. L.; SANTOS, C. L. **Jogos eletrônicos como ferramentas de auxílio no processo de explicação de conteúdos no meio educacional.** Disponível em: <<http://www.scielo.com>>. Acesso em: 20 maio. 2011.

FANTINI, Vanessa; COSTA, Eduino Rodrigues da; MELO, Carolina Iuva de. **Os Jogos Virtuais para a Educação Ambiental no Ensino Fundamental.** Revista Tecnologias na Educação. Ano 3. Número 1. ed. Julho. 2011.

FIGUEIRA, Jalves S. **Easy Java simulations – Modelagem computacional para o ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 613-618, 2005.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. **Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

FORTE, C. E. **Software Educacional Potencializado com Realidade Aumentada para Uso em Física e Matemática.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências da Computação. Universidade Metodista de Piracicaba, (UNIMEP). 2009.

GLEISER, Marcelo. **Por que Ensinar Física?** Revista A Física na Escola, v. 1, n. 1, p. 04-05, 2000.

GUTIÉRREZ MARTÍN, Alfonso. **El discurso tecnológico de los nuevos medios: implicaciones educativas.** Comunicar, Huelva/ES, n. 18, p. 90-95, mar./jul. 2002.

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

KELLY, G. J; CRAWFORD, T. **Students interaction with computer representations: Analysis of discourse in laboratory groups.** Journal of Research in Science Teaching, vol 33, p 693-707, 1996.

KIRNER, Cláudio; KIRNER, Tereza G. **Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Simulation Visualization**. *In*: El Sheikh, A.A.R.; Al Ajeeli, A.; Abu-Taieh, E.M.O.. (Org.). *Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications*. 1 ed. Hershey-NY: IGI Publishing, v. 1, p. 391-419, 2007.

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.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 2000.

LIMA, J. R.; CAPITÃO, Z. **E-Learning e E-Conteúdos: Aplicações das teorias tradicionais e modernas de ensino aprendizagem à organização de estruturação de e-cursos**. Lisboa: Centro Atlântico, 2003.

MA, Jung Yeon; CHOI, Jong Soo. **The Virtuality and Reality of Augmented Reality**. *Journal of Multimedia*, v.2, n. 1, fev 2007.

MILGRAM, Paul; KISHINO Fumio. **A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays**. *In*: IEICE Transactions on Information Systems, v. E77-D, n. 12, 1994.

MOITA, F. **Game on: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @**. Campinas: Editora Alínea, 2007.

MOITA, F. M. G. S. C.; RODRIGUES, R. ; SILVA, A. **Sistema tutor inteligente em um ambiente virtual de aprendizagem para ensino de geometria**. *In*: Congresso Internacional ABED de Educação a Distância, 2009, Fortaleza. 15º CIAED, 2009.

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.

OLIVEIRA, E; FISHER, J. **Tecnologia Na Aprendizagem: A informática como alternativa no processo de ensino.** Revista de divulgação técnico-científica do ICPG. Vol. 3, n. 10, jan./jun. p. 27-31. 2007.

PALHARES, M. M.; SILVA, R. I.; ROSA, R. **As Novas Tecnologias da Informação numa Sociedade em Transição.** In: VI CINFORM. Encontro Nacional de Ciência da Informação, 2005, Salvador - BA. 2005.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças.** Editora Artes Médicas. Porto Alegre, 1994.

PORTO, Tania Maria Esperon. **As tecnologias de comunicação e informação na escola; relações possíveis... relações construídas.** Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro: ANPED, Campinas: Autores Associados, v. 11, n. 31, p. 43-57, jan./abr. 2006.

QUIROZ, Maria Tereza; TEALDO, A. R. **Videojuegos o los compañeros virtuales.** Lima, Peru: Universidad de Lima, 1996.

RUBBA, P. A. e WIESENMYER, R. L. **Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education.** Journal of Environmental Education, n.19, v.4, p.38-44, 1988.

SANTOS, Douglas Ferreira dos. **SimuLAR: Desenvolvimento de uma Aplicação para o Ensino de Física com Base na Tecnologia de Realidade Aumentada.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Campina Grande, Paraíba. 2011.

SHERMAN, William R; CRAIG, Alan B. **Understanding Virtual Reality: interface, application, and design.** San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2003.

SILVA, Marco. **Sala de Aula Interativa.** Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

SISCOUITO, R.; COSTA, R. (Org). **Realidade Virtual e Aumentada: uma abordagem tecnológica.** SBC: Porto Alegre, 2008.

SOUZA FILHO, Geraldo Felipe de. **Simulações computacionais para o ensino de Física: uma discussão sobre produção e uso.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino de Física (Mestrado Profissional)) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

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.

VALLINO, J. A. **Interactive Augmented Reality.** Dissertação (Mestrado) - Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, University of Rochester, Rochester, NY, 1998.

VEIT, E.A.; TEODORO, V.D. **Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 02, jun./ago. p. 87-96. 2002.

VILARES, Ana Regina; SILVA, Marco; **A Docência no Laboratório de Informática: Um relato de pesquisa.** *In: ALVES, L. R. G.; SANTOS, Edméa (Org.). Práticas pedagógicas e tecnologias digitais.* Rio de Janeiro: E-papers. ed. 01, v. 01, p. 271-285. 2006.

YAMAZAKI, S. C. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.** Disponível em [http://www.famema.br/semanadeplanejamento/referenciais\\_teoricos\\_ausube.pdf](http://www.famema.br/semanadeplanejamento/referenciais_teoricos_ausube.pdf) Acesso em: mar. de 2011. 2008.

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

## Questionário de Aplicação do *Simular*

<b>Atributo</b>	<b>Características</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
<b>Apresentação das Informações Educacionais</b>	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.		
<b>Motivação, Feedback, Qualidade e Interatividade</b>	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?			
<b>Competências Exploradas e Abordagem Educacional (Nível de Aprendizagem)</b>	O conteúdo do <i>software</i> 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 <i>software</i> ?		
	O <i>software</i> 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

1. Quanto ao tipo:
  - a. Tutorial ( )
  - b. Exercícios e Prática ( )
  - c. Programação ( )
2. Quanto à metodologia:
  - a. Simulação ( )
  - b. Modelagem ( )
  - c. Jogos ( )
3. Concepção teórica sobre aprendizagem:
  - a. Teoria Socio-Interacionista ( )
  - b. Teoria Behaviorista ( )
  - c. Construtivismo ( )

## **Conclusões**

Sugestões/ Críticas quanto ao processo avaliativo:

---

---

---

Conclusões/ Recomendações/ Sugestões quanto ao *simuLAR*:

---

---

---