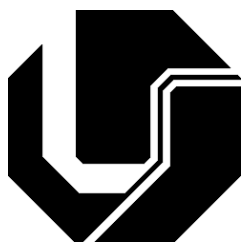


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



UM SISTEMA DE AUTORIA EM REALIDADE AUMENTADA
PARA O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS
APLICADOS A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

ROGER AMANDIO LUZ

Uberlândia, MG, Outubro de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**UM SISTEMA DE AUTORIA EM REALIDADE AUMENTADA
PARA O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS
APLICADOS A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL**

Dissertação apresentada por Roger Amandio Luz à Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do título de Mestre em Ciências, avaliada em 14/10/2011.

Área de Concentração

Processamento da Informação

Banca Examinadora:

Alexandre Cardoso, Dr (UFU) – Orientador
Edgard Afonso Afonso Lamounier Júnior, PhD (UFU) – Co-orientador
Marcio Sarroglia Pinho, Dr
Keiji Yamanaka, Dr

Uberlândia, MG, Outubro de 2011.

UM SISTEMA DE AUTORIA EM REALIDADE AUMENTADA PARA O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS APLICADOS A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Texto da dissertação apresentada por Roger Amandio Luz à Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Alexandre Cardoso, Dr.
Orientador/Coordenador

Egard Afonso Lamounier Jr, PHD.
Co-Orientador

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que na sua infinita bondade e misericórdia proporcionou-me mais esta conquista em minha vida. A minha família, em especial a minha amada esposa E. Cristiane Silva, pelo companheirismo nos momentos bons e pela paciência, compreensão e apoio nos momentos difíceis.

A meus pais Roger Fan da Luz e Marilene Amandio da Luz, minha irmã Juliana Amandio Luz que mesmo morando muito distante sempre vibraram e torceram por minhas conquistas.

Aos colegas do ILES/ULBRA de Itumbiara e da UFU pela importantíssima ajuda.

A meus orientadores Alexandre Cardoso e Edgard Afonso Lamounier Junior.

A meus tios Luiz Acyoli Machado Martins e Naidi da Luz Martins pelos infinitos conhecimentos e lições de vida que me proporcionaram.

Muito Obrigado!

Publicações

LUZ, R. A. ; CARDOSO, A. ; LAMOUNIER JUNIOR, E. ; RIBEIRO, M. W. S. . Analise de Aplicações de Realidade Aumentada na Educação Profissional: Um estudo de caso no SENAI - DR/GO. In: SVR - Simposio de Realidade Virtual e Aumentada, 2009, Porto Alegre. Anais do SVR 2009, 2009.

LUZ, R. A. ; CARDOSO, A. ; LAMOUNIER JUNIOR, E. ; RIBEIRO, M. W. S. . Analise de Aplicações de Realidade Aumentada na Educação Profissional: Um estudo de caso no SENAI - DR/GO. In: WRVA - Workshop de Aplicações em Realidade Virtual e Aumentada, 2009, Bauru. Wrrva, 2008.

LUZ, R. A. ; LAMOUNIER JUNIOR, E. ; CARDOSO, A. ; RIBEIRO, M. W. S. . O Uso da Realidade Virtual não-imersiva para o auxilio ao tratamento da aviofobia pelos profissionais da psicologia. In: SVR - Simposio de Realidade Virtual e Aumentada, 2008, João Pessoa. Anais do SVR 2008, 2008.

RIBEIRO, M. W. S. ; LUZ, R. A. . Uso da Realidade Aumentada como Ferramenta de Apoio ao processo de ensino e aprendizagem de pessoas com Dislexia. In: WRVA - Workshop de Aplicações em Realidade Virtual e Aumentada, 2007, Itumbiara. Wrrva, 2007.

RESUMO

Esta dissertação apresenta o desenvolvimento de um Sistema de Autoria em Realidade Aumentada, para auxílio ao desenvolvimento de materiais didáticos voltados à educação profissional, com foco em uma interface voltada a usuários não experientes em programação. Considerando os trabalhos relacionados, detectou-se que os sistemas de autoria correlatos têm sua interface construída com base em grupos heterogêneos de usuários, o que muitas vezes dificulta sua utilização, pois é necessário o entendimento primeiramente da tecnologia e somente depois do desenvolvimento das tarefas. Diante disso, propõe-se um Sistema de Autoria construído com a participação efetiva dos usuários, no tocante a interface e as tarefas que possibilitará. Para validação desta pesquisa, escolheu-se um estudo de caso que representasse uma área específica da educação profissional, neste caso, mecânica de motores. Depois de desenvolvido, o material didático foi aplicado à avaliação de um grupo de dez alunos, por meio de questões objetivas e subjetivas referentes ao componente. Outra turma, do mesmo curso, estudou o mesmo componente, porém com materiais didáticos convencionais. Na sequência, aplicou-se a este grupo as mesmas questões, de forma a distinguir possíveis contribuições da estratégia elaborada com uso de Realidade Aumentada. Para validação da interface com o usuário foi aplicado um questionário baseado na ISONORM 9126 – NBR 13596, que fornece um modelo de 6 características e sub características de qualidade de software, após tabulados constatou-se que a maioria dos usuários ficaram muito satisfeitos com a interface desenvolvida.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada, Educação Profissional, Autoria em Realidade Aumentada

ABSTRACT

This dissertation presents the development of a system of authority in Augmented Reality, to aid the development of teaching materials aimed at vocational education, focusing on a dedicated interface for users not experienced in programming. Considering related work, it was found that the authorship related systems have the interface built on heterogeneous groups of users, which often hampers its use as it is first necessary to understand the technology and only after the development of tasks. Therefore, we propose an authoring system built with the effective participation of users, regarding the interface and the tasks that should enable. To validate this research, we chose a case study that represents a specific area of professional education, in this case, motor mechanics. Once developed, the material is applied to the evaluation of a group of ten students, by means of objective and subjective issues related to the component. Another class, the same course, studied the same component, but with conventional teaching materials. Subsequently, we applied this group the same questions, in order to distinguish possible contributions of the strategy developed using Augmented Reality. For validation of the user interface was based on a questionnaire ISONORM 9126 - NBR 13596, which provides a model of six characteristics and software quality sub characteristics after tabulated it was found that most users were very satisfied with the developed interface .

Keywords: Augmented Reality, Professional Education, Authoring in Augmented Reality

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	27
INTRODUÇÃO	27
1.1 Motivação.....	27
1.2 Problemática da pesquisa	30
1.3 Justificativas	30
1.4 Objetivos	31
1.5 Organização da Dissertação	32
CAPÍTULO 2	33
REALIDADE AUMENTADA E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL.....	33
2.1 Introdução	33
2.2 Realidade Aumentada	33
2.3 Aplicações Educacionais em Ambientes de Realidade Aumentada.....	38
2.4 Intervenções Educacionais com Realidade Aumentada	39
2.5 Software de Realidade Aumentada	41
2.5.1 ARToolKit	41
2.6 Educação Profissional.....	43
2.7 Aspectos relevantes do Software para Educação Profissional	45
2.8 Considerações Finais	46
CAPÍTULO 3	47
TRABALHOS RELACIONADOS.....	47
3.1 Introdução	47
3.1.1 Metodologia de Análise	47
3.2 Sistemas de Autoria em Realidade Aumentada.....	48
3.2.1 – MRIT	48
3.2.2 ComposAR	49
3.2.3 DART	49
3.2.4 SACRA	50
3.2.5 SICARA	51
3.2.6 - Aprendizagem de Aritmética com Realidade Aumentada.....	51
3.4 Considerações Finais.	52
CAPÍTULO IV	53
PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA CONTEÚDOS EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL.....	53

4.1 Introdução	53
4.2 Proposta de Arquitetura para desenvolvimento de conteúdo educacional em Realidade Aumentada	53
4.2.1 Arquitetura do primeiro cenário – Planejamento.....	54
4.2.2 Seleção de Conteúdos:	54
4.2.3 Seleção de Objetos Virtuais	55
4.2.4 Seleção de Marcadores:	56
4.2.5 Arquitetura do segundo cenário – Estratégia de software	56
4.2.6 Tipo de Aplicação	57
4.2.7 Aplicação Tutorial.....	57
4.2.8 Aplicação Exercício ou Prática.....	58
4.2.9 Componente Simulação	59
4.2.10 Aplicação Jogo	60
4.2.11 Aplicação Livro Virtual.....	61
4.3 Tecnologias de Apoio	62
4.3.1 Tecnologia para Construção da Interface com o Usuário – GUI	63
4.3.2 Tecnologia para construção de Objetos Virtuais	63
4.3.3 Tecnologia para Realidade Aumentada	63
4.4. Considerações Finais	63
CAPÍTULO 5	65
ARQUITETURA E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	65
5.1 Introdução	65
5.2 Diagrama de Caso de Uso.....	65
5.3 Descrição dos Casos de Uso	66
5.4 Detalhes da Arquitetura do Sistema de Autoria	67
5.5 Arquitetura de Funcionamento.....	69
5.6 Detalhes de Implementação	70
5.7 Interface Principal	71
5.7.1 Metodologia para o desenvolvimento Sistema de Menus	72
5.7.2 Seleção de Objetos Virtuais	72
5.7.3 Associação de Marcadores.....	77
5.7.4 Conteúdo didático.....	77
5.8 Considerações Finais	78
Capítulo 6.....	79

Estudo de Caso	79
6.1 Introdução	79
6.2 Conteúdos Abordados e Planejamento	79
6.3 Material desenvolvido pelo Sistema de Autoria	81
6.3.1 Livro Virtual de Motores Hidráulicos.	81
6.3.2 Seleção de Objetos Virtuais, Marcadores e Conteúdo	81
6.4 Avaliações sobre a aprendizagem	84
6.4.1 Resultados da Avaliação.....	84
6.4 Considerações Finais	86
CAPÍTULO 7	87
AValiação DO SISTEMA E RESULTADOS OBTIDOS	87
7.1 Introdução	87
7.1.2 Metodologia da Avaliação do Sistema de Autoria	87
7.2.1 Quanto a Finalidade do Sistema de Autoria – Usabilidade	88
7.2.2 Quanto a Interface com o usuário – Inteligibilidade.....	89
7.2.3 Quanto a facilidade de aprendizagem – Apreensibilidade	89
7.2.4 Quanto a operação do sistema – Operacionabilidade	90
7.2.5 Quanto a Aprendizagem – Contribuição ensino/aprendizagem.....	91
7.2.6 Quanto a quantidade de comandos do sistema	92
7.2.7 Quanto a confiança na execução do que foi solicitado.....	93
7.3 Recursos a serem implementados	94
7.4 Considerações Finais	94
CAPITULO 8	96
CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	96
8.1 Introdução	96
8.2 Conclusões.....	96
8.3 Trabalhos Futuros.....	97
8.4 Considerações Finais	98
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICE.....	103

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Exemplo de Realidade Aumentada (Azuma, 2001).....	29
Figura 2.1 - Diagrama de Milgram adaptado para considerar as interações do usuário (Kirner e Tori, 2007).....	34
Figura 2.2 – Diagrama adaptado e dispositivos do sistema de visão ótica direta (Azuma, 1997; Silva, 2004).....	35
Figura 2.3 – Diagrama adaptado do sistema de visão direta por vídeo e um modelo de dispositivo (Azuma, 1997; Suthal, 2002).....	36
Figura 2.4 - Diagrama adaptado e dispositivo do sistema de visão por vídeo baseado em monitor (Azuma, 1997).	36
Figura 2.6 – Ambiente de projeção (Raskar et al., 2001).	37
Figura 2.7 - Análise da imagem pelo ARToolKit (KATO, BILLINGHURST et al., 2005)	43
Figura 2.8 - Funcionamento do ARToolKit (KATO, BILLINGHURST et al., 2005).....	43
Figura 2.9 – Modalidades da Educação – Objeto de Estudo	44
Figura 3.1 - Analise dos Trabalhos Relacionados	47
Figura 3.2 - Menu do Toolkit	48
Figura 3.3 - Aplicação em interação	48
Figura 3.4 - Interface Principal do ComposAR (SEICHTER, 2008).....	49
Figura 3.6 - Múltiplos pontos cadastrados (Santin, 2008)	50
Figura 3.5 - posição da imagem de acordo com os pontos (Santin, 2008)	50
Figura 3.10 - Aritmética com RA - SICARA	51
Figura 4.1 – Arquitetura de Planejamento	54
Figura 4.2 – Arquitetura da Seleção da Estratégia	56
Figura 4.3 – Arquitetura de desenvolvimento de Tutoriais	57
Figura 4.4 – Arquitetura de desenvolvimento de Exercícios.....	58
Figura 4.5 – Arquitetura de desenvolvimento de Simulações.....	59
Figura 4.6 – Arquitetura de desenvolvimento de Jogos	60
Figura 4.7 – Arquitetura de desenvolvimento de Livro Virtual	62
Figura 5.1 – Caso de Uso – Elaborar Aula	65
Figura 5.2 – Detalhes da Arquitetura do Sistema de Autoria.....	68
Figura 5.1 – Proposta de Arquitetura do Sistema de Autoria	69
Figura 5.2 – Modelagem Cenário Professor.....	71
Figura 5.3 – Interface Principal do Sistema	71
Figura 5.4 – Seleção do Tipo de Aplicação.....	72

Figura 5.5 – Seleção/Inserção de Objetos Virtuais.....	73
Figura 5.6 – Esquema de diretório de Objetos Virtuais	74
Figura 5.7 – Detalhes de Implementação de Objetos Virtuais	74
Figura 5.8 – Implementação da Visualização de Objetos Virtuais.....	75
Figura 5.9 (A) – Localização de Objetos Virtuais	76
Figura 5.9 (B) – Novo Objeto Virtual Selecionado.....	76
Figura 5.10 – Associação Objetos com Marcadores	77
Figura 5.11 – Editor de Conteúdos	78
Figura 6.1 – Editor de Conteúdos com marcador	82
Figura 6.0 – Associação Motor Hidraulico e Marcador.....	82
Figura 6.3 – Adicionando novos conteúdos ao livro virtual	83
Figura 6.3 – Novo Conteúdo adicionado	83
Figura 6.4 – Acerto nas questões objetivas	85
Figura 6.5 – Acerto nas questões Dissertativas.....	85
Figura 6.6 – Desempenho Geral.....	86
Figura 7.1 – Gráfico sobre Finalidade do Sistema	88
Figura 7.2 – Gráfico sobre Interface com o usuário	89
Figura 7.3 – Gráfico sobre a aprendizagem	90
Figura 7.4 – Gráfico sobre o controle das operações	91
Figura 7.5 – Aprendizagem.....	92
Figura 7.6 – Quantidade de Comandos	93
Figura 7.7 – Confiança no sistema	94

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Quadro comparativo dos trabalhos relacionados	52
Tabela 2 - Análise do Perfil da Qualificação Profissional (SENAI, 2009).....	55
Tabela 5.1 – Elaborar Material Didático	66
Tabela 5.2 – Aplicar Material Didático	66
Tabela 5.3 – Avaliar Conhecimento	67
Tabela 5.0 – Descrição do Sistema de Menus.....	72
Tabela 6.1 – Instrumento de Competências para Mecânica Automotiva	79
Tabela 6.2 – Plano de Ensino de Mecânica de Motores Hidráulicos	80

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A Educação Profissional contemporânea exige uma atuação voltada para o conceito de competência o qual prove a migração da idéia de “qualificação para o trabalho” para a de “qualificação do trabalhador” para o desempenho profissional que, entre outros fatores, envolve flexibilidade cognitiva, facilidade de lidar com o novo (adaptabilidade), polivalência e capacidade de trabalhar com símbolos (Barilli, 2007).

Acredita-se que este perfil advenha da busca por uma nova sociedade, onde as relações sociais, políticas, éticas e morais se modificam rumo a uma ordem econômica mundial (idem, 2007).

A Educação Profissional é regida no Brasil pela lei 9394/96 em seu art. 39 que dispõe: “A integração das diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, conduz ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva.”(LDB, 1996)

Este contexto impele a educação para a investigação, utilização e apropriação de novos modelos e formas de ensinar. As tendências do século XXI, a cada dia, apontam para temas como a inclusão digital, democratização do acesso a informação e, principalmente, para a necessidade de formação permanente para aqueles que desejarem ingressar ou permanecer no mercado de trabalho.

Segundo Barilli (2007), considerando os fatores puramente voltados para cobertura e/ou escala, a educação profissional busca muito mais do que ampliar oportunidades de acesso, diversificar as formas de apresentação e representação do conhecimento e flexibilizar os meios e formas de apropriação cognitiva, mas, sobretudo, viabilizar a reflexão do aprendiz acerca de suas próprias necessidades e potencialidades, ao desenvolvimento da consciência crítica sobre os conteúdos necessários ao seu processo formativo e a orientação no sentido dele ser capaz de

decidir sobre quando e como utilizar os conhecimentos apreendidos com vistas a intervir eficazmente em seu contexto de trabalho.

Traçando uma “linha do tempo” sobre utilização de tecnologias pelo homem, constata-se que estas surgem a partir de suas necessidades assim como dos grupos sociais. Para o enfrentamento de tais necessidades, ele cria utensílios, ferramentas e recursos capazes de auxiliá-lo na realização de tarefas cotidianas (Neitzel, 2001).

Durante sua evolução, vários acontecimentos assinalaram profundamente sua maneira de agir e de enfrentar desafios, dando por vezes, novo curso à sua jornada: a descoberta do fogo, do ferro, da escrita e tantos outros inventos e tecnologias foram surgindo frente às dificuldades que apareciam pelo caminho”. Segundo o mesmo autor, partindo-se do pressuposto de que uma tecnologia não substitui sua antecessora, mas a complementa, pode-se dizer que o “novo” nada mais é do que o avanço de ontem, fruto de um amadurecimento gradativo e processual da própria humanidade. (Idem, 2001).

Castelles (1999), afirma que, “... o determinismo tecnológico é, provavelmente, um problema infundado, dado que a tecnologia faz parte da sociedade e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas.” (Castelles, 1999 apud Borges, 2000). Segundo Alexim (2001).

... as Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) possibilitaram romper com a rigidez produtiva das grandes escalas, inaugurando o processo produtivo flexível, com programação para diferenciações e personalização dentro das escalas produtivas. Seria uma revisão do "taylorismo/fordismo" ou mesmo sua superação..." através de deslocamento de foco: dos processos para os recursos humanos, contexto em que se observa a íntima relação entre desempenho-qualificação-política social. Superando a mera dimensão produtiva, as iniciativas por uma educação integral e permanente, que mantenham valores e experiências individuais e coletivas, caminham juntas no mesmo propósito de tornar a vida humana compatível com as novas estruturas de poder e de realização do processo civilizatório baseado em tecnologias cada vez mais envolventes e globalizantes.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito às potencialidades e às limitações das linguagens de cada uma das mídias: a linguagem textual, a linguagem das

imagens, dos sons, a linguagem hipermidiática e a própria linguagem corporal-verbal utilizada em momentos presenciais. A combinação adequada dessas diferentes linguagens facilita a construção do conhecimento (Penteado 1998, apud Barilli et al, 2007)

Diante de tantas tecnologias já criadas e aperfeiçoadas pelo homem, a informática parece ser uma das mais impetuosas. Potencializada pelos avanços da microeletrônica e telecomunicações, a cada dia impõe seu destaque como mediadora entre informação/ conhecimento e o indivíduo.

Destaca-se nesta pesquisa a utilização de Técnicas de Realidade Aumentada Aumentada (RA) Figura 1.1, que é a inserção de objetos virtuais no mundo real por meio de um dispositivo computacional. Desta forma, a interface do usuário é aquela, que ele usa no ambiente real, para visualizar e manipular os objetos virtuais colocados no seu espaço (Azuma, 2001).



Figura 1.1 – Exemplo de Realidade Aumentada (Azuma, 2001)

Nesse contexto destacam-se seu potencial de informação, interação, comunicação e prestação de serviços, assim como outros recursos que podem ser utilizados em vários campos do conhecimento, dentre os quais a Educação Profissional.

Novas interfaces multimodais vêm sendo desenvolvidas para facilitar a manipulação de objetos virtuais no espaço do usuário, usando as mãos ou dispositivos mais simples de interação. Assim, tem-se que pensar em Realidade Aumentada como uma ferramenta que não seja somente mais uma forma de auxiliar a aprendizagem, mas sim uma forma de contribuir significativamente com os métodos educacionais contemporâneos.

1.2 Problemática da pesquisa

O problema desta pesquisa, visou responder se a utilização de um Sistema de Autoria em Realidade Aumentada, pelos professores da educação profissional, pode contribuir significativamente na melhora da exposição dos conteúdos práticos necessários a formação profissional do aluno.

1.3 Justificativas

O tema abordado por esta pesquisa é o desenvolvimento de um sistema de Autoria em Realidade Aumentada, para auxílio ao desenvolvimento de materiais didáticos por usuários não experientes em programação, voltados a Educação Profissional.

O projeto se insere na temática “Aplicações de Realidade Aumentada na Educação”, inserida nas linhas de pesquisa centrais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. De maneira específica este trabalho dá continuidade as pesquisas realizadas por Santin (Santim, 2008)¹, Kirner (Kirner, 2007)² os quais trataram sobre Sistemas de Autoria em Realidade Aumentada para usuários não experientes em programação.

O sistema de autoria proposto nesta pesquisa contribui no tocante à interface com o usuário, pois a mesma foi desenvolvida com participação efetiva dos mesmos, o que possibilitou com que a tarefa a ser desenvolvida sobressaísse sobre a tecnologia existente, facilitando a homogeneidade do sistema.

Na educação profissional a experimentação é de fundamental importância, pois é a partir destas que os alunos podem ter contato direto com as tecnologias e os equipamentos necessários ao desenvolvimento de sua profissão. Nas escolas profissionalizantes os laboratórios estão disponíveis durante o período em que o aluno está realizando o curso, porém é necessário, muitas vezes, que estas experiências possam ser repetidas em outros ambientes, o que pode inviabilizar o processo, devido a necessidade da tecnologia ou do equipamento.

1 SANTIN, R. Sistema de Autoria Em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada. Dissertação (Mestrado) — Universidade Metodista de Piracicaba, 2008.

2 KIRNER, Cláudio. Projeto SICARA. Disponível em: <http://www.ckirner.com/claudio/?PROJETOS:SICARA>, acesso em Dezembro de 2010

O desenvolvimento de um sistema de autoria em Realidade Aumentada é relevante, pois possibilita que as experimentações realizadas em laboratório possam ser repetidas em qualquer local, reforçando o aprendizado e tendo em vista a necessidade cada vez mais crescente de utilização de novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, nas mais diversas modalidades. Esta pesquisa posiciona-se no tocante a utilização de técnicas de Realidade Aumentada aplicadas a Educação Profissional, pois segundo Billinghamurst

Os sistemas de RA permitem que o usuário decida sobre os ambientes, compondo cenas com imagens de objetos tridimensionais geradas por computador misturadas com imagens reais, aumentando as informações do cenário e oferecendo condições para a imersão no ambiente criado (Billinghurst, 2005).

Em ambientes de RA, o mundo real é “aumentado” com informações que não estão presentes na cena capturada, e o usuário passa ser um elemento participativo no cenário em que imagens reais são misturadas com virtuais para criar uma percepção aumentada (Azuma, 2001).

Desta forma, para garantir uma boa usabilidade, os fatores humanos devem ser respeitados. Isso remete à questão da diversidade dos usuários, suas características cognitivas, de personalidade, cultura, idade, comportamento, habilidades e necessidades especiais (Baranauskas, 2003).

Pretende-se por meio dos resultados comprovar que a utilização de sistemas de autoria pode contribuir significativamente com o processo de ensino aprendizagem, para isso serão efetuados dois tipos de avaliações: uma pretende avaliar o conhecimento adquirido a partir do material produzido pelo sistema de autoria, e a outra será por meio de questionário de verificação de usabilidade de acordo com a ISONORM 9126 – NBR 13596 (1999), que fornece um modelo de propósito geral que define seis características e respectivas sub características de qualidade de software: Funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

1.4 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa foi desenvolver um Sistema de Autoria em Realidade Aumentada que possa ser utilizado pelos professores da educação

profissional no desenvolvimento de materiais didáticos, com uma interface voltada para usuários não experientes em programação.

Especificamente foi proposto:

- Desenvolver uma ferramenta de autoria em Realidade Aumentada para o desenvolvimento de materiais didáticos;
- Capacitar os docentes para elaboração de conteúdos em Realidade Aumentada por meio da ferramenta de autoria;
- Selecionar um estudo de caso;
- Comparar e avaliar os resultados por meio de questionários;
- Avaliar o sistema de autoria com relação a usabilidade.

1.5 Organização da Dissertação

Este trabalho está dividido em oito capítulos. No primeiro, que constitui sua introdução, contextualiza-se o tema abordado e desenvolvem-se os seguintes tópicos: caracterização do tema, problemática, objetivos e justificativa

O **Capítulo 2** apresenta conceitos sobre os diversos aspectos relacionados à Realidade Aumentada e Educação Profissional, conceitos fundamentais ao entendimento da problemática da pesquisa.

O **Capítulo 3** apresenta uma série de trabalhos relacionados a pesquisa que visam fundamentar o objeto de estudo.

O **Capítulo 4** apresenta a proposta tecnológica de desenvolvimento das aulas com técnicas de Realidade Aumentada e as tecnologias de apoio.

O **Capítulo 5** apresenta a metodologia da pesquisa utilizada, a elaboração das aulas pelos professores, do componente curricular e instrumentos de avaliação e comparação dos resultados.

O **Capítulo 6** apresenta a caracterização do objeto de estudo, a aplicação das aulas com técnicas de Realidade Aumentada e aplicação das avaliações.

O **Capítulo 7** apresenta a análise dos resultados obtidos com as aulas, tanto com técnicas de RA quanto convencionais.

O **Capítulo 8** demonstra as conclusões desta pesquisa.

CAPÍTULO 2

REALIDADE AUMENTADA E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

2.1 Introdução

Este capítulo fundamenta conceitos relacionados a Realidade Aumentada e Educação Profissional, indispensáveis para o entendimento desta pesquisa. Apresentam-se também as modalidades relevantes de softwares para educação profissional.

2.2 Realidade Aumentada

Pode-se definir Realidade Aumentada (RA) como a amplificação da percepção sensorial por meio de recursos computacionais (Cardoso, et al. 2007).

Assim, associando dados computacionais ao mundo real, a Realidade Aumentada permite uma interface mais natural com dados e imagens geradas por computador (idem, 2007). Desta forma, entende-se que um sistema de Realidade Aumentada deve prover ao usuário condições de interagir com estes dados de forma mais natural possível.

Miligram et al. (1994) define Realidade Aumentada como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados por computador, com um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico. Entretanto, esta conceituação é muito geral e só fica clara com sua inserção em um contexto mais amplo: o da Realidade Misturada.

De acordo com (Kirner e Tori, 2007), Realidade Misturada, mistura o real com o virtual, abrange duas possibilidades: a Realidade Aumentada, cujo ambiente predominante é o mundo real, e a Virtualidade Aumentada, cujo ambiente predominante é o mundo virtual. Pode-se dizer, então, que a Realidade Aumentada é uma particularização da Realidade Misturada. A Figura 2.1 apresenta o diagrama adaptado de realidade/virtualidade contínua, mostrando as possibilidades gradativas de sobreposição do real com o virtual e vice-versa.

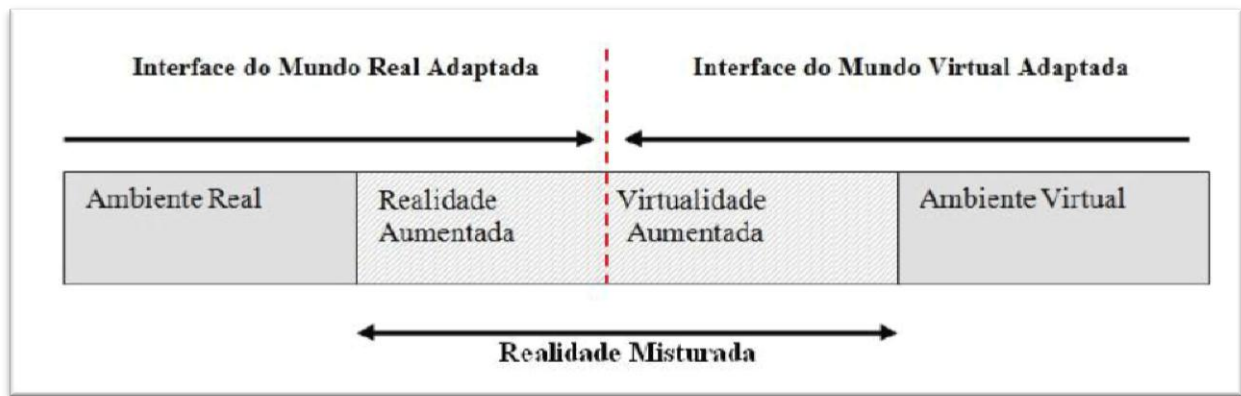


Figura 2.1 - Diagrama de Milgram adaptado para considerar as interações do usuário (Kirner e Tori, 2007)

A Realidade Aumentada hoje é aplicada como ferramenta de visualização nas mais variadas áreas, como visualização medica, simulação, jogos, pode ser aplicada também à educação e ensino.

De acordo com o exposto, entende-se que as soluções de Realidade Aumentada envolvem a geração de elementos virtuais que são inseridos no ambiente real, de tal forma que o usuário crê que os mesmos são partes do meio no qual está inserido.

Assim, de acordo com Cardoso et al. (2007) uma das características mais importantes de Realidade Aumentada é a modificação no foco da interação homem computador.

Com o uso da Realidade Aumentada, a interação não se dá com um único componente e/ou elemento localizado, mas com o ambiente que circunda aquele que interage. Neste sentido, Realidade Aumentada faz uso da combinação de Realidade Virtual e Mundo Real, propiciando a melhoria da percepção do usuário e sua interação (CARDOSO, et al., 2007).

Ainda, Cardoso et al. (2007) afirmam que são características básicas de sistemas de Realidade Aumentada:

- Processamento em tempo real;
- Combinação de elementos virtuais com o ambiente real;
- Uso de elementos virtuais concebidos em 3D.

Desta forma, observa-se que a concepção de soluções de Realidade Aumentada necessita de componentes que permitam avaliar a posição de quem interage, o ponto de vista e gerar os elementos virtuais para, finalmente, combiná-los

com o mundo real por meio de um sistema de projeção. Para tanto, os elementos reais e virtuais necessitam ser alinhados corretamente, um em relação ao outro (Azuma, 1997).

Assim, sistemas de Realidade Aumentada demandam hardware de captura das informações do meio onde está o usuário, software para geração em tempo real de elementos virtuais e hardware para mapear tais elementos no mundo real.

Azuma (1997) caracteriza os sistemas de Realidade Aumentada, relacionando-os com a percepção de imagens, desta forma podem ser classificados conforme o tipo de display utilizado, dando origem a quatro tipos de sistemas:

- Sistema de visão ótica direta;
- Sistema de visão direta por vídeo;
- Sistema de visão por vídeo baseado em monitor;
- Sistema de visão ótica por projeção.

O sistema de visão ótica direta, Figura 2.2, utiliza óculos ou capacetes com lentes que permitem o recebimento direto da imagem real, ao mesmo tempo em que possibilitam a projeção de imagens virtuais devidamente ajustadas com a cena real.

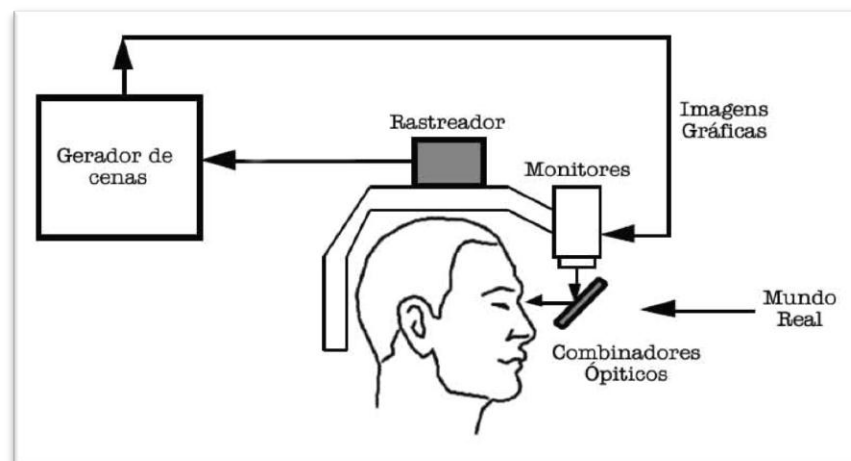


Figura 2.2 – Diagrama adaptado e dispositivos do sistema de visão ótica direta (Azuma, 1997; Silva, 2004).

O sistema de visão direta, por vídeo, Figura 2.3, utiliza capacetes com microcâmeras de vídeo acopladas. A cena real, capturada, é misturada com os

elementos virtuais gerados por computador e apresentadas diretamente nos olhos do usuário, através de pequenos monitores montados no capacete.

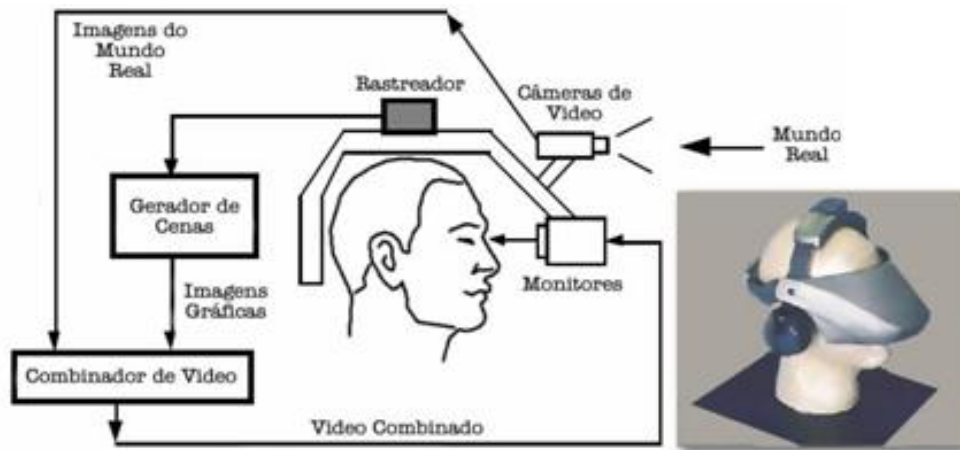


Figura 2.3 – Diagrama adaptado do sistema de visão direta por vídeo e um modelo de dispositivo (Azuma, 1997; Suthal, 2002).

O sistema de visão por vídeo, baseado em monitor, Figura 2.4, utiliza uma *webcam* para capturar a cena real. Depois de capturada, a cena real é misturada com os objetos virtuais gerados por computador e apresentada no monitor.

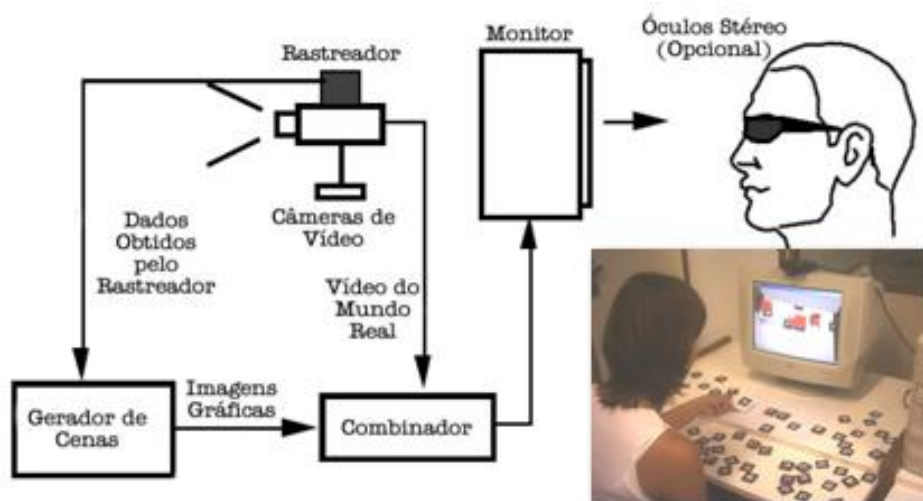


Figura 2.4 - Diagrama adaptado e dispositivo do sistema de visão por vídeo baseado em monitor (Azuma, 1997).

O sistema de visão ótica, por projeção, Figura 2.5, utiliza superfícies do ambiente real, onde são projetadas imagens dos objetos virtuais, cujo conjunto é

apresentado ao usuário que o visualiza sem a necessidade de nenhum equipamento auxiliar.



Figura 2.6 – Ambiente de projeção (Raskar et al., 2001).

Desta forma, destaca-se o item “**Sistema de visão por vídeo baseado em monitor**” (Azuma, 1997), por estar dentro do escopo desta dissertação, onde o sistema de visão baseado em monitor utiliza-se de uma “webcam” para capturar a cena real. Depois de capturada, a cena real é misturada com os objetos virtuais gerados por computador e apresentada em um monitor convencional.

Cardoso et al. (2007) observa que as aplicações de Realidade Aumentada tem, nos últimos anos, apresentado forte crescimento, onde destaca-se as seguintes áreas:

- Treinamento e apoio a tarefas complexas, como manutenção de máquinas, assistência em treinamento de manutenção e visualização de elementos escondidos;
- Visualização de elementos construtivos, objetos ocultos, sinalização de ambientes e outras tarefas relativas à inserção de informações complementares em ambientes reais que possam auxiliar, por exemplo, a engenharia e a arquitetura;
- Prospeção e mapeamento de dados a permitir aprimoramento da interação e da análise dos mesmos;
- Simulação;
- Conferência com participantes remotos;
- Entretenimento, como jogos apoiados por computador;

- Arqueologia, provendo condições de visualização das condições de elementos danificados ou incompletos em condições relacionadas com o estado original do elemento/edificação;
- Educação, possibilitando a inserção de informações complementares e/ou relevantes ao cenário real.

2.3 Aplicações Educacionais em Ambientes de Realidade Aumentada

Os sistemas que permitem maior interatividade entre o homem e a máquina, tornam-se cada vez mais utilizados em todos os setores, pois enriquecem a relação homem-máquina e possibilita um controle maior do usuário frente às tarefas (Bannion, 2011).

Nesse sentido, os sistemas virtuais possibilitam experiências com a sensação de presença, por meio da integração dinâmica de diferentes modalidades perceptivas, que envolvem imagens, sons, tato, etc. Assim, torna-se possível a capacidade de manipular, relacionada às reações sensório-motora em tempo real (Lévy, 1999).

Por outro lado, os ambientes educativos devem oferecer condições favoráveis à criação, comportando-se como um espaço agradável e permitindo aplicações práticas e a relação do conhecimento com experiências, necessidades e realidade do aprendiz (usuário).

De maneira geral, a construção do conhecimento dá-se por meio da reflexão, da crítica, da identificação e da busca de soluções dos problemas, propiciando situações que determinem o desafio - papel importante na formação de atitudes (Valente, 2001).

Os ambientes podem contribuir, estimulando a curiosidade e auxiliando no desenvolvimento da autonomia. A aprendizagem ocorre, quando o indivíduo está engajado e utiliza de forma consciente estratégias de resolução de problemas para a construção significativa. Não se deve questionar o valor da instrução, mas é importante a descoberta de novos conhecimentos, por meio da relação do novo com a experiência anterior.

Assim, a possibilidade de interação entre objetos reais e virtuais, que ocorre por meio da Realidade Aumentada (RA), pode oferecer ao usuário maiores

informações sensíveis, facilitando a associação e a reflexão sobre a situação. Os sistemas de Realidade Aumentada permitem que o usuário decida sobre os ambientes, compondo cenas com imagens de objetos tridimensionais geradas por computador misturadas com imagens reais, aumentando as informações do cenário e oferecendo condições para a imersão no ambiente criado. A principal característica destes ambientes é que as informações do mundo real são utilizadas para criar um cenário incrementado com elementos gerados por computador (Dainese, 2003).

2.4 Intervenções Educacionais com Realidade Aumentada

Três características são responsáveis por tornar as situações de intervenção educacionais interessantes: **curiosidade**, **fantasia** e **desafio** (Levy, 1999). Por meio dos ambientes de realidade aumentada, é possível proporcionar ao aprendiz (usuário) situações lúdicas, tornando as atividades mais motivadoras.

Deve-se destacar a importância das relações sociais para o aluno garantir seu envolvimento com situações novas, considerando aquelas vividas anteriormente. Assim, ele poderá construir o novo, por meio do fazer, motivado pelo envolvimento afetivo. O ambiente deve ser favorável ao interesse do aprendiz, além de ser um ambiente contextualizado e significativo. Os problemas emergem no ambiente e os usuários com autonomia devem decidir resolvê-lo. O professor (usuário) deve ter preparo para utilizar a tecnologia e aproveitar os recursos que as ferramentas podem oferecer, de forma a garantir flexibilidade intelectual, capacidade de criar, inovar e, principalmente, enfrentar o desconhecido para promover o desenvolvimento cognitivo.

Em ambientes de Realidade Aumentada, o mundo real é “aumentado” com informações que não estão presentes na cena capturada, e o usuário passa ser um elemento participativo no cenário em que imagens reais são misturadas com virtuais para criar uma percepção aumentada (Azuma, 2001).

A interface deve ser entendida como um espaço de comunicação, um sistema semiótico, onde signos são usados para interação, possibilitando o acesso ao ambiente (Garbin, 2004).

Para garantir uma boa usabilidade, os fatores humanos devem ser respeitados. Isso remete à questão da diversidade dos usuários, suas características cognitivas, de personalidade, cultura, idade, comportamento, habilidades e necessidades especiais (Baranauskas, 2003).

Os estudos sobre a memória humana (principalmente a de curta duração), vêm oferecendo subsídios para soluções inteligentes sobre a interface, cuja idéia central é liberar o usuário da memorização de comandos para tornar o ambiente mais agradável e natural possível, dentro das características das ferramentas de desenvolvimento, por meio de interfaces gráficas.

Um ambiente educativo deve ser atrativo e interessante, oferecendo, por meio de situações lúdicas e espontâneas, atividades que proporcionem o desenvolvimento cognitivo. A interface deve ser planejada para oferecer flexibilidade ao usuário e, para facilitar a aprendizagem, o sistema não deve ser linear-fechado, onde apenas uma resposta é correta frente a um tipo de estímulo apresentado. A aceitação de uma interface depende da capacidade de sua linguagem de interação em comunicar suas funções com clareza. Assim, no desenvolvimento de interfaces de realidade aumentada como mediador pedagógico, a questão de qualidade deve ter como objetivo a intenção do usuário e, principalmente, a usabilidade, possibilitando criar o novo a partir das experiências vividas.

Os requisitos de ambientes de Realidade Aumentada para satisfazer as necessidades educativas, enquanto mediador pedagógico para sistemas complexos, de acordo com Ribeiro (Ribeiro, 2006) são:

- Oferecer flexibilidade, em função do ambiente;
- Exibir uma conduta adaptativa;
- Operar em tempo real;
- Oferecer a possibilidade de interação entre o real e virtual;
- Operar por meio de interação direta com linguagem natural;
- Oferecer um ambiente complexo e, aberto para:

Nos ambientes de realidade aumentada, espera-se que o usuário possa:

- Utilizar símbolos e abstrações;
- Utilizar linguagem natural;
- Realizar ações que compõem, alteram ou criam novas situações;

- Interagir com objetos virtuais em tempo real;
- Relacionar ou compor cenas e ambientes com a integração entre o real e o virtual;
- Realizar ações autônomas no ambiente conduzidas pelo desejo e imaginação.

2.5 Software de Realidade Aumentada

Um sistema de Realidade Aumentada de acordo com o Kirner (Kirner, 2007) típico é formado de uma ou mais câmeras, software para construção de objetos virtuais, sistema gráfico e dispositivo de interação para as tarefas de: a) captura da cena real, b) criação de objetos virtuais, c) sobreposição dos objetos reais e virtuais no mesmo cenário, d) rastreamento para posicionamento e orientação espacial do usuário e, e) interação em tempo real.

O processo de criar um ambiente de Realidade Aumentada consiste em obter imagens reais, via câmera, e misturá-las com objetos virtuais criados por computador dentro do mesmo ambiente. Uma tarefa importante é extrair informações para instruir o sistema gráfico no processo de formação de um ambiente, a partir do ponto de vista do usuário. Uma das formas para efetuar esta operação é utilizar marcadores que permitem, ao sistema gráfico, definir coordenadas espaciais e orientação dos objetos, a partir do ponto de vista do usuário, além de identificar alterações de posicionamento e interação do usuário com os objetos.

2.5.1 ARToolKit

O ARToolKit é uma biblioteca gratuita criada na Universidade de Osaka no Japão, pelo Dr. Hirokazu Kato. Atualmente a biblioteca é desenvolvida pelo Laboratório de Tecnologias de Interface Humana, da Universidade de Washington (EUA) e da Universidade de Canterbury (Nova Zelândia). Por ser de código aberto, permite que programadores desenvolvam ainda mais a biblioteca, a fim de contribuir para o desenvolvimento de aplicações em Realidade Aumentada (KATO, BILLINGHURST, et al., 2005).

Billinghurst (2005) afirma que

Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada é o cálculo preciso do ponto de vista do usuário em tempo-real para que objetos virtuais estejam exatamente alinhados com cenas do mundo real. O ARToolKit resolve o problema utilizando técnicas de visão computacional para calcular a posição real da câmera e orientação relativa aos marcadores, permitindo ao programador sobrepor objetos virtuais sobre estes marcadores.

O ARToolKit baseia-se na utilização de cartões marcadores. Esses marcadores são símbolos que permitem o rápido conhecimento da posição e orientação da câmera, facilitando o cálculo em tempo real da movimentação necessária para a sobreposição dos objetos virtuais.

Atualmente, existem várias versões do ARToolKit implementadas em várias linguagens, como por exemplo em Matlab e Java. Mas as versões mais utilizadas e atualizadas do software são as versões desenvolvidas na linguagem de programação C++. Algumas dessas versões possuem suporte a VRML, mas a maioria está disponível apenas para OpenGL.

Os principais requisitos de hardware para desenvolver e executar aplicações do ARToolKit são: a) câmera digital; b) Sistema Operacional (Windows 95/98/2000/XP ou Linux); c) marcadores; e) microcomputador igual ou superior a 500 Mhz (Kato, Billinghurst et al., 2005). Por meio de uma câmera de vídeo, uma imagem é capturada (Figura 2(a)) e transformada em uma imagem binária (Preto e Branco) baseado em um limiar de intensidade (Figura 2(b)). Depois, busca-se nesta imagem por regiões quadradas. O ARToolKit encontra todos os quadrados na imagem binária, muitos deles não correspondem a marcadores de referência.

Para cada quadrado, o desenho padrão dentro dele é capturado e comparado com alguns marcadores pré-treinados. Se houver alguma similaridade, o ARToolKit considera que encontrou um dos marcadores de referência.

O ARToolKit usa então o tamanho conhecido do quadrado e a orientação do padrão encontrado para calcular a posição real da câmera em relação a posição real do marcador. Uma matriz 3x4 contém as coordenadas reais da câmera em relação ao marcador. Esta matriz é usada para calcular a posição das coordenadas da câmera virtual. Se as coordenadas virtuais e reais da câmera forem as mesmas, o objeto virtual pode ser desenhado precisamente sobre o marcador real (Figura 2 (c)).

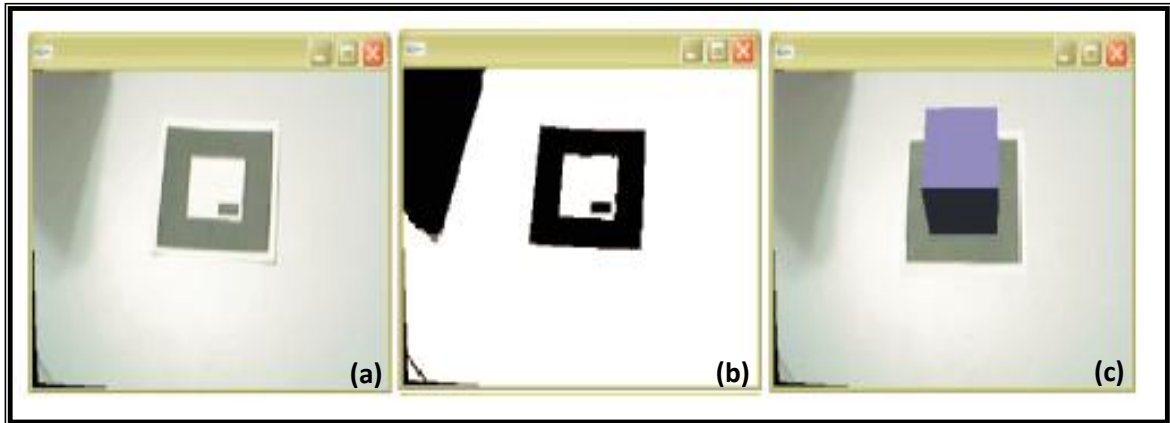


Figura 2.7 - Análise da imagem pelo ARToolKit (KATO, BILLINGHURST et al., 2005)

Desta forma, destaca-se que o ARToolKit usa técnicas de Visão Computacional para calcular o ponto de vista real da câmera em relação a um marcador no mundo real. A Figura 3 ilustra os passos do processo de funcionamento do ARToolKit.



Figura 2.8 - Funcionamento do ARToolKit (KATO, BILLINGHURST et al., 2005)

2.6 Educação Profissional

Recentemente, falando em tempo no contexto da educação, o Brasil aprovou uma nova lei de diretrizes e bases da educação, a Lei 9.394 de 20 de Dezembro de 1996, conhecida como LDB ou Lei Darci Ribeiro. Ela estabelece dois níveis para a educação: a educação básica e a educação superior; duas modalidades: a

educação de jovens e adultos e a educação especial; e uma modalidade complementar: a educação profissional, conforme Figura 2.9.



Figura 2.9 – Modalidades da Educação – Objeto de Estudo

A educação básica é estruturada pela educação infantil —para crianças de 0 a 6 anos—, o ensino fundamental —obrigatório, com nove anos— e o ensino médio, de três anos. A educação superior é constituída de cursos seqüenciais, cursos de graduação e de pós-graduação. A educação profissional é definida como complementar à educação básica, portanto a ela articulada, mas podendo ser desenvolvida em diferentes níveis, para jovens e adultos com escolaridade diversa.

A educação profissional tem como objetivos não só a formação de técnicos de nível médio, mas a qualificação, a requalificação, a reprofissionalização para trabalhadores com qualquer escolaridade, a atualização tecnológica permanente e a habilitação nos níveis médio e superior. A educação profissional deve levar ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva.

Porém a educação profissional traz consigo problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, especificamente por dificuldades em demonstrar na prática a vivência profissional das áreas que são objetos destes

cursos profissionalizantes. Estas dificuldades podem ser citadas: falta de capacitação necessária aos docentes, nivelamento entre mercado e educação e sobretudo alto custo dos equipamentos para simulação de vivências práticas.

Neste contexto, a busca por ferramentas que auxiliassem os professores e alunos na construção do conhecimento foram gradativamente sendo incluídas, juntamente com conceitos e práticas aplicadas nos diferentes cursos oferecidos, destacam-se entre estas ferramentas as computacionais em destaque a Realidade Virtual e Aumentada, pois segundo Kirner (Kirner, 2007).

Os avanços na área computacional propiciam novas relações de interação homem-máquina, a partir de interfaces diretas e abertas que oferecem novas conexões, transformam o meio e favorecem a construção do conhecimento, sem instruções previamente elaboradas e definidas pelo educador, fazendo com que os professores auxiliem os alunos na descoberta e construção do novo (Kirner et.al., 2007)

Neste trabalho foram enfatizadas as ferramentas que apóiam o ensino e aprendizado na educação profissional com destaque para as ferramentas computacionais que utilizam principalmente tecnologia de Realidade Aumentada³.

A possibilidade de interação entre imagens de objetos reais e virtuais, que ocorre através da Realidade Aumentada, pode oferecer maiores informações sensíveis, facilitando a associação, a reflexão sobre a situação e o prazer em realizar e aprender.

2.7 Aspectos relevantes do Software para Educação Profissional

Em virtude do aumento significativo do número de estudantes que procuram a educação profissional, há também um crescimento da necessidade do aumento da capacidade dos laboratórios e recursos didáticos, como também o aumento dos recursos físicos para satisfazer o aprendizado de todos os formandos (Jucá, 2006).

Devido a essa incompatibilidade dos recursos físicos existentes em relação aos necessários, são utilizados, nas universidades e centros de formação profissional, ambientes didáticos de simulação de componentes físicos reais. Dessa

³ 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 (Milgran, 1994);

forma, o aprendizado profissional é baseado, principalmente, na modelagem computacional de sistemas reais, que posteriormente e serão vivenciados na vida profissional. De acordo com Canal (Canal, 2005), os ambientes virtuais, criados na modelagem computacional, estimulam a sensação de realismo e interação do usuário com o ambiente, instigando a curiosidade do usuário a lidar com novas tecnologias de informação e aprendizado. Além disso, essas ferramentas computacionais também são empregadas no desenvolvimento cognitivo dos formandos. Esses indícios mostram que a educação profissional está, cada vez mais, dependente dos softwares educativos.

Os softwares educativos relevantes a educação profissional, são classificados por (Sancho, 1998) e (Oliveira, 2001) em grandes grupos de acordo com as suas características e suas vantagens, são eles: **Tutoriais; Exercício ou prática; Demonstração; Simulação; Jogo; Monitoramento**. Esta pesquisa classifica-se em um sistema de autoria que tenha por objetivo a elaboração de livros virtuais para apoiar as principais características descritas pelos autores.

Como os softwares geralmente apresentam uma resposta a partir de um determinado dado de entrada, seja ele certo ou errado, (Borges, 1999) defende que os softwares educativos podem estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico e, conseqüentemente, da autonomia do indivíduo, a medida em que podem levantar hipóteses, fazer interferências e tirar conclusões a partir dos resultados apresentados.

Por estes motivos, é preciso avaliar os princípios didáticos, as potencialidades de aprendizagem e as limitações tecnológicas, como também, o nível e a capacidade de interação destas ferramentas computacionais para o uso eficiente na educação profissional.

2.8 Considerações Finais

Neste capítulo foram definidos conceitos sobre Realidade Aumentada e Educação Profissional esta última sendo o objeto de estudo desta pesquisa, o entendimento destes conceitos é fundamental para o entendimento da aplicação proposta por esta pesquisa. No próximo capítulo serão apresentados os principais trabalhos motivadores desta pesquisa.

CAPÍTULO 3

TRABALHOS RELACIONADOS.

3.1 Introdução

Com o intuito de buscar tecnologias que auxiliem no desenvolvimento desta pesquisa, foram realizados estudos sobre o estado da arte em relação as aplicações de Realidade Aumentada que possam contribuir para a elaboração de conteúdos a serem utilizados na educação profissional.

Conforme os objetivos específicos, foram selecionados principalmente trabalhos que enfatizem utilização de sistemas de autoria e aplicações elaboradas com os mesmos para que a partir desta análise seja possível selecionar o sistema de autoria que melhor enquadre-se no objeto de estudo.

Foram listadas também pesquisas que possibilitem auxiliar na metodologia de avaliação proposta por esta pesquisa.

3.1.1 Metodologia de Análise

Com intuito de avaliar o estado atual das pesquisas relacionadas a este trabalho, verificaram-se principalmente as pesquisas que tem ligação direta com o objeto de estudo ou que proporcionam autoria, simulação e treinamento em ambientes educacionais através de Realidade Aumentada. Experiências dos usuários conforme Figura 3.1.

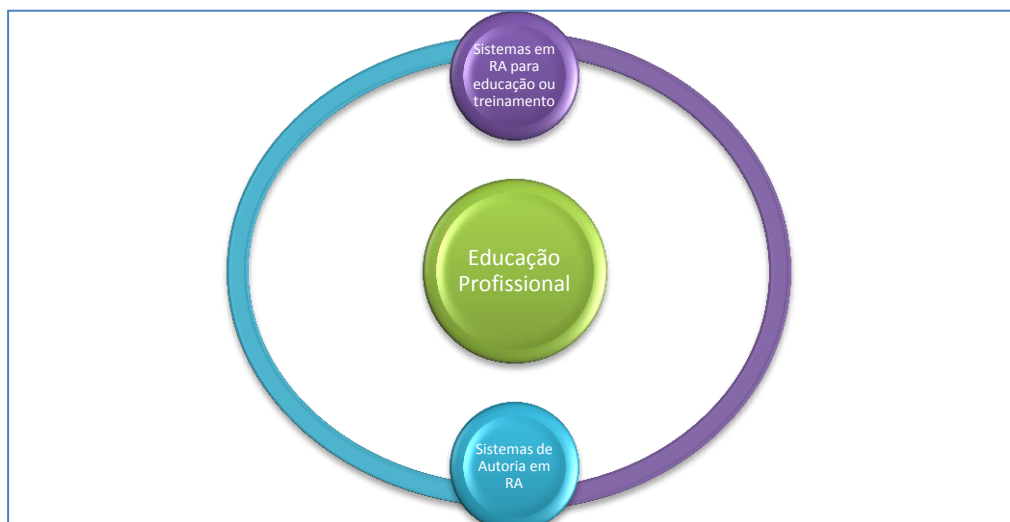


Figura 3.1 - Análise dos Trabalhos Relacionados

Neste contexto os trabalhos relacionados e discutidos, enquadram-se diretamente nos objetivos específicos listados para este trabalho.

3.2 Sistemas de Autoria em Realidade Aumentada

Os sistemas de autoria oferecem ferramentas para a manipulação de técnicas e recursos computacionais complexos, sem exigir de seus usuários conhecimentos específicos em programação. O objetivo desses sistemas de autoria é possibilitar que usuários possam criar e desenvolver as suas próprias tarefas, não dependendo de programadores para realizá-las (Kirner, 2008).

3.2.1 – MRIT

Este *toolkit* de alto nível desenvolvido por Liarokapis (Liarokapis, 2004) voltado para criação de aplicações de Realidade Aumentada baseia-se em uma arquitetura de camadas em que a aplicação comunica-se com o framework e suporta áudio, vídeo e interação do usuário. O toolkit destaca-se por prover controle de RA na forma audiovisual, ao mesmo tempo em que permite interação do usuário.

As Figuras 3.2 e 3.3 demonstram a inserção de um objeto virtual no cenário por meio de sistema menus, este possibilita a visualização do objeto em tempo real, proporcionando ainda ao usuário possibilidade de inserir sons, vídeo, textos e imagens.

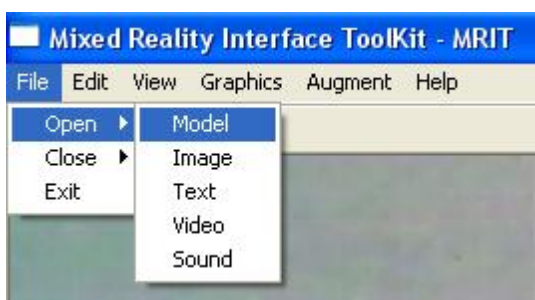


Figura 3.2 - Menu do Toolkit

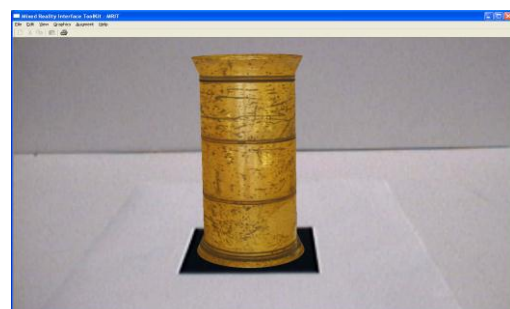


Figura 3.3 - Aplicação em interação

3.2.2 ComposAR

Esta pesquisa desenvolvida por Seichter (SEICHTER, 2008) apresenta uma ferramenta de autoria que concentra seus objetivos em aplicações para leigos. Seu principal foco é associar objetos virtuais com reais, definir interações para estes objetos e possibilitar o uso de scripts interpretativos. Esta ferramenta foi construída sobre o osgART (LOOSER, 2006) que utiliza uma arquitetura de plugins para apoiar varais visões computacionais a partir do qual o usuário pode escolher sua preferida.

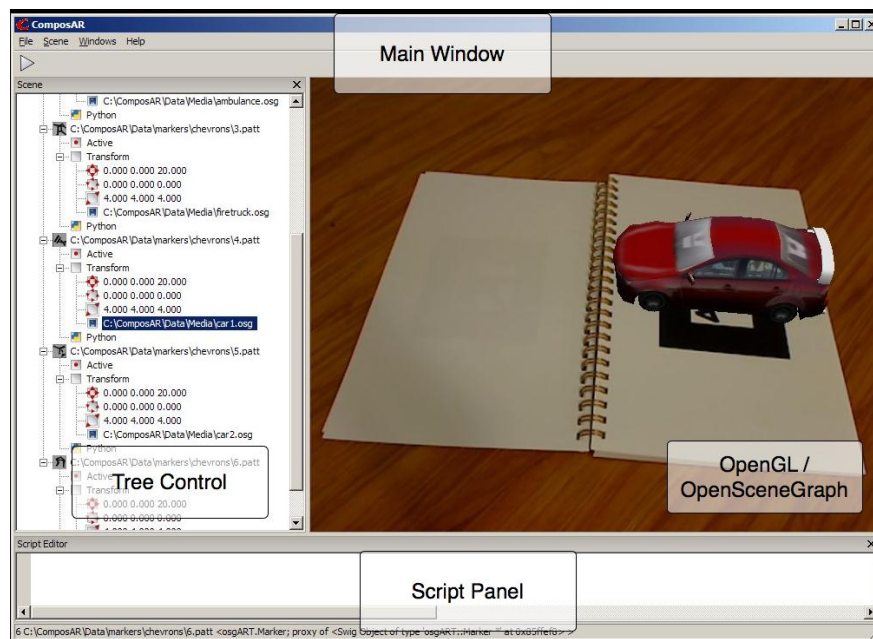


Figura 3.4 - Interface Principal do ComposAR (SEICHTER, 2008)

3.2.3 DART

O DART foi desenvolvido como um conjunto de extensões do ambiente de programação multimídia Macromedia Director (atualmente Adobe Director), que é uma poderosa ferramenta de autoria para construção de conteúdos multimídia.

O DART é um conjunto de ferramentas que provêem um desenvolvimento rápido em Realidade Aumentada, e foi desenvolvido pelo GVV Center no *Georgia Institute of Technology*. Ele é composto por extensões do Director escritas na linguagem LINGO e *plugins* escritos na linguagem C++, além de usar como suporte para a captura de vídeo, rastreamento e para o processo de reconhecimento de marcadores a biblioteca ARTToolkit.

Esta ferramenta é voltada para aplicações onde a mídia gerada por computador é diretamente integrada à percepção dos participantes. Ela suporta o sistema operacional Windows e MacOSX.

3.2.4 SACRA

O Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada, foi desenvolvido para que usuários “leigos” em computação, principalmente professores dos ensinos fundamentais e médios, pudessem utilizar recursos de Realidade Aumentada em suas aulas. Nesta ferramenta é exigido do usuário apenas a configuração do ambiente e a busca de objetos virtuais em VRML. (Santin, 2008)

O SACRA disponibiliza a seus usuários técnicas de interação, a partir de operações envolvendo propriedade dos marcadores como visibilidade, posição e orientação. Essas operações permitem aos usuários interagirem no ambiente, através do controle da presença, mudança de características e manipulação dos objetos virtuais.

A autoria no SACRA oferece suporte a colaboração, permitindo que outros usuários possam contribuir na construção de mundos virtuais.

A troca de informações entre os participantes é fundamental para a coordenação do trabalho colaborativo. Dessa maneira, é necessário utilizar as tecnologias de comunicação existentes na atualidade, como os chats ou sistemas vídeo-conferência.

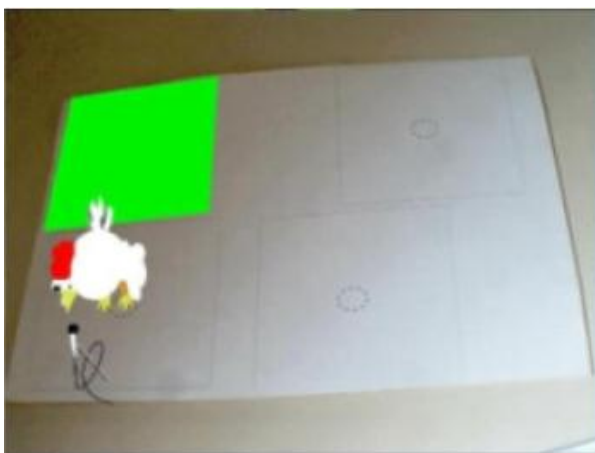


Figura 3.5 - posição da imagem de acordo com os pontos

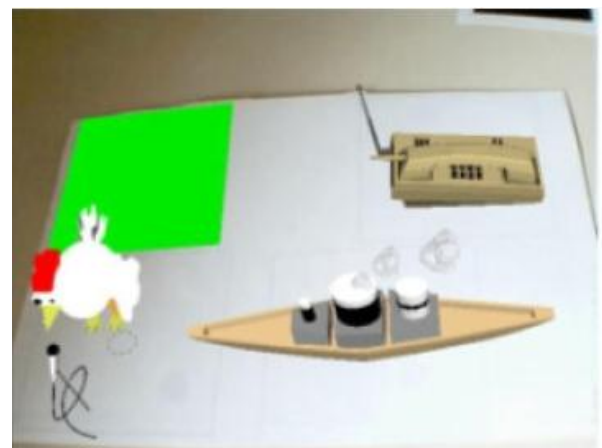


Figura 3.6 - Múltiplos pontos cadastrados

Através da execução da aplicação é possível utilizar marcadores de ação previamente cadastrados, conforme Figura 3.5, possibilita ainda a configuração de referências remotas, áudio e teclas de auxílio através do teclado, gerando um ambiente virtual (Figura 3.6) possível de ser aplicado e adaptado a qualquer condição que envolva educação e treinamento.

3.2.5 SICARA

O Sistema Complexo Aprendente com Realidade Aumentada, apresenta o desenvolvimento de vários cenários de aprendizagem em Realidade Aumentada, enfatizando principalmente a integração do lúdico com o formal. Em seguida, serão mostrados três exemplos de uso de Realidade Aumentada com o software ARToolKit, contendo os arquivos necessários para o usuário replicar a aplicação no seu computador e reconfigurá-la, de acordo com sua necessidade.

3.2.6 - Aprendizagem de Aritmética com Realidade Aumentada

O sistema de aprendizagem de aritmética, envolvendo as quatro operações, foi desenvolvido, mediante adaptação do software ARToolKit, para funcionar com placas de exemplos de operações, além de uma placa de controle de sequência 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.

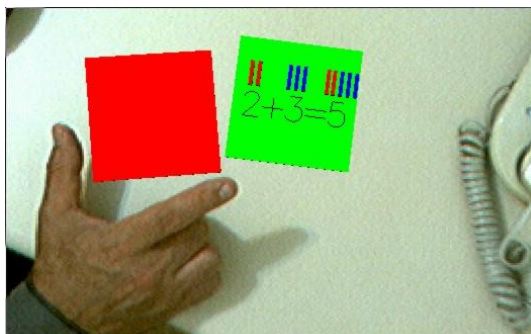


Figura 3.10 - Aritmética com RA - SICARA

3.4 Considerações Finais.

A tabela 1 demonstra a comparação entre os trabalhos relacionados, destacando suas vantagens e desvantagens para utilização como sistema de autoria para educação profissional.

Tabela 1 – Quadro comparativo dos trabalhos relacionados

Sistemas de Autoria	Aplicações Educacionais possíveis					
	Tutoriais	Exercícios	Autoria	Simulação	Jogo	Livro
MRIT	X	X	X		X	X
COMPOS AR	X	X	X		X	
DART		X	X		X	X
SACRA	X	X	X	X		
SICARA - Aritmética	X		X	X	X	

De acordo com o quadro comparativo, percebe-se que todos os trabalhos relacionados possibilitam autoria em Realidade Aumentada, mas nem sempre dão suporte a criação de aplicações educacionais e principalmente, não possibilitam uma rápida compreensão de sua utilização por usuários não programadores.

CAPÍTULO IV

PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA CONTEÚDOS EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

4.1 Introdução

Após o estudo realizado nos capítulos anteriores, foi possível elaborar uma estratégia pedagógica que servirá como modelo para auxiliar os professores da educação profissional no desenvolvimento de conteúdos didáticos por meio de técnicas de Realidade Aumentada. Esta estratégia foi fundamentada principalmente na questão de desenvolver uma proposta de sistema de autoria que possibilite ser inserida no contexto do planejamento das aulas, sem necessidade de conhecimentos avançados em informática.

De acordo com a avaliação dos trabalhos relacionados a ferramenta de autoria que atendeu a maioria das características descritas foi o SACRA (Santin, 2008), que de acordo com Kirner (Kirner, 2008) esta foi desenvolvida com o propósito de atender principalmente os professores do ensino fundamental e médio, possibilitando que os mesmos pudessem utilizar Realidade Aumentada em suas atividades de ensino.

4.2 Proposta de Arquitetura para desenvolvimento de conteúdo educacional em Realidade Aumentada.

A proposta pedagógica, para desenvolvimento de conteúdos didáticos para educação profissional com realidade aumentada, consistiu basicamente na elaboração de três cenários principais. O primeiro é responsável pelo planejamento dos conteúdos que serão aplicados, a seleção dos objetos virtuais, a seleção de marcadores e os testes de funcionamento. O segundo cenário será o de elaboração do tipo de estratégia que será utilizada, visando sempre as características do software para educação profissional. O terceiro cenário descreverá as estratégias de aplicação do conteúdo desenvolvido, assim como as avaliações que serão aplicadas.

4.2.1 Arquitetura do primeiro cenário – Planejamento.

Esta proposta de arquitetura, permite visualizar a estratégia que será utilizada para o planejamento e seleção de conteúdos, objetos virtuais e marcadores, conforme Figura 4.1.

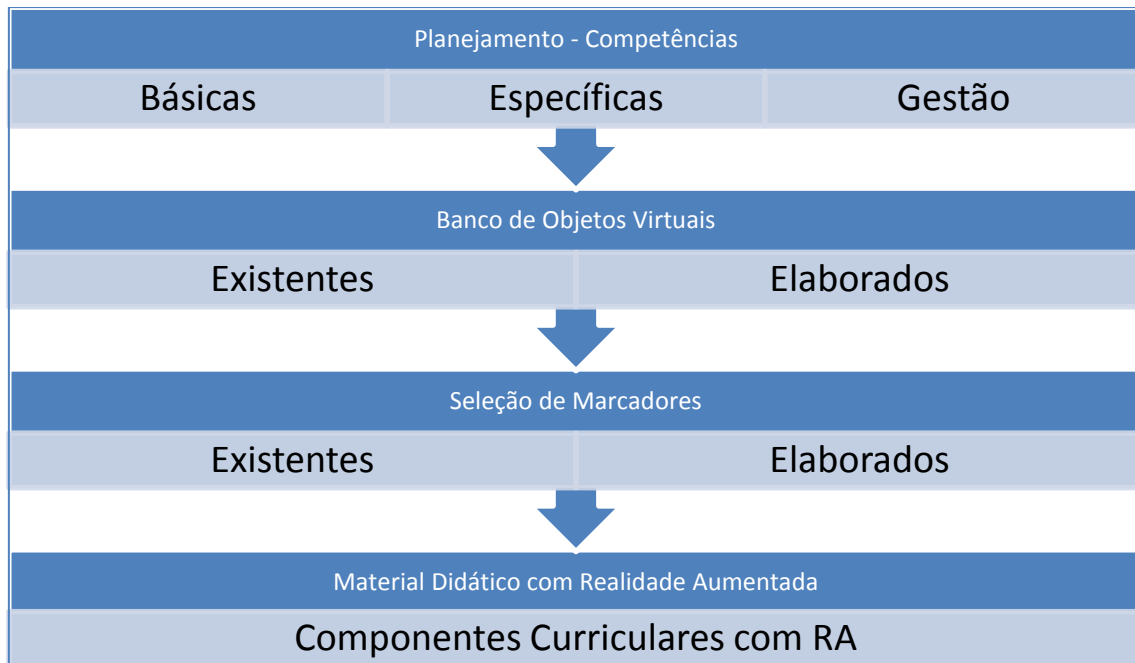


Figura 4.1 – Arquitetura de Planejamento

4.2.2 Planejamento de Conteúdos:

Competências: Método utilizado pela educação profissional como modelo norteador de práticas pedagógicas, no planejamento da educação profissional, divide-se em três blocos:

Competências Básicas: envolvem os fundamentos técnicos e científicos, de caráter geral, em que se baseiam as competências específicas e de gestão relativas à qualificação profissional;

Competências Específicas: englobam capacidades técnicas, as quais permitem operar eficientemente, objetivos e variáveis que interferem diretamente na criação do produto; e

Competências de Gestão: são o conjunto de capacidades organizativas, metodológicas e sociais, referentes à qualidade e à organização do trabalho, às relações no trabalho e a condição de responder a situações novas e imprevistas.

Para apoiar a análise do perfil da qualificação profissional, sugere-se a utilização de uma ficha denominada *Análise do Perfil da Qualificação Profissional (Tabela 2)*.

Tabela 2 - Análise do Perfil da Qualificação Profissional (SENAI, 2009)

<i>Perfil Profissional:</i>			
<i>Unidades de Qualificação (denominação)</i>			
<i>Unidades de Competência</i>	Competências		
	<i>Básicas</i>	<i>Específicas</i>	<i>De gestão</i>

4.2.3 Seleção de Objetos Virtuais

Os objetos virtuais que serão utilizados na elaboração do conteúdo didático, poderão ser adquiridos a partir de três fontes:

Banco de Objetos Virtuais: Consiste em objetos virtuais já modelados e prontos para serem utilizados, estes estarão separados por categoria e serão visualizados por meio de browser, sua aplicação dependerá do conteúdo a ser desenvolvido.

Objetos Virtuais Elaborados: Serão desenvolvidos a partir de tecnologias de autoria como 3D Studio e o VRMLPad de acordo com a necessidade dos professores em desenvolver conteúdos específicos, neste caso um especialista é necessário, portanto no caso desta pesquisa ocorrerá em situação esporádica.

Objetos Virtuais Existentes: Consiste na busca de objetos previamente modelados e disponibilizados nos vários repositórios da internet, bastando ao

professor localizar e efetuar o download do mesmo, logo em seguida utiliza-lo no conteúdo que esta sendo desenvolvido.

4.2.4 Seleção de Marcadores:

Os marcadores utilizados poderão ser selecionados ou modelados, sugere-se nesse caso a utilização do software Artoolkit Marker Generator, que possibilita que sejam automaticamente criados vários marcadores a partir de imagens capturadas por dispositivos de entrada de dados. Outras opções são:

Marcadores Existentes: O sistema utilizado traz uma série de marcadores previamente cadastrados que podem ser configurados para utilização em diversos objetos virtuais, para isso é necessário que se observe os marcadores de objetos e os marcadores de ação.

Novos Marcadores: Consiste na modelagem de novos marcadores manualmente, o sistema traz um modelo de moldura em branco que possibilita que sejam desenvolvidas novas marcas para utilização em objetos virtuais adicionais aos existentes.

Concluída esta primeira etapa, tem-se subsídios tecnológicos necessários para que a estratégia de aplicação possa ser elaborada, o que será descrito a seguir.

4.2.5 Arquitetura do segundo cenário – Estratégia de software.

A arquitetura do segundo cenário, é a descrição da seleção de estratégias que serão utilizadas na seleção do tipo de software que será desenvolvido, conforme Figura 4.2

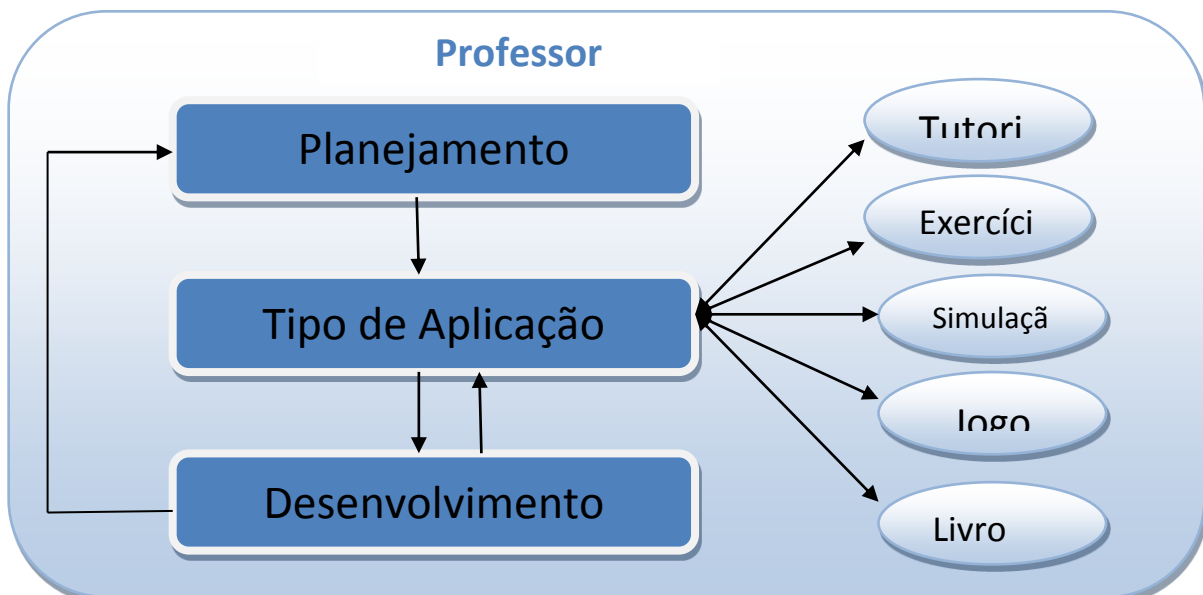


Figura 4.2 – Arquitetura da Seleção da Estratégia

Após a etapa de planejamento a seleção das estratégias é descrita de forma detalhada a seguir:

4.2.6 Tipo de Aplicação

A seleção do tipo de aplicação que será utilizada, dependerá principalmente do planejamento elaborado previamente pelo professor, este poderá fazer uso de uma ou mais estratégias didáticas em conjunto, cada uma destas estratégias já foi conceituada em capítulos anteriores, a seguir serão descritos alguns materiais e métodos necessários para desenvolvimento de cada uma das opções possíveis.

4.2.7 Aplicação Tutorial

Para o desenvolvimento desta aplicação, é necessário que no planejamento sejam elaboradas as perguntas e respostas que devem ser inseridas durante o desenvolvimento do conteúdo aplicado no tutorial. O modelo descreve a arquitetura utilizada no desenvolvimento de tutoriais conforme Figura.4.3.

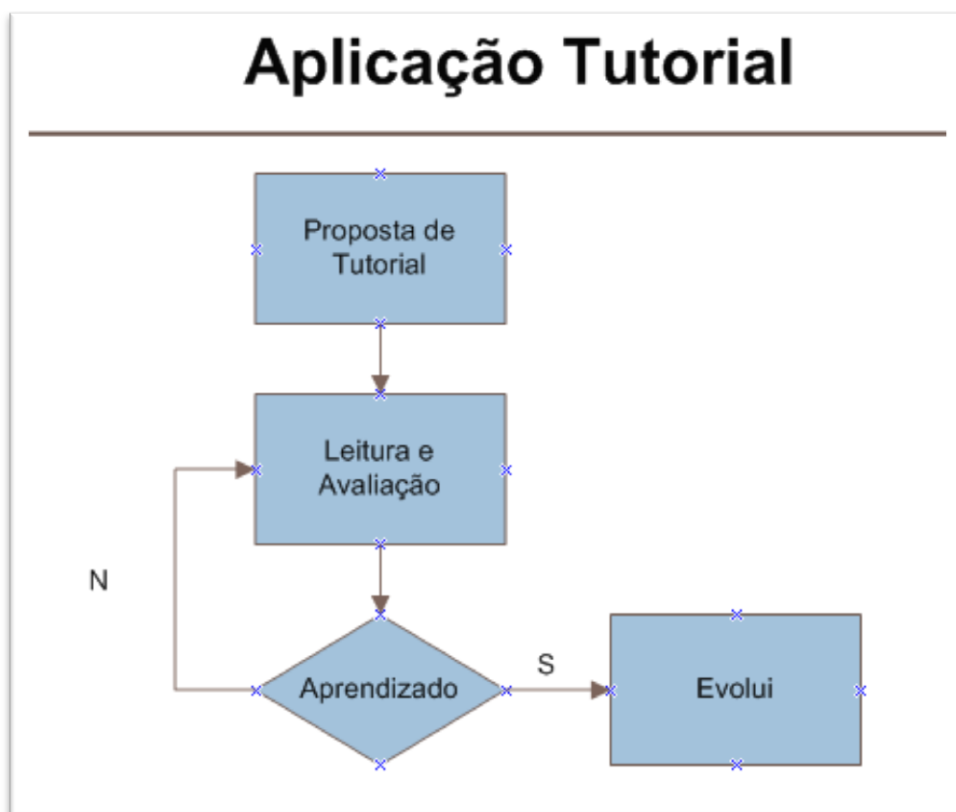


Figura 4.3 – Arquitetura de desenvolvimento de Tutoriais

Nesta aplicação, os conteúdos devem estar em concordância com as habilidades e competência que se deseja explicar e avaliar em forma de exposição de conteúdos e avaliações dos mesmos, é necessário demonstrar a evolução da tarefa proposta.

4.2.8 Aplicação Exercício ou Prática

Para esta aplicação primeiramente o professor deve ter conceituado o conteúdo através de alguma técnica expositiva, em seguida são elaboradas questões sobre o conceito estudado e por fim avaliado através da correção dos exercícios. A arquitetura para desenvolvimento desta aplicação é descrita na figura Figura 4.4.

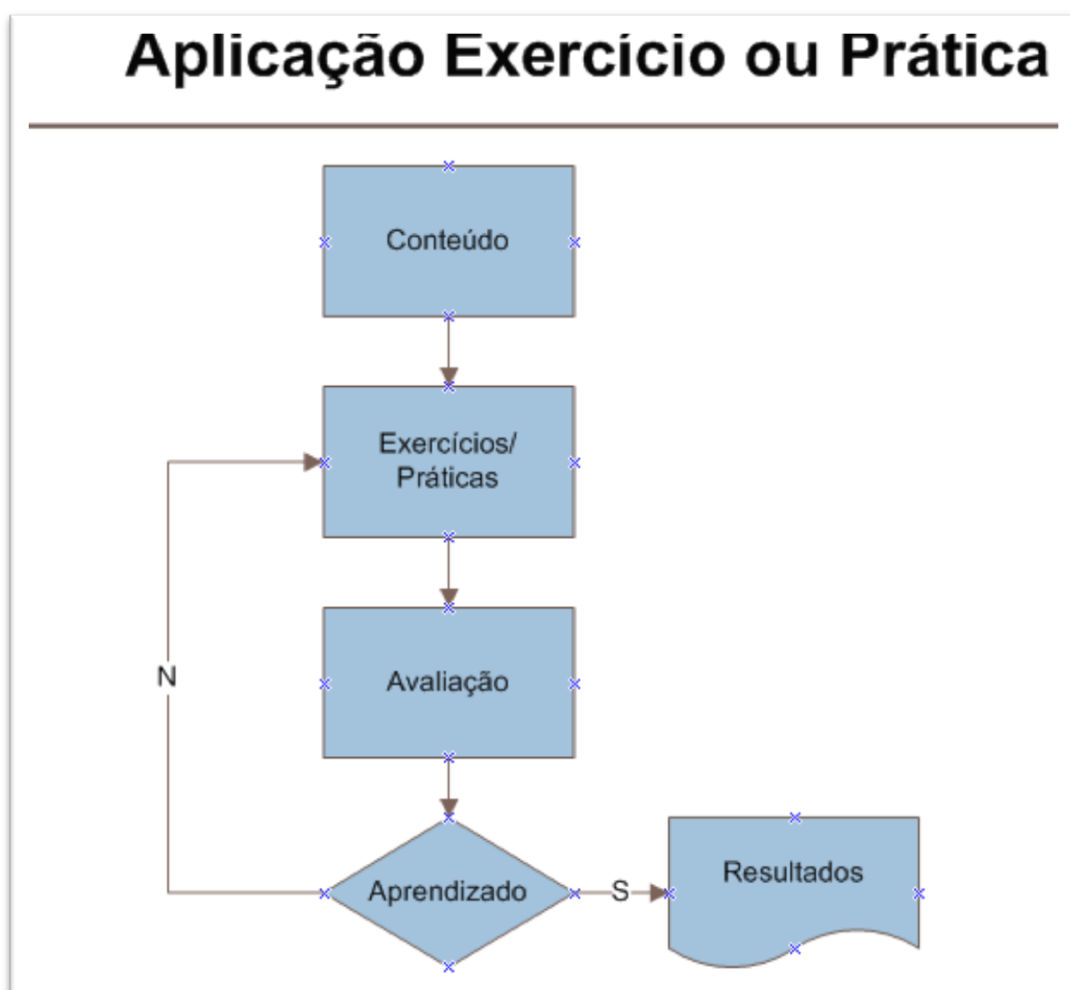


Figura 4.4 – Arquitetura de desenvolvimento de Exercícios

Nesta aplicação é possível a fixação dos conteúdos estudados por meio de exercícios elaborados previamente pelo professor e aplicados com o sistema de autoria, as questões devem estar de acordo com o planejamento executado na primeira fase e em concordância com as habilidades e competências em questão.

4.2.9 Componente Simulação

Esta aplicação possibilita a simulação de um ambiente real, no qual será possível através de testes, simular as conseqüências das iterações no ambiente, é recomendada sua utilização quando se necessita que um determinado aprendizado ocorra de forma prática sem necessariamente utilizar o ambiente real, é possível então que sejam feitas experiências no ambiente virtual e em seguida, após esgotadas todas as alternativas sejam aplicadas no ambiente real. A Figura 4.5, demonstra a arquitetura necessária ao desenvolvimento de aplicações do tipo simulação no sistema de autoria.

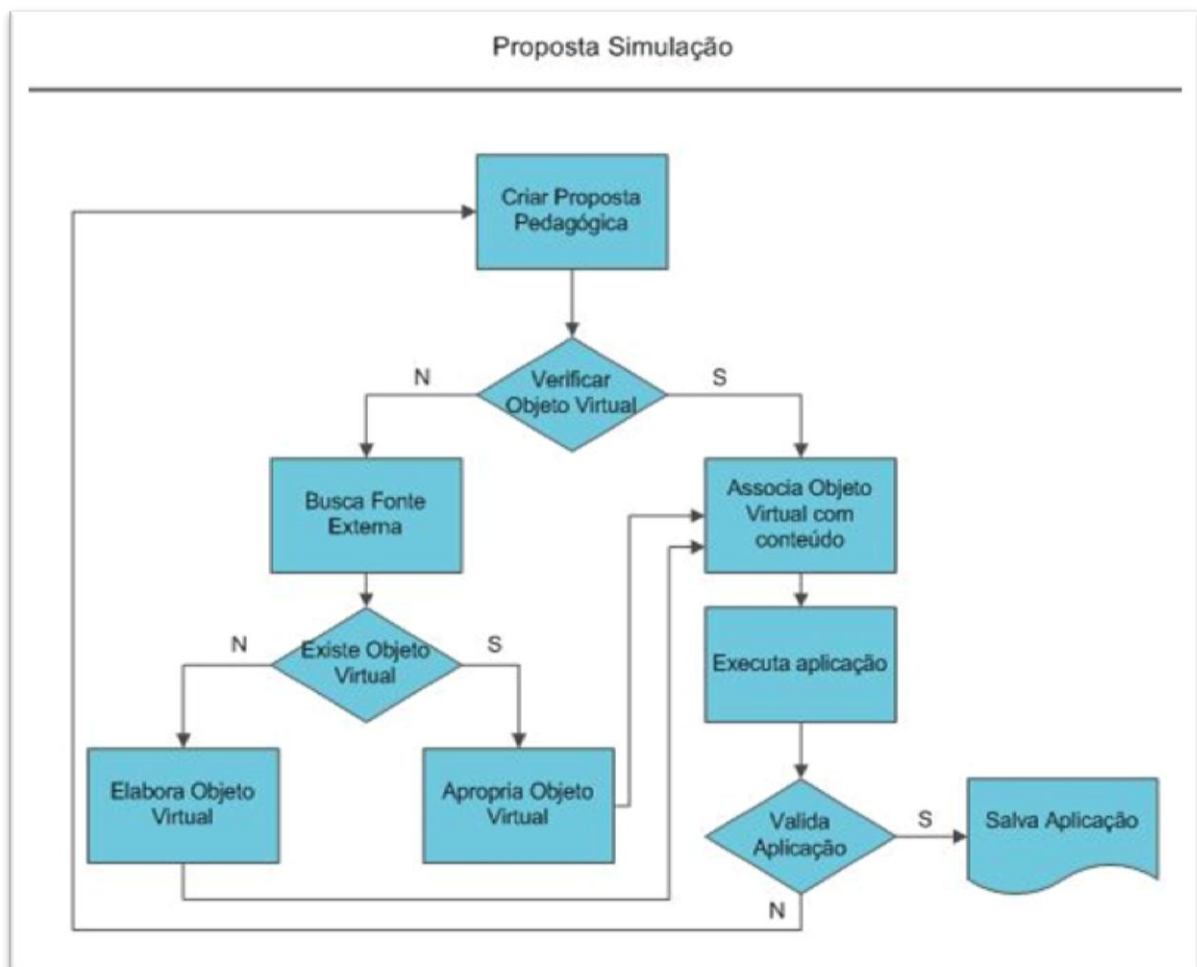


Figura 4.5 – Arquitetura de desenvolvimento de Simulações

Nesta arquitetura fica claro a necessidade de um ambiente real para após esgotadas todas as iterações no ambiente virtual através do sistema de autoria, se possa comprovar por meio de simulações os conceitos abordados.

4.2.10 Aplicação Jogo

Nesta aplicação é possível que se desenvolva um jogo lúdico, explorando algum conceito estudado, nesta aplicação o professor deverá inserir uma série de regras que visem despertar no aluno heurísticamente o desenvolvimento de estratégias para alcance do objetivo proposto. A arquitetura para o desenvolvimento do jogo é descrita através da Figura 4.6.

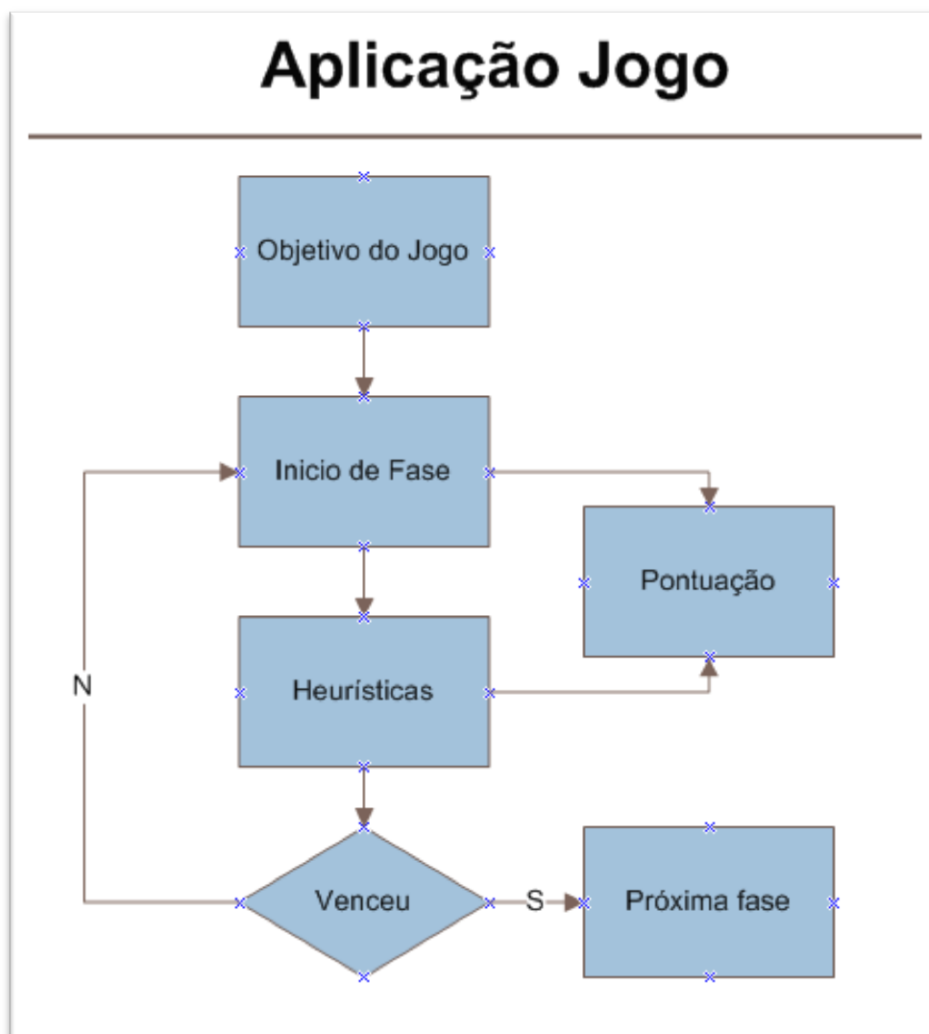


Figura 4.6 – Arquitetura de desenvolvimento de Jogos

Após definido o objetivo do jogo e suas restrições, deverão ser possíveis de avaliar as heurísticas utilizadas, assim como a passagem de fases e uma pontuação deverá ser concedida de acordo com a evolução do aluno.

4.2.11 Aplicação Livro Virtual

Nesta aplicação o conteúdo a ser abordado é selecionado, em seguida as imagens convencionais utilizadas para ilustrar o conteúdo são substituídas por objetos virtuais com intuito de melhor visualizar as informações e trazer maior realismo ao conteúdo estudado, nesta aplicação o professor deverá direcionar a aula de forma que o material didático convencional sirva como fonte de referencia ao conteúdo. A Figura 4.7 ilustra a arquitetura necessária para o desenvolvimento desta aplicação.

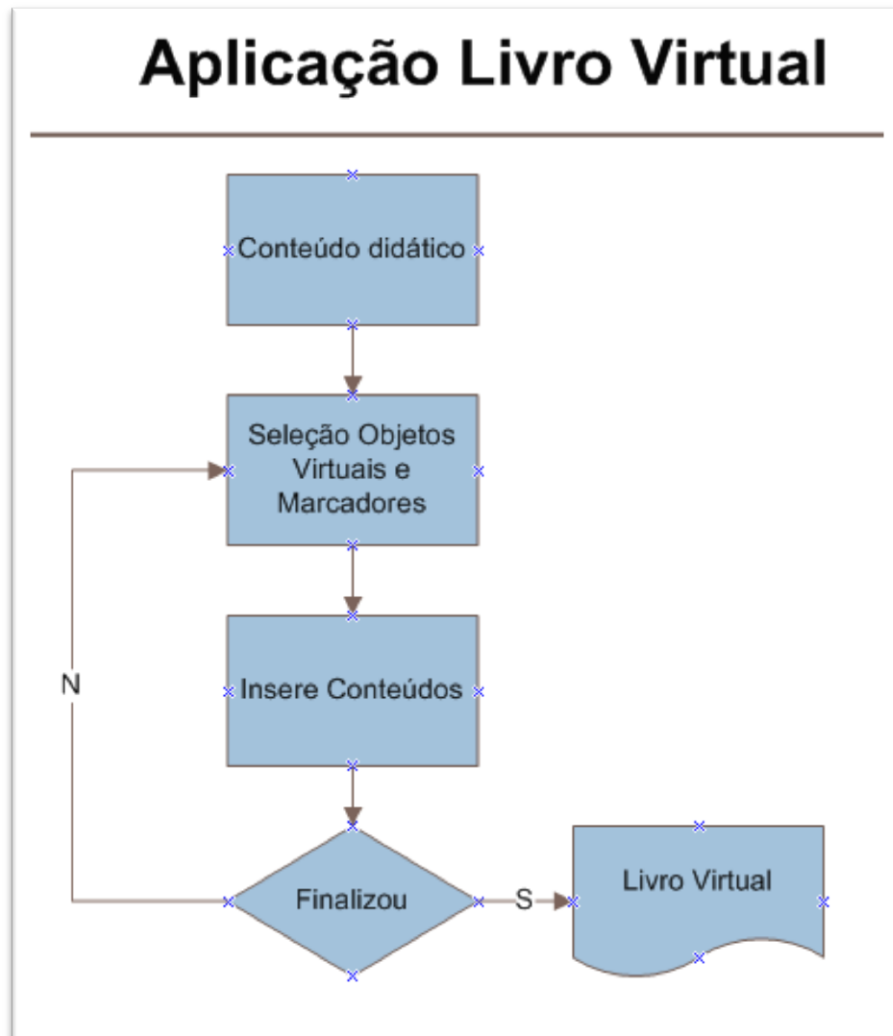


Figura 4.7 – Arquitetura de desenvolvimento de Livro Virtual

Nesta aplicação o aluno percorrerá o livro virtual de maneira que a cada ilustração necessária ao entendimento do conteúdo ele poderá visualizar um objeto virtual sobreposto a um marcador referente ao conceito abordado.

4.3 Tecnologias de Apoio

Nesta seção serão descritas as tecnologias que apoiaram o desenvolvimento do sistema de autoria, estas foram selecionadas a partir de sua aderência ao desenvolvimento do sistema, visto que o objetivo deste trabalho é propor uma solução para o desenvolvimento de aplicações voltadas para educação profissional, procurou-se utilizar ferramentas disponíveis na escola estudada e outras ferramentas de livre utilização.

4.3.1 Tecnologia para Construção da Interface com o Usuário – GUI

Para a construção da Interface com o usuário foi utilizada a ferramenta Borland Delphi versão 6.0 (BORLAND, 2005), por se tratar de uma ferramenta modelo RAD (Rapid Application Development), possibilitou a construção de uma interface Windows, que oferece comandos intuitivos para o usuário e implementa a maioria das interações com o sistema, possuindo componentes específicos para construção de botões e menus interativos semelhante a outros sistemas que os usuários estão acostumados a utilizar, além disso esta ferramenta possui amplo material de apoio e uma comunidade enorme de desenvolvedores o que possibilitou que fossem rapidamente sanadas eventuais dúvidas de implementação. Por meio desta ferramenta foi possível inserir na interface, janelas de visualização de marcadores e objetos virtuais, assim como associá-los, para em seguida serem disponibilizados aos utilizadores.

4.3.2 Tecnologia para construção de Objetos Virtuais

Para a construção dos objetos virtuais foi utilizado o software 3d Studio Max e em seguida exportados para o formato .WRL. Esta ferramenta possui um alto poder de produtividade, no qual o usuário não fica preso a implementações com linha de código. Cabe salientar, que no presente estudo, esta ferramenta será utilizada para construção de novos objetos virtuais, pois tratando-se do público alvo que em sua maioria são usuários não experientes, optou-se neste primeiro momento pela utilização de objetos virtuais adquiridos a partir de repositórios da internet.

4.3.3 Tecnologia para Realidade Aumentada

O software Artoolkit (KATO e BILLINGHURST, 2005) foi utilizado para implementar técnicas de Realidade Aumentada nos aplicativos que serão gerados por meio do sistema de autoria proposto.

4.4. Considerações Finais

Entende-se que um sistema de Autoria voltado para a Educação Profissional, no qual os usuários não experientes em informática são o público alvo, deve-se proporcionar ao desenvolvedor uma interface amigável e intuitiva, portanto apesar

de não ser detalhado neste capítulo, as técnicas de IHC (Interface Homem Computador) foram aplicadas no desenvolvimento do projeto, principalmente nos requisitos de usabilidade e ergonomia do sistema, o que possibilitou que apesar de ser um sistema de Realidade Aumentada sua interface é muito semelhante às interfaces convencionais, as quais os usuários estão habituados a utilizar.

CAPITULO 5

ARQUITETURA E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

5.1 Introdução

Este capítulo descreve os detalhes da arquitetura e funcionamento do sistema de autoria proposto, no intuito de validar o objeto de estudo e atingir os objetivos pesquisa.

5.2 Diagrama de Caso de Uso

O modelo de casos de uso é uma representação das funcionalidades externamente observáveis do sistema e dos elementos externos ao sistema que interagem com o mesmo. Esse modelo representa os requisitos funcionais do sistema (Bezerra, 2008). A figura 5.1 apresenta o diagrama de caso de uso principal do sistema.

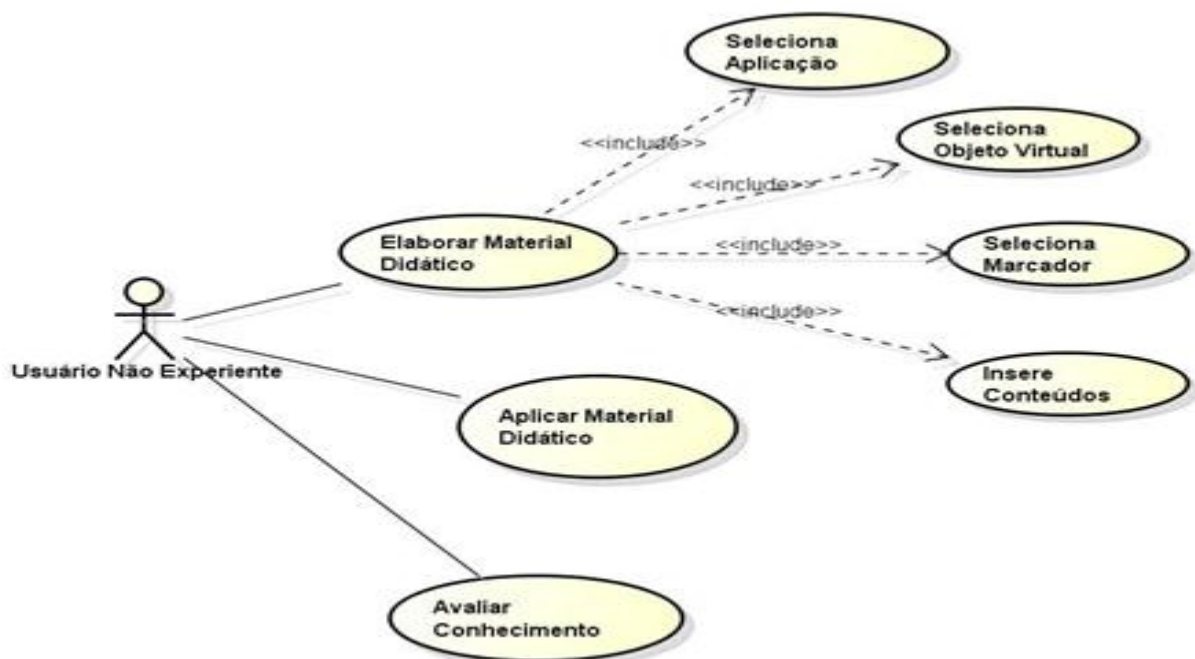


Figura 5.1 – Caso de Uso – Elaborar Aula

Nas tabelas subseqüentes estão os cenários de caso de uso de cada funcionalidade do *software*.

5.3 Descrição dos Casos de Uso

Tabela 5.1 – Elaborar Material Didático

Elaborar Material Didático	
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo descrever a interface principal com o usuário.
Ator	Usuário não experiente
Cenário Principal: <ul style="list-style-type: none"> - Acesso ao Sistema de Autoria - Seleciona Tipo de Aplicação - Seleciona Objeto Virtual - Seleciona Marcador - Insere Conteúdos 	
Cenário Alternativo: <ul style="list-style-type: none"> – Cancela o acesso ao sistema; – Edita Opção Escolhida. 	

Tabela 5.2 – Aplicar Material Didático

Aplicar Material Didático	
Descrição	Este caso de uso descreve a aplicação do material didático desenvolvido por meio do sistema de autoria.
Ator	Usuário não experiente
Cenário Principal: <ul style="list-style-type: none"> - Aplica conceitos; - Aplica Experimentação; - Aplica Material Didático em RA; 	
Cenário Alternativo: <ul style="list-style-type: none"> - Edita material didático - Insere novos conteúdos 	

Tabela 5.3 – Avaliar Conhecimento

Aplicar Material Didático	
Descrição	Este caso de uso descreve a avaliação do conhecimento adquirido por meio de testes
Ator	Usuário não experiente
Cenário Principal: <ul style="list-style-type: none"> - Seleciona avaliação; - Verifica conceitos obtidos; - Disponibiliza conceitos; 	
Cenário Alternativo: <ul style="list-style-type: none"> - Refaz avaliação; - Modifica metodologia de avaliação; 	

De acordo com o diagrama de caso de uso e nas descrições apresentadas nessa seção, foi desenvolvida uma arquitetura/software que atenda aos requisitos levantados anteriormente.

5.4 Detalhes da Arquitetura do Sistema de Autoria

O propósito desta seção é a apresentação da arquitetura para um sistema de autoria em Realidade Aumentada que viabilize a construção de materiais didáticos voltados para inserção na educação profissional, que possibilite a usuários não experientes manter o foco na tarefa a ser realizada e não na tecnologia utilizada, para isso foram desenvolvidos os seguintes módulos:

- Interface com o usuário;
- Gerador de Aplicações;
- Repositório de objetos Virtuais;
- Editor de Conteúdos;
- Associação de conteúdos, objetos virtuais e marcadores

Na Figura 5.2 são descritas as interações entre estes módulos:

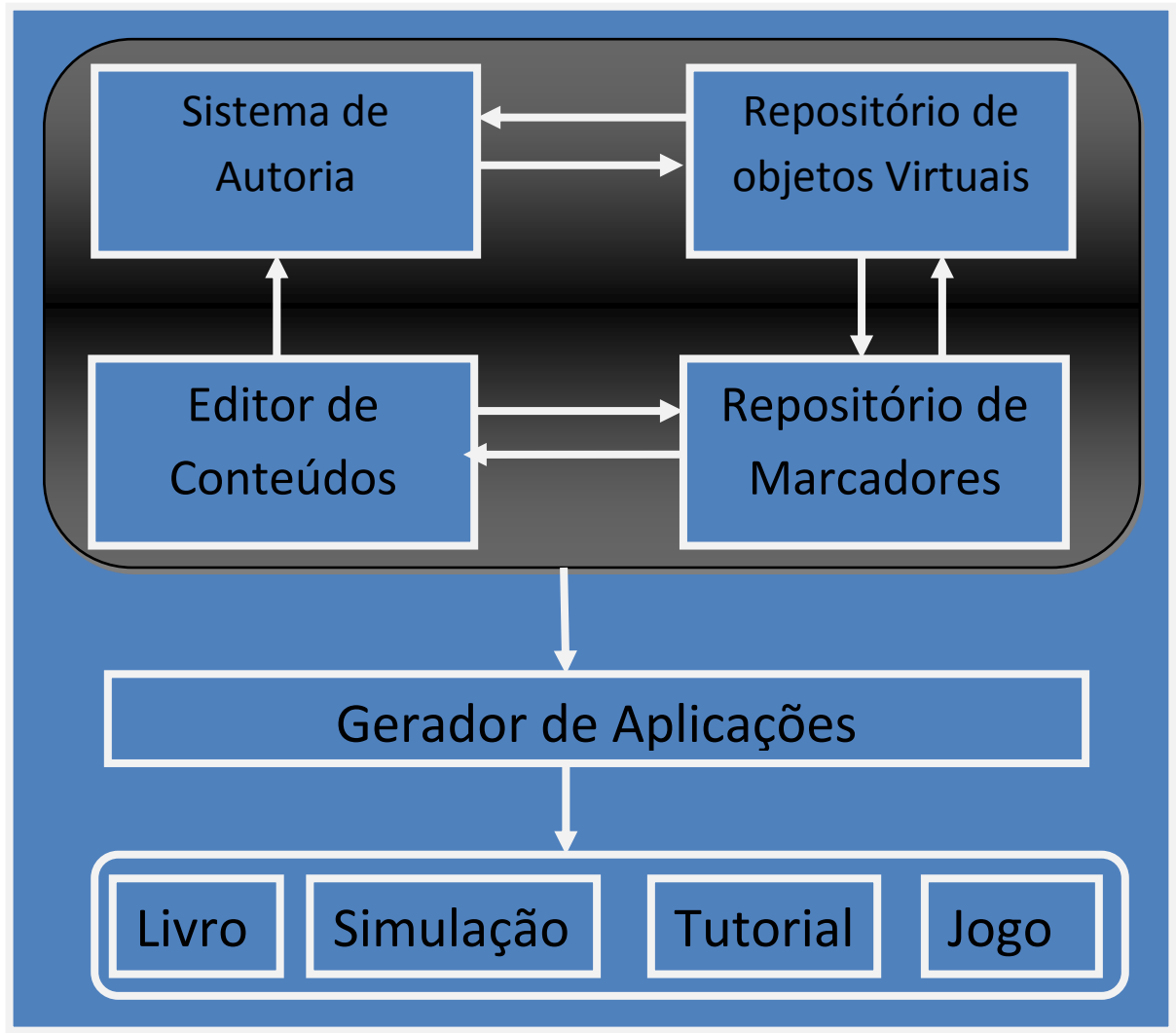


Figura 5.2 – Detalhes da Arquitetura do Sistema de Autoria

- **Sistema de Autoria:** É a interface com o usuário, onde por meio de menus ou botões de ação é feita a interação com o usuário.
- **Repositório de Objetos Virtuais:** É onde estarão disponíveis os objetos virtuais que serão inseridos no material desenvolvido por meio do sistema de autoria. Estes objetos serão desenvolvidos por meio de aplicações específicas ou adquiridos a partir de sites da Web.
- **Repositório de Marcadores:** Neste módulo serão selecionados os marcadores disponíveis para os objetos virtuais disponíveis no sistema. Estes poderão ser construídos a partir de modelos disponíveis no sistema de autoria.
- **Editor de conteúdos:** Neste módulo serão editados os conteúdos a serem disponibilizados pelo sistema de autoria.
- **Gerenciador de Aplicações:** Por meio deste as aplicações serão construídas de acordo com a seleção feita pelo usuário por meio do sistema de autoria.

5.5 Arquitetura de Funcionamento

A figura 5.3, demonstra a arquitetura para construção de aplicações utilizando o sistema de autoria.

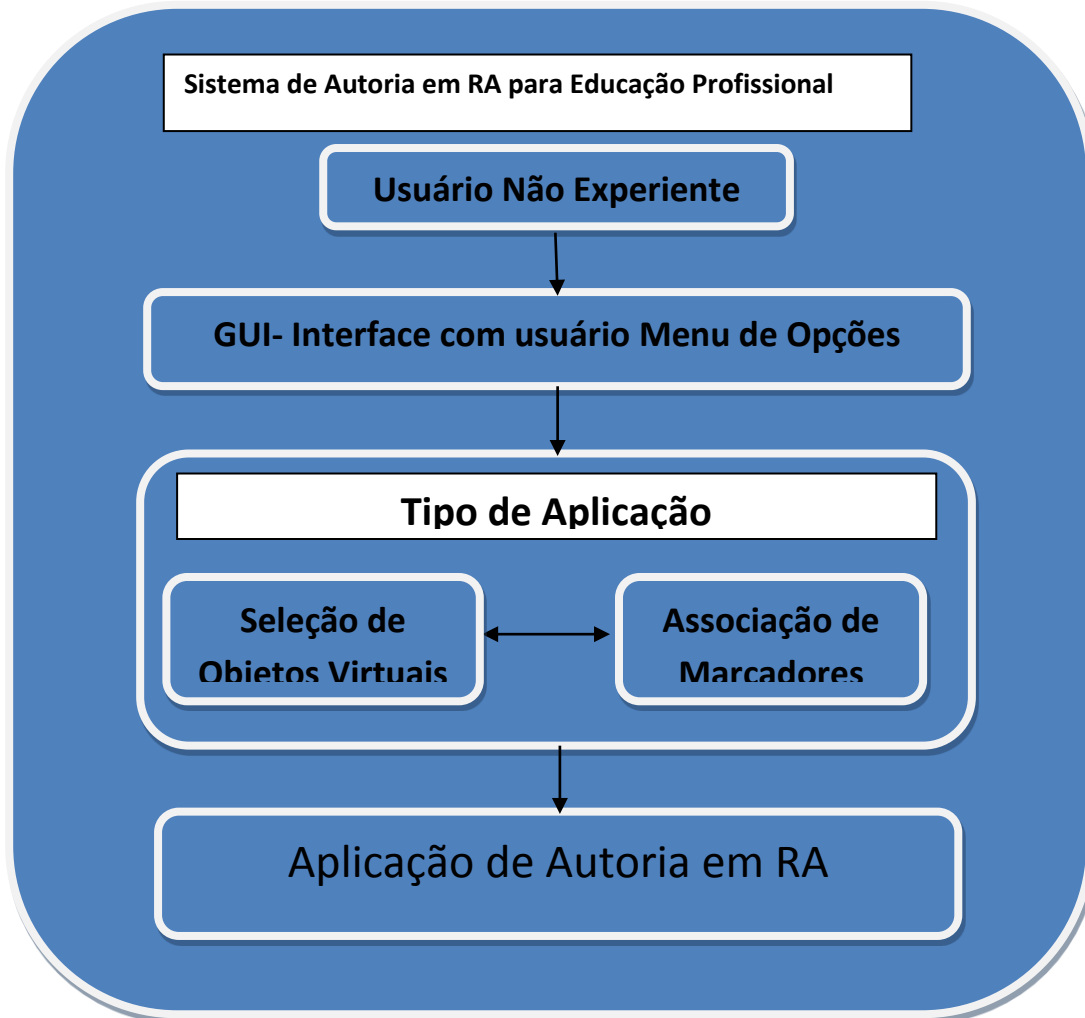


Figura 5.3 – Proposta de Arquitetura do Sistema de Autoria

Os módulos que compõem esta arquitetura são formados pelos componentes descritos a seguir:

Professor/Usuário: É quem será responsável pelo desenvolvimento das aplicações de Realidade Aumentada, assim como sua aplicação e avaliação.

GUI – Interface com o usuário: É onde serão selecionados o tipo de aplicação a serem desenvolvidos, neste módulo, um menu de opções será disponibilizado para o usuário e irá direcioná-lo para a interface de modelagem do sistema, onde será feita a seleção dos objetos virtuais, e a associação com os com

marcadores e em seguida inseridos os conteúdos a serem trabalhados em sala de aula.

Seleção de Objetos Virtuais: Neste módulo é onde o usuário terá a disposição uma lista de objetos virtuais capturados preferencialmente de repositórios da internet ou modelados a partir de software específico (3d Studio), divididos em categorias de acordo com as principais áreas da Educação Profissional. A partir desta lista, o usuário selecionará aquele objeto que corresponde com o conteúdo que está sendo estudado ou considerado.

Associação com Marcadores: Nesta etapa, o sistema, após a seleção do objeto, associará a este um marcador específico que será utilizado no momento da visualização da aplicação selecionada.

Aplicação de Autoria em RA: Este módulo corresponde a saída da aplicação, é onde o professor poderá aplicar o material desenvolvido para os alunos e após avaliar sua eficiência na construção do conhecimento para os alunos da Educação Profissional.

5.6 Detalhes de Implementação

Para implementação do sistema de autoria foram utilizadas três tecnologias descritas a seguir, estas já foram detalhadas na seção 4.3.

Borland Delphi: Foi utilizado para desenvolver a interface com o usuário e a comunicação com a ferramenta de Realidade Aumentada, possibilita visualizar o design das aplicações assim como realizar as funções de cadastrar, alterar, excluir e pesquisar as aplicações desenvolvidas.

3d Studio Max: Responsável pela modelagem dos objetos virtuais, apesar desta aplicação propor a utilização de um repositório previamente desenvolvido, caso se torne necessário o desenvolvimento de algum objeto complementar, este será desenvolvido por esta ferramenta.

Artoolkit: Ferramenta responsável pelas técnicas de Realidade Aumentada que serão utilizadas no desenvolvimento da ferramenta de autoria.

A figura 5.2, descreve o passo a passo o cenário para o desenvolvimento de materiais didáticos por meio do sistema de autoria.

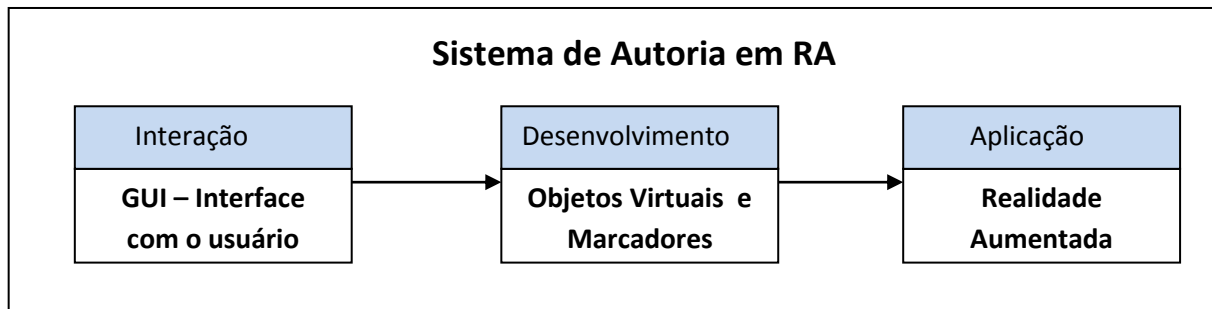


Figura 5.4 – Modelagem Cenário Professor

5.7 Interface Principal

A GUI – Interface com o usuário foi projetada para que o usuário/professor tivesse comunicação direta com todas as funcionalidades do sistema através de um sistema de menus e botões de ação auto explicativos.

As funcionalidades foram divididas em interfaces para que a distinção entre as tarefas e as etapas necessárias para a construção do material didático ficassem claras ao usuário/professor, a Figura 5.3 ilustra a interface principal do sistema.

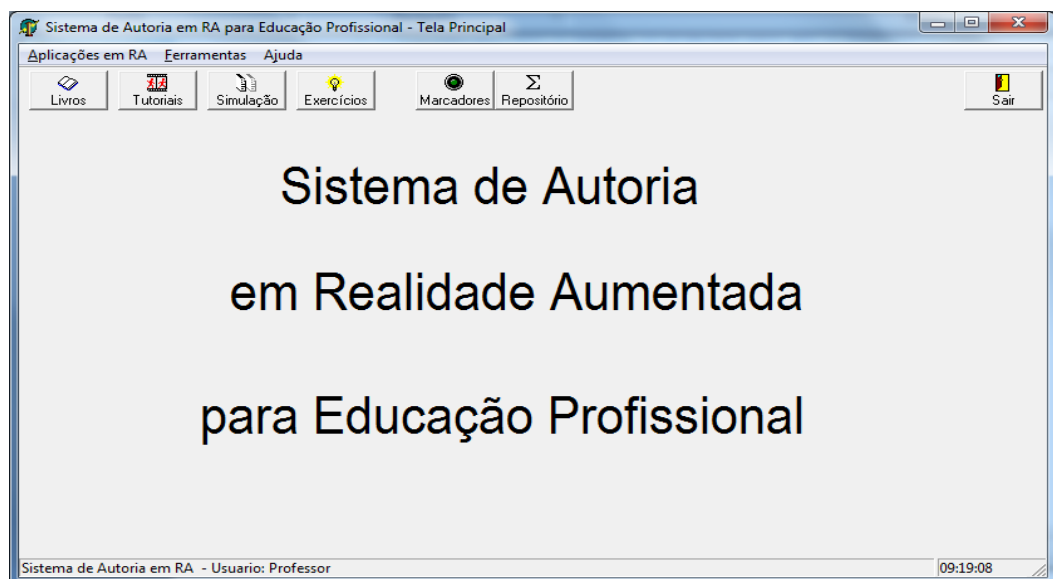


Figura 5.3 – Interface Principal do Sistema

A interface principal é responsável pela seleção do tipo aplicação que será desenvolvida, após selecionado o sistema direciona o usuário para a interface seguinte ao desenvolvimento do material, conforme figura 5.4:



Figura 5.4 – Seleção do Tipo de Aplicação

5.7.1 Metodologia para o desenvolvimento Sistema de Menus

De acordo com a tabela 5.0 cada botão de ação ou menu direciona o usuário para a construção de um tipo de aplicação por meio do sistema de autoria.

Tabela 5.0 – Descrição do Sistema de Menus

Menu	Descrição
Livros	Direciona a Aplicação para construção de livros virtuais
Tutoriais	Direciona a Aplicação para construção de Tutoriais
Simulação	Direciona a Aplicação para construção de Simulações
Exercícios	Direciona a Aplicação para Elaboração de Exercícios
Marcadores	Direciona a Aplicação para o Cadastro de Marcadores
Repositório	Direciona a Aplicação para a Visualização de Objetos Virtuais
Sair	Encerra a Aplicação

5.7.2 Seleção de Objetos Virtuais

Após selecionado o tipo de aplicação, o sistema de autoria direciona o usuário para a interface de seleção do objeto virtual que melhor ilustra o tipo de conteúdo que está sendo trabalhado. Os objetos virtuais podem ser adquiridos a partir de repositórios de sites da internet ou desenvolvidos através de ferramentas

proprietárias, neste estudo foi utilizado o 3D Studio Max, porém outras ferramentas com suporte a importação de objetos no formato .VRML também podem ser utilizadas. A Figura 5.5 ilustra a interface de seleção dos objetos virtuais.

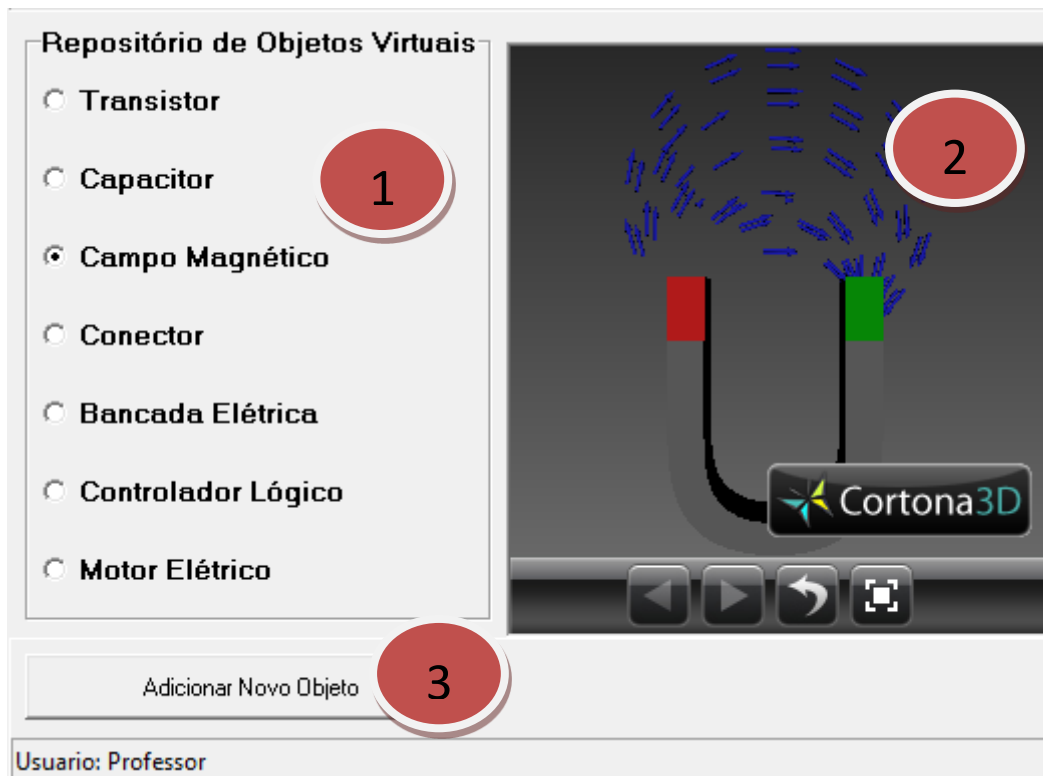


Figura 5.5 – Seleção/Inserção de Objetos Virtuais

A interface para a seleção ou inserção de objetos virtuais, foi desenvolvida com as seguintes funcionalidades:

1 – Repositório de Objetos Virtuais: A partir de uma lista de botões de ação, o usuário tem a possibilidade de selecionar objetos virtuais previamente cadastrados ou adicionar novos objetos desenvolvidos ou adquiridos a partir de sites da internet. Os objetos virtuais estão armazenados em um diretório específico, conforme figura 5.6. Isto é feito, da seguinte forma, após selecionado o objeto virtual na lista disponível, é possível manipulá-lo por meio de editor específico, conforme descrito na figura 5.8.

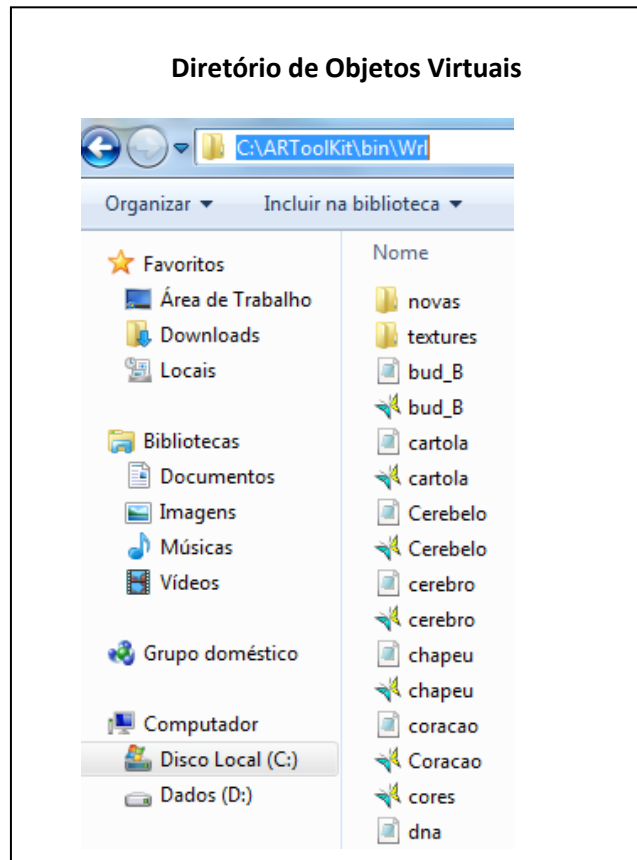


Figura 5.6 – Esquema de diretório de Objetos Virtuais

Após selecionados o sistema de autoria automaticamente direciona o objeto virtual para o diretório específico do artoolkit e cria o arquivo .DAT específico para o mesmo. Os detalhes da implementação são descritos na figura 5.7.

Abre Arquivo .DAT
 Adiciona cabeçalho
 Configura valores de translação
 Configura valores de Rotação
 Configura Valores de Escala
 Fecha Arquivo .DAT

Figura 5.7 – Detalhes de Implementação de Objetos Virtuais

2 – Visualização de Objetos Virtuais: A visualização dos objetos será por meio do plugin Cortona VRML Client (seção 5.7.2), inserido no sistema de autoria, este plugin é popularmente conhecido e possibilita uma interface simples e funcional ao usuário. Para que o sistema de autoria possa possibilitar ao usuário a visualização dos objetos o plugin deverá estar previamente instalado no computador onde o sistema será executado. Para inserção do plugin no sistema de autoria a seguinte implementação descrita na figura 5.8 foi necessária.

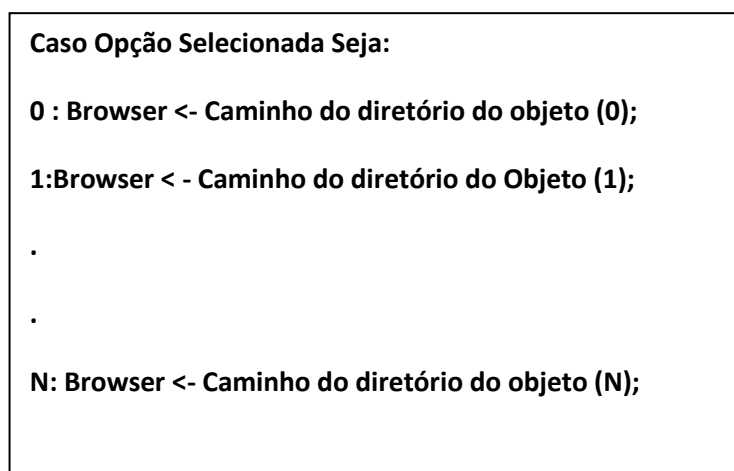


Figura 5.8 – Implementação da Visualização de Objetos Virtuais

3 – Adicionar Novo Objeto: Para adicionar um novo objeto ou vários objetos, o usuário/professor primeiramente deverá adquiri-lo, através de sites da internet ou modelagem, em seguida pressionar o botão 3 (Figura 5.3), será acionada a janela de localização do objeto (Figura 5.9 – A) e após selecionado, o mesmo será adicionado a lista de objetos disponíveis (Figura 5.9 – B), o sistema então fará também sua inserção no diretório de objetos virtuais descrito na figura 5.6. As figuras 5.9 (A) e 5.9 (B) demonstram a execução desta tarefa.

Com relação, a inserção de objetos virtuais na interface, a mesma automaticamente irá ajustar-se à quantidade inserida, podendo ser apresentada em duas ou mais colunas de acordo com a necessidade.

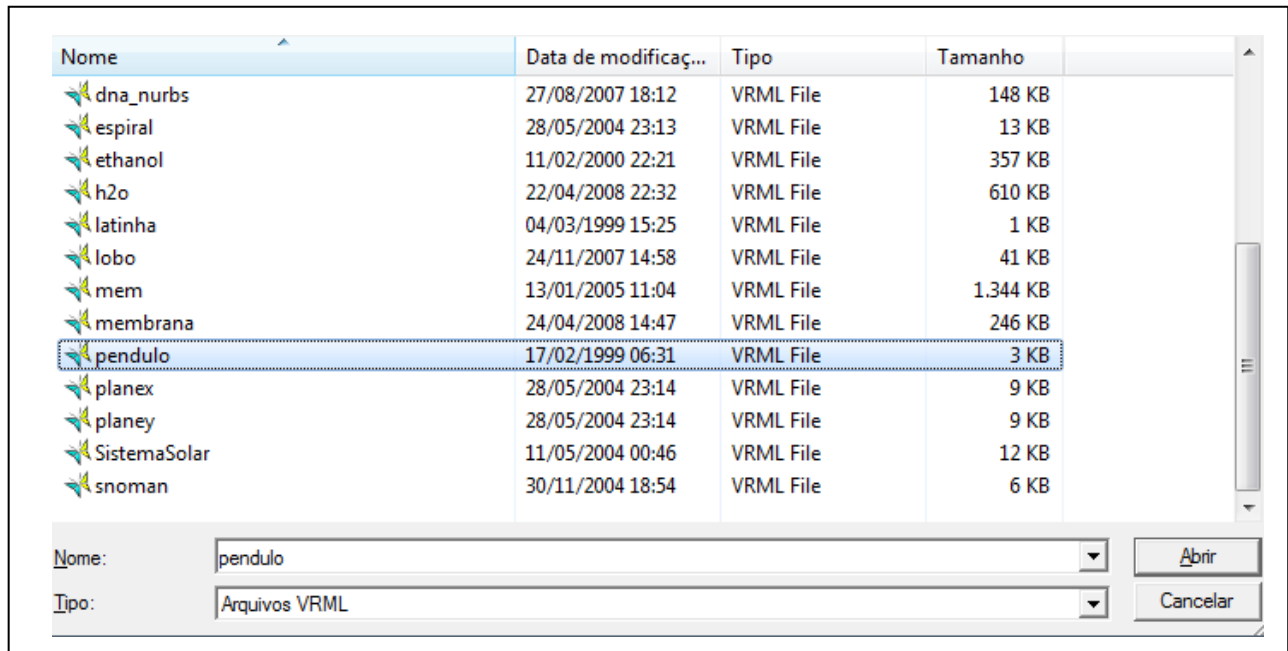


Figura 5.9 (A) – Localização de Objetos Virtuais

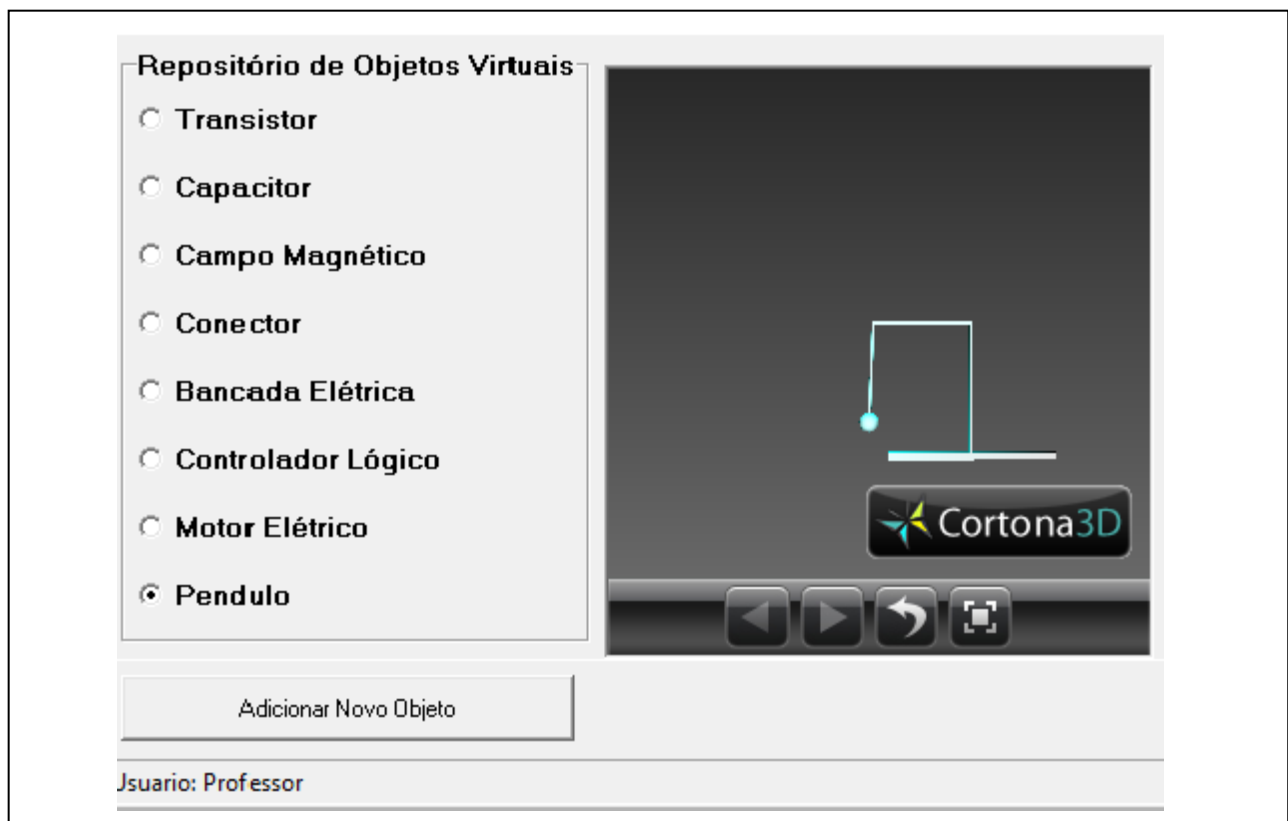


Figura 5.9 (B) – Novo Objeto Virtual Selecionado

5.7.3 Associação de Marcadores

Os marcadores utilizados serão modelados previamente e associados aos objetos virtuais através do botão de ação “Associação” (Figura 5.10), neste momento o sistema de autoria adicionara o marcador associado a o objeto virtual no diretório específico do artokit e fará as alterações necessárias no arquivo correspondente (object_data_vrml).

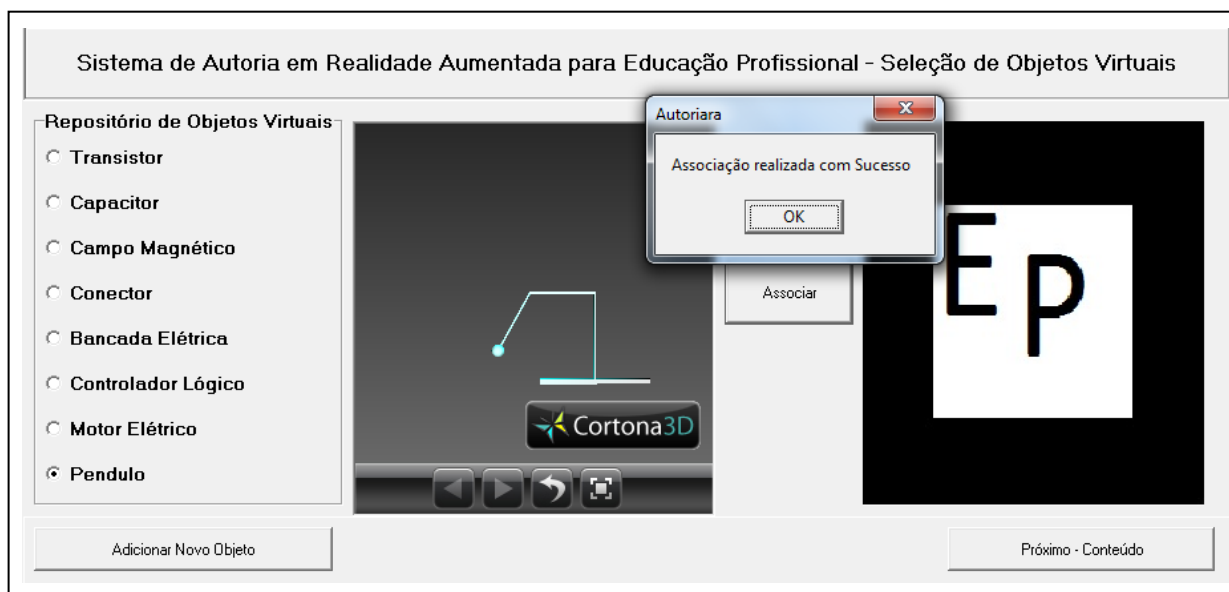


Figura 5.10 – Associação Objetos com Marcadores

Para cada objeto virtual selecionado um marcador específico será visualizado e em seguida por meio do botão de ação “Associar”, este será inserido no conteúdo desenvolvido.

Cabe salientar que a quantidade de marcadores cadastrados, está diretamente ligada a quantidade de objetos virtuais disponíveis no repositório, pois para cada objeto inserido, um marcador associado deve ser cadastrado.

5.7.4 Conteúdo didático.

O conteúdo didático será inserido pelo usuário/professor por meio do editor de conteúdo (figura 5.11), nesta etapa o conteúdo referente a matéria que está sendo trabalhada poderá ser adicionado para que se possa explorá-lo conceitualmente.

O editor de conteúdo possui botões de manipulação de textos, tais como, alterar tamanho e cor da fonte, alinhamento do texto, salvar e salvar como, inserir imagens entre outras ações.

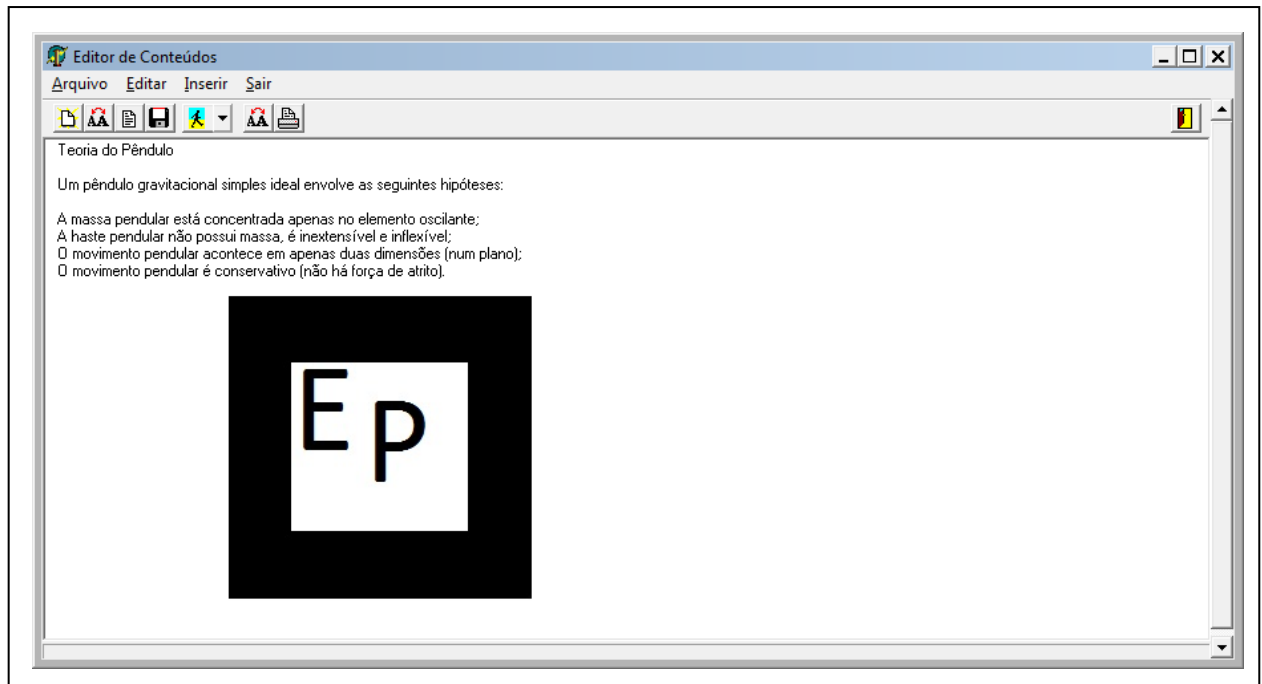


Figura 5.11 – Editor de Conteúdos

Após inserido o conteúdo e o marcador associado, o usuário/professor poderá adicionar outros objetos e conteúdos, conforme forem necessários para que o conteúdo abordado possa ser explorado por meio de técnicas de Realidade Aumentada.

5.8 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os detalhes do funcionamento do sistema de autoria e os principais detalhes de implementação. Apresentou também as tecnologias utilizadas, justificando o motivo pela qual as mesmas foram selecionadas.

A seguir será apresentado um estudo de caso que comprova a eficácia do sistema de autoria para educação profissional.

CAPÍTULO 6

Estudo de Caso

6.1 Introdução

Este capítulo descreve o estudo de caso que foi utilizado no intuito de validar o sistema de autoria e comprovar a contribuição da Realidade Aumentada no processo de Ensino e Aprendizagem na educação profissional.

O estudo aborda a construção de materiais didáticos utilizando técnicas de Realidade Aumentada, desenvolvidos por meio do sistema de autoria, o objeto de estudo abordado refere-se ao curso profissionalizante de mecânica automotiva, no qual a partir do planejamento o professor desenvolveu parte do conteúdo por meio do sistema de autoria e em seguida o aplicou a uma turma iniciante do curso profissionalizante de mecânica automotiva, em seguida trabalhou com uma outra turma o mesmo conteúdo, porém com materiais didáticos convencionais

6.2 Conteúdos Abordados e Planejamento

O planejamento do componente curricular é descrito na tabela 6.1, conforme foi fundamentado anteriormente no instrumento de competências (Seção 4.2.1.1)

Tabela 6.1 – Instrumento de Competências para Mecânica Automotiva

<i>Perfil Profissional: Mecânica de Motores Hidráulicos</i>			
<i>Unidades de Qualificação (denominação)</i>	<i>Tipos, consertos e avarias</i>		
<i>Unidades de Competência</i>	<i>Competências</i>		
	<i>Básicas</i>	<i>Específicas</i>	<i>De gestão</i>
<i>Mecânica de Motores</i>	<i>Identificar, avaliar e reparar motores hidráulicos</i>	<i>Conhecer os tipos de motores e seus fabricantes assim como seus</i>	<i>Avaliar, sugerir e auxiliar os clientes na substituição de peças e</i>

<i>Hidráulicos</i>		<i>componentes principais</i>	<i>avaliação de modelos</i>
--------------------	--	-------------------------------	-----------------------------

A partir da definição das competências, o planejamento das aulas é desenvolvido a partir de instrumento específico descrito na tabela 6.2, onde são levadas em consideração as especificidades abordadas de acordo com as competências que se pretendem adquirir a partir do desenvolvimento do componente.

Tabela 6.2 – Plano de Ensino de Mecânica de Motores Hidráulicos

CURSO:	Mecânico de Motores	TURMA:	
COMPONENTE CURRICULAR:	Motores Hidraulicos	CARGA HORÁRIA:	12h
PROFESSOR: Professor de Ensino Profissionalizante			
EMENTA			
- Conceituação geral do moto hidraulico, descrevendo o funcionamento e função de cada componente, análise de manutenções das peças, regulagens de seus principais componentes, solução de problemas intermitentes.			
PRÉ-REQUISITOS			
- Metrologia			
OBJETIVO			
- Diagnosticar, preparar e realizar serviços de manutenções preventivos e corretivos em motores hidraulicos.			
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO			
- Tipos de Motores; - Principais componentes			
METODOLOGIA DE ENSINO			
- As aulas teóricas com apoio do Livro Virtual de Motores Hidráulicos			
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO			
Serão realizadas duas avaliações, uma escrita e outra prática: Cada uma com valor de dez pontos, somando as duas e dividindo por dois.			

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA
- SENAI. S. M. O. Mecânica Diesel - - WWW.oficinabrasil.com.br - Manual da Cinpal
CRONOGRAMA
Janeiro _____ Aula de transmissão Fevereiro _____ Aula de transmissão

6.3 Material desenvolvido pelo Sistema de Autoria

Para ilustrar o funcionamento do sistema de autoria, foram desenvolvidos materiais didáticos com o intuito de validar a funcionalidade do mesmo. Primeiro o professor optou pelo desenvolvimento de um livro virtual, onde foi possível visualizar o motor hidráulico em detalhes, sem a necessidade de retirá-los do fisicamente do objeto estudado. Em seguida foi desenvolvida uma aplicação que possibilitou simular um motor virtual em funcionamento.

6.3.1 Livro Virtual de Motores Hidráulicos.

Conforme descrito no item metodologia de ensino do planejamento (Tabela 6.2) o professor, por meio do sistema de autoria, desenvolveu um livro virtual, onde os principais conceitos iniciais sobre o objeto de estudo foram abordados. Em seguida o material foi aplicado em conjunto com os demais equipamentos necessários ao entendimento do conteúdo. A seguir será detalhada a construção do livro virtual pelo professor.

6.3.2 Seleção de Objetos Virtuais, Marcadores e Conteúdo

Os objetos virtuais que foram utilizados no desenvolvimento deste livro virtual, já haviam sido previamente modelados por sistema proprietário utilizado na escola, bastou apenas exportá-los para o formato suportado pelo sistema de autoria. Em seguida, estes foram adicionados ao diretório do sistema de autoria que possibilita ao usuário/professor visualizá-lo e adicioná-lo ao material que está sendo desenvolvido.

Os marcadores associados foram selecionados pelo usuário/professor em seguida associados Figura 6.0 e por meio do editor de conteúdos a fundamentação teórica necessária ao entendimento da matéria foi adicionada Figura 6.1.

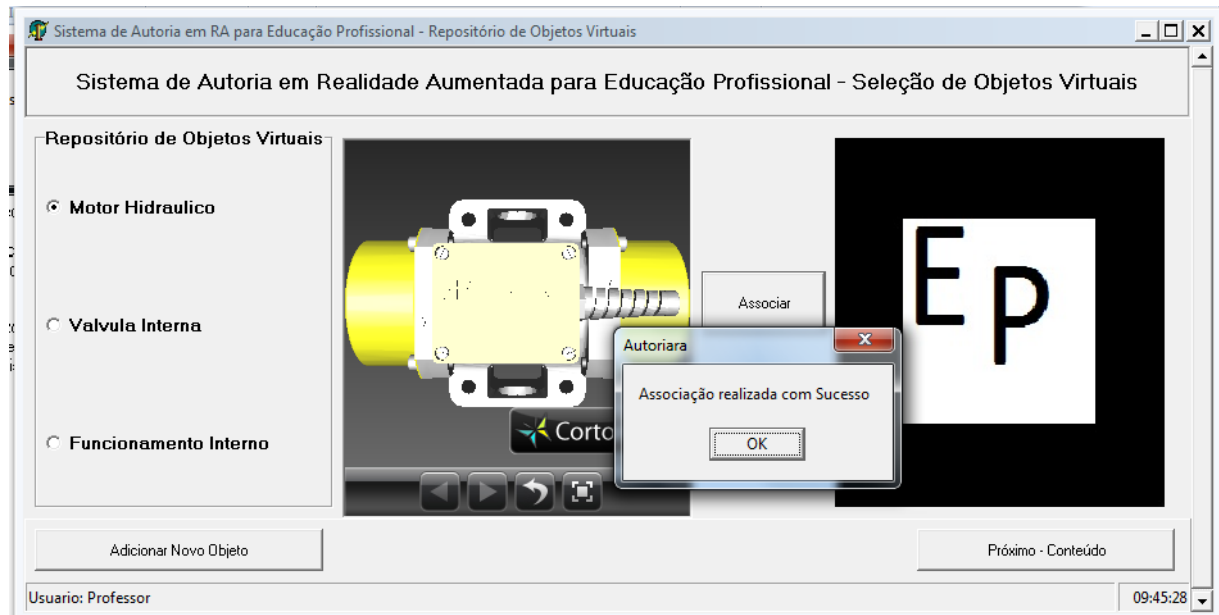


Figura 6.0 – Associação Motor Hidraulico e Marcador



Figura 6.1 – Editor de Conteúdos com marcador

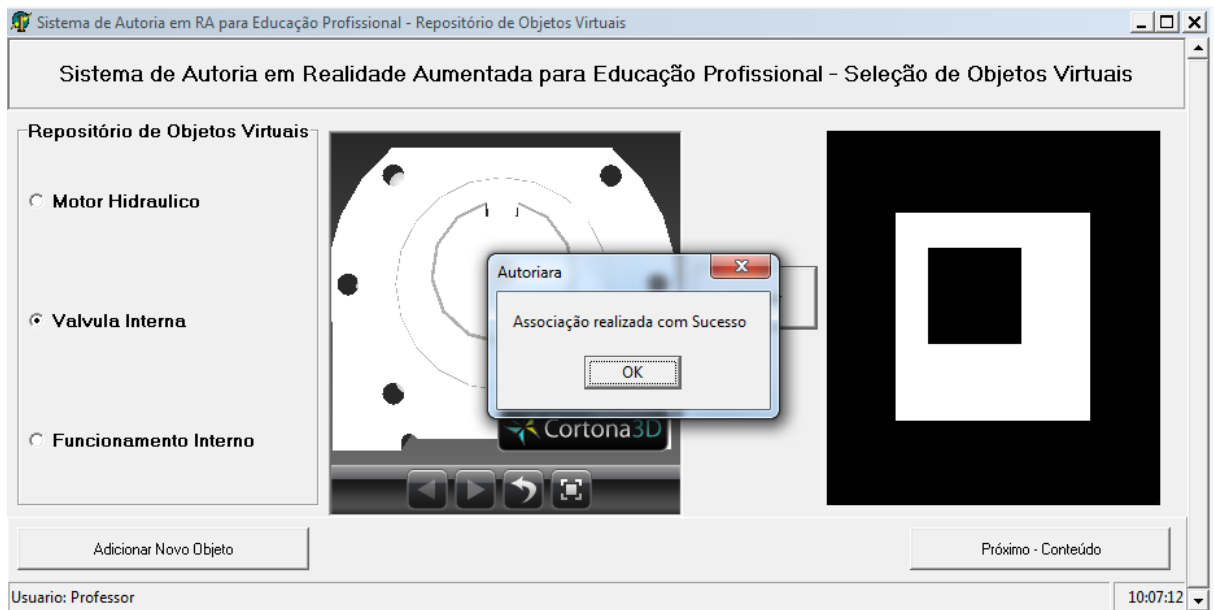


Figura 6.3 – Adicionando novos conteúdos ao livro virtual

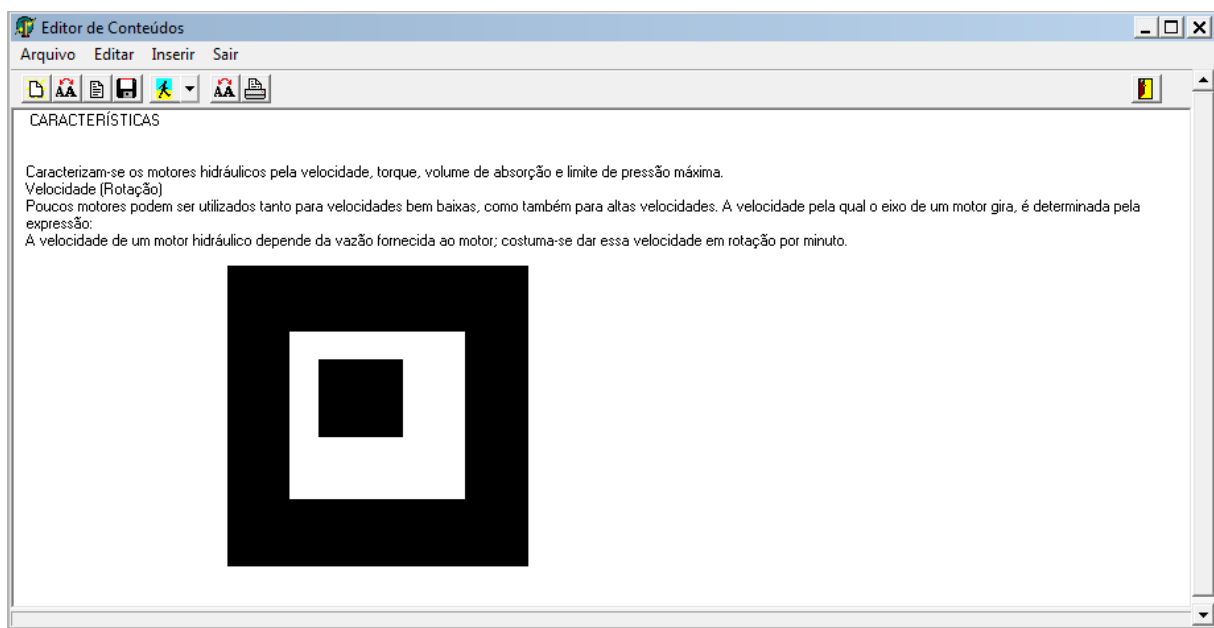


Figura 6.3 – Novo Conteúdo adicionado

Novos objetos virtuais associados aos conteúdos didáticos podem ser adicionados sempre que necessários por meio do sistema de autoria, de acordo com a necessidade do professor.

6.4 Avaliações sobre a aprendizagem

No intuito de validar a contribuição do material didático desenvolvido por meio do sistema de autoria no processo de ensino e aprendizagem foram aplicadas provas sobre os conhecimentos adquiridos por dois grupos de alunos, o primeiro grupo A composto por 10 alunos, estudou os conteúdos por meio convencional ou seja professor e livro didático comum, o outro grupo B também composto por 10 alunos estudou o mesmo conteúdo, porém com o material didático desenvolvido com técnicas de Realidade Aumentada por meio do sistema de autoria, em seguida os grupos foram submetidos a uma avaliação dos conhecimentos, no qual os mesmos foram questionados sobre as partes que compõem um motor hidráulico.

A avaliação foi dividida em duas partes, a primeira com 5 questões de múltipla escolha e a segunda com 3 questões dissertativas, ambas contextualizadas por meio de estudo de caso a respeito da manutenção preventiva e corretiva de motores hidráulicos.

6.4.1 Resultados da Avaliação

O resultados da avaliação comprovam que o grupo que estudou os conteúdos por meio de técnicas de Realidade Aumentada (Grupo B) obteve desempenho superior ao grupo que estudou os conteúdos por meio convencional (Grupo A) conforme Figura 6.4

De acordo com a figura 6.4, a variação entre os acertos do Grupo A e Grupo B, demonstram que os alunos submetidos a avaliação que utilizaram o material desenvolvido pelo sistema de autoria, obtiveram melhor desempenho em todas as questões em relação aos alunos que foram submetidos aos métodos convencionais utilizados.



Figura 6.4 – Acerto nas questões objetivas

De acordo com a figura 6.5 os alunos do Grupo B submetidos a avaliação com questões dissertativas e que utilizaram o material didático desenvolvido por meio do sistema de autoria obtiveram desempenho superior aos alunos do Grupo A nas questões 1 e 3, já na questão 2, os alunos do Grupo A obtiveram maior índices de acerto.

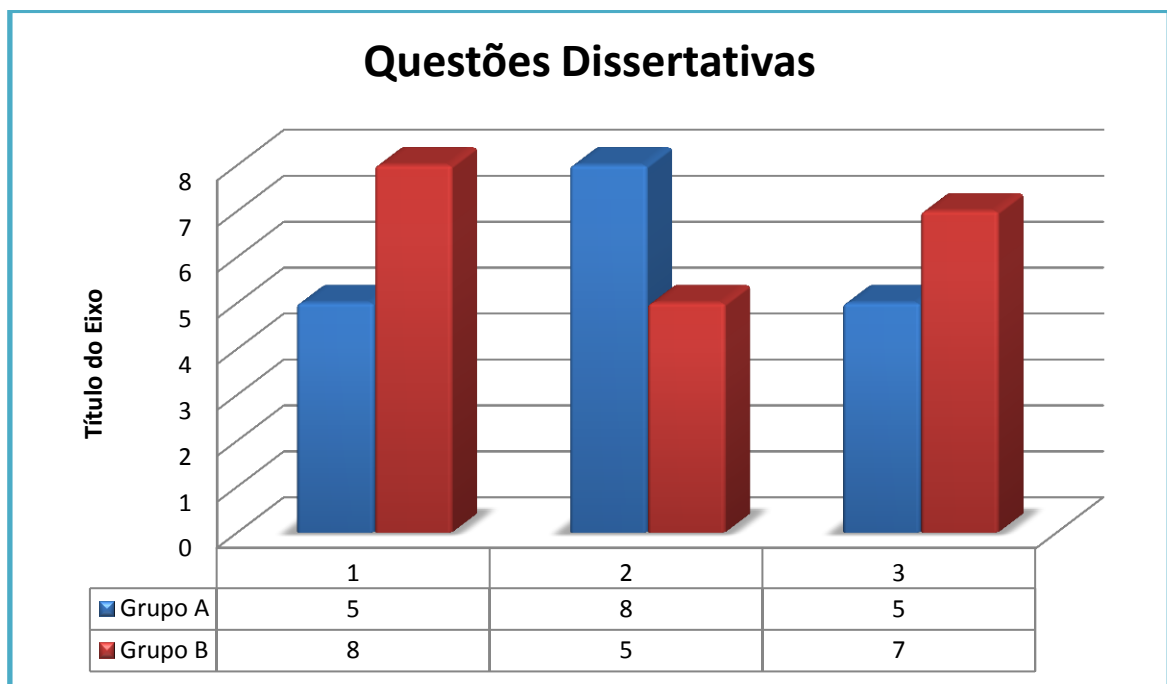


Figura 6.5 – Acerto nas questões Dissertativas

De acordo com a figura 6.6, o desempenho geral dos alunos do Grupo B no tocante aos acertos, tanto nas questões objetivas, quanto nas questões dissertativas, foram significativamente maiores. De acordo com a análise da variância entre os grupos pode-se comprovar que a utilização de técnicas de Realidade Aumentada para educação profissional contribuiu significativamente para este grupo de alunos no que diz respeito ao módulo explorado nesta pesquisa.

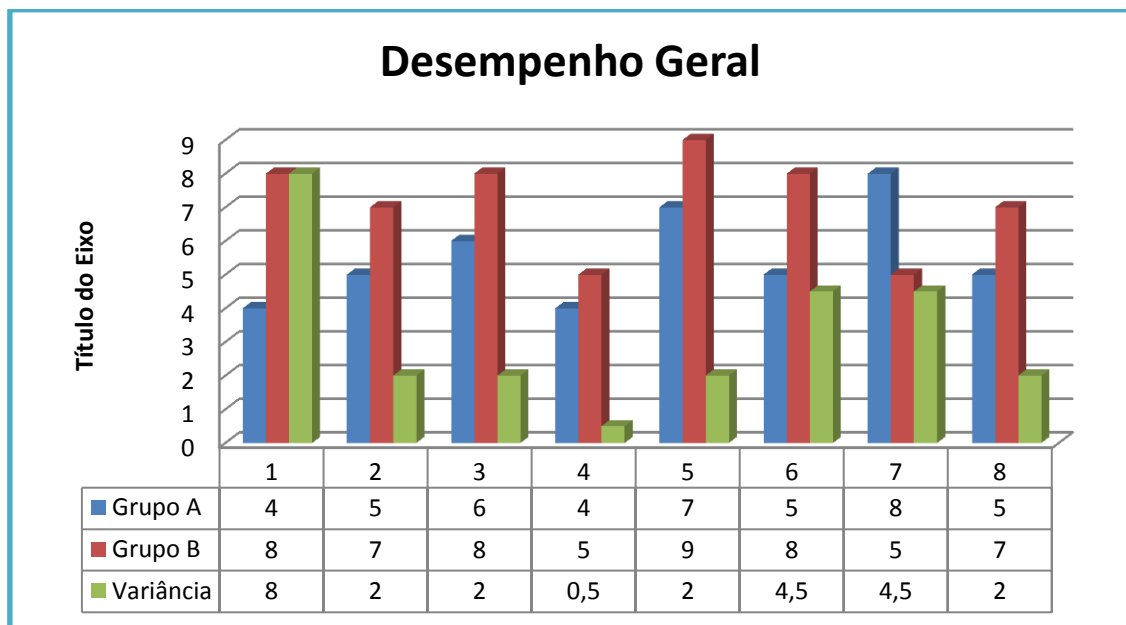


Figura 6.6 – Desempenho Geral

6.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o desenvolvimento de um material didático por meio do sistema de autoria, cabe ressaltar que o usuário/professor enquadra-se na categoria de usuário não experiente, portanto comprovou-se a eficiência do sistema para o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada para este tipo de usuário, respondendo a um dos objetivos desta pesquisa.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO DO SISTEMA E RESULTADOS OBTIDOS

7.1 Introdução

Neste capítulo serão demonstradas as avaliações efetuadas no intuito de validar o protótipo descrito no capítulo 5 desta pesquisa. A metodologia de avaliação foi baseada nos critérios de usabilidade descritos na ISONORM 9126 – NBR 13596 (1999), que fornece um modelo de propósito geral que define seis características e respectivas subcaracterísticas de qualidade de software: Funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. A partir das recomendações desta, foi desenvolvido e aplicado aos usuários um questionário em formato de checklist (anexo 1) com 7 perguntas sobre a satisfação dos mesmos com relação a utilização do sistema.

Especificamente os seguintes aspectos foram analisados:

1. Analisar eficiência da ferramenta de autoria, no desenvolvimento de material didático com Realidade Aumentada;
2. Verificar a aplicação da ferramenta como software educacional;
3. Analisar a compreensão da utilização da ferramenta pelos usuários;
4. Analisar a satisfação dos usuários com a ferramenta;

7.1.2 Metodologia da Avaliação do Sistema de Autoria

O questionário foi aplicado a 10 usuários, professores e coordenadores pedagógicos de uma instituição de ensino profissionalizante da cidade de Itumbiara em Goiás, distribuídos da seguinte forma: 10 professores dos cursos profissionalizantes de eletrotécnica (2), mecânica de precisão (2), mecânica automotiva (2), informática (2) e mecânica de motores (2) e 2 coordenadores pedagógicos, após a coleta dos dados os mesmos foram tabulados e graficamente analisados.

7.2.1 Quanto à Finalidade do Sistema de Autoria – Usabilidade

A usabilidade propõe um conjunto de atributos de software relacionado ao esforço necessário para seu uso e para o julgamento individual de tal uso por determinado conjunto de usuários.

Neste critério, a maioria dos usuários ficou **satisfeita ou muito satisfeita** com relação a finalidade do sistema de autoria, destacaram que trata-se de uma nova metodologia de desenvolvimento e portanto deve ser avaliada com maior tempo e também com outras aplicações, com relação aos usuários **insatisfeitos ou pouco satisfeitos**, estes não justificaram sua avaliação, alguns avaliadores **parcialmente satisfeitos**, relataram ainda a necessidade de uma capacitação dos usuários antes dos testes – Figura 7.1.

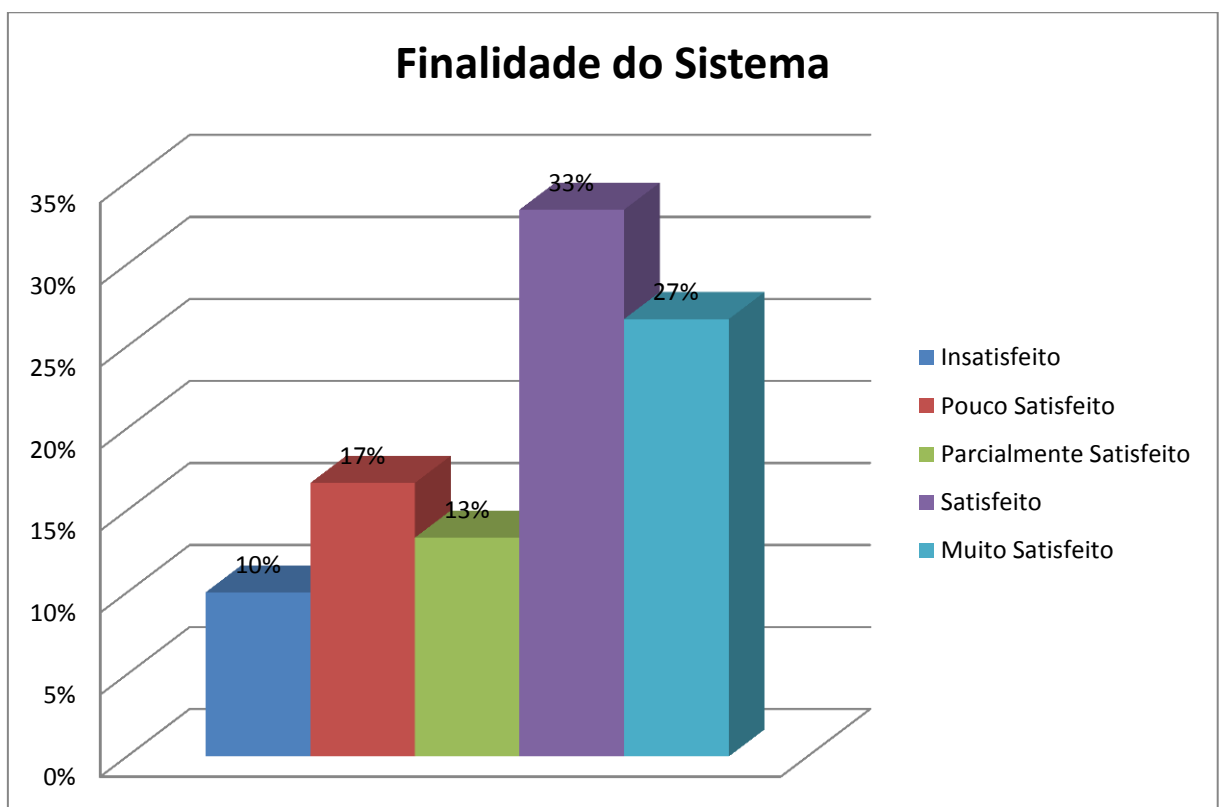


Figura 7.1 – Gráfico sobre Finalidade do Sistema

7.2.2 Quanto à Interface com o usuário – Inteligibilidade

A inteligibilidade diz respeito a facilidade de entender os conceitos utilizados na construção da interface com o usuário.

A maioria dos usuários avaliou de maneira satisfatória a interface com o usuário dizendo-se **satisfeita ou muito satisfeita**, os usuários que avaliaram como **parcialmente satisfeitos** relataram a falta de um mecanismo de apoio a o entendimento dos botões de ação e os usuários **pouco satisfeitos ou insatisfeitos**, não especificaram o motivo pelo qual avaliaram negativamente a interface com o usuário - Figura 7.2.

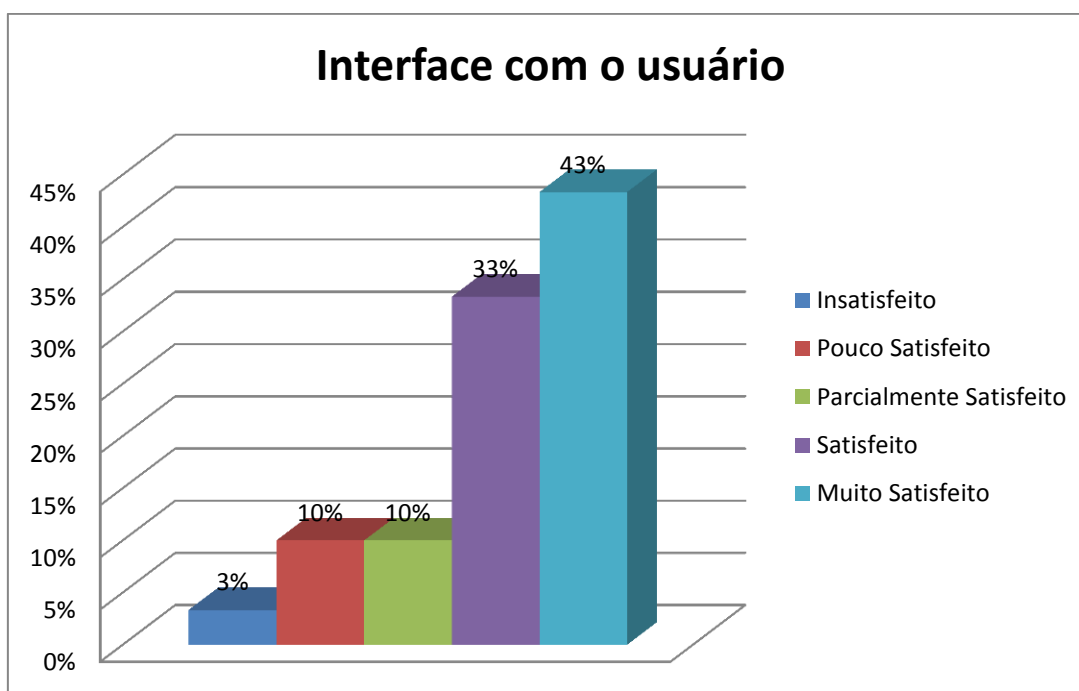


Figura 7.2 – Gráfico sobre Interface com o usuário

7.2.3 Quanto à facilidade de aprendizagem – Apreensibilidade

A apreensibilidade diz respeito a analisar a facilidade de aprender a utilizar o sistema.

Com relação à facilidade de aprendizagem na utilização do sistema, os usuários **satisfeitos e muito satisfeitos**, relataram que apesar da metodologia do sistema abordar um novo conceito na elaboração de materiais didáticos, não encontraram dificuldades na aprendizagem com relação a utilização do sistema, já

os usuários **parcialmente satisfeitos, pouco satisfeitos e insatisfeitos**, relataram a dificuldade de manipulação dos objetos virtuais como a principal dificuldade de uso do sistema - Figura 7.3.

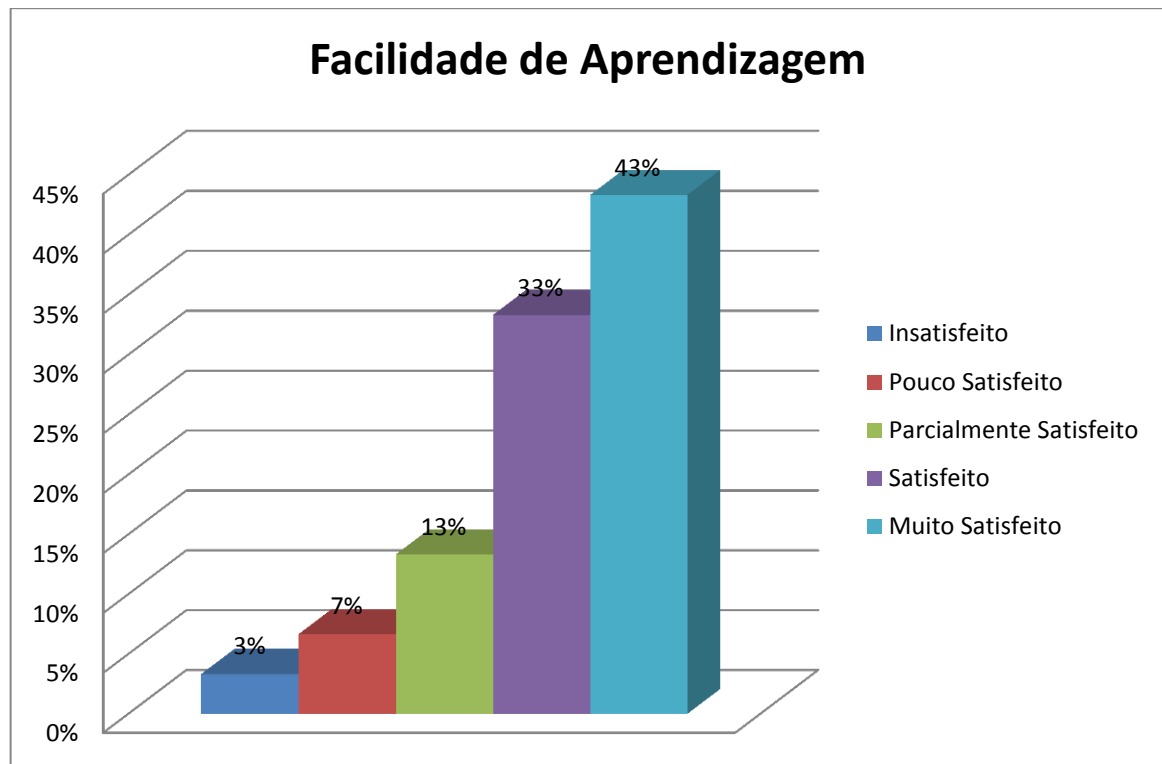


Figura 7.3 – Gráfico sobre a aprendizagem

7.2.4 Quanto à operação do sistema – Operacionabilidade

A operacionabilidade diz respeito ao controle das operações realizadas durante a execução das tarefas.

Com relação ao controle das operações, os usuários **insatisfeitos ou pouco satisfeitos** descreveram a dificuldade de cancelar, pausar ou interromper a operação que esta sendo realizada, já os usuários **parcialmente satisfeitos** descreveram a necessidade de um controle sobre o andamento da operação e os usuários **satisfeitos ou muito satisfeitos**, ressaltaram que o sistema deveria proporcionar visualizações em tempo real do material desenvolvido - Figura 7.4

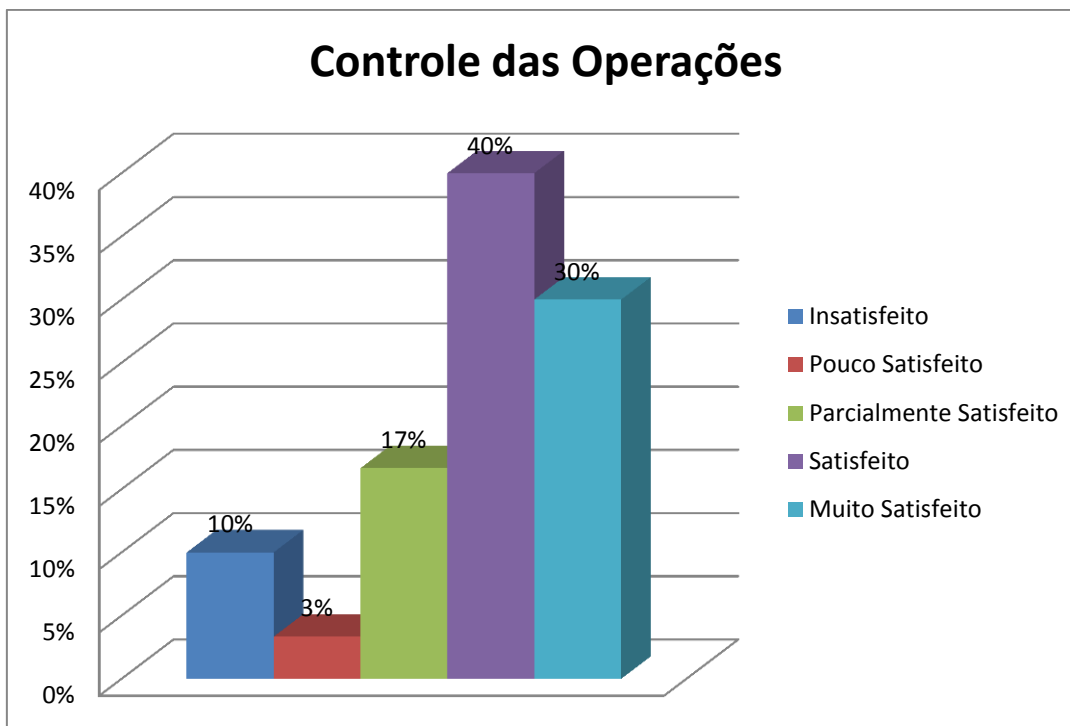


Figura 7.4 – Gráfico sobre o controle das operações

7.2.5 Quanto à Aprendizagem – Contribuição ensino/aprendizagem

Os usuários foram questionados sobre a contribuição no processo de ensino e aprendizagem, cabe ressaltar que entre os objetivos propostos nesta pesquisa este quesito é motivador para a construção da mesma.

A maioria dos usuários avaliou, como **satisfeitos ou muito satisfeitos** com a aquisição de conhecimento obtida por meio do material didático desenvolvido pelo sistema de autoria, ressaltaram ainda que a metodologia utilizada pelo professor na exposição dos conteúdos, aliada ao material, possibilitou uma melhor visualização do conceito que esta sendo estudado, os usuários **parcialmente satisfeitos**, descreveram que os objetos deveriam ter maior realismo e os usuários **pouco satisfeitos ou insatisfeitos**, não descreveram claramente os motivos pelo qual optaram por este quesito na avaliação - Figura 7.5.

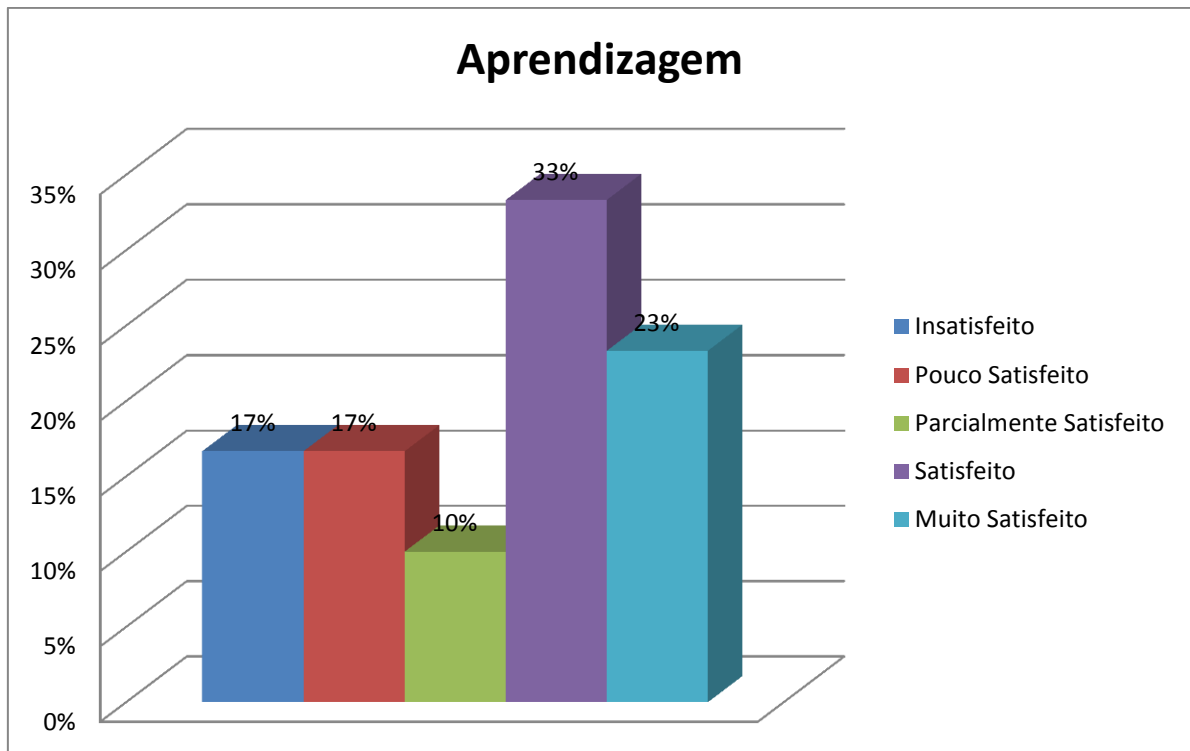


Figura 7.5 – Aprendizagem

7.2.6 Quanto à quantidade de comandos do sistema

Os usuários foram questionados, se a quantidade de comandos existentes no sistema é satisfatória para o propósito pelo qual o mesmo foi desenvolvido.

Os usuários **insatisfeitos e poucos satisfeitos**, não opinaram sobre a resposta, os usuários **parcialmente satisfeitos**, descreveram alguma dificuldade em entender os comandos existentes e a maioria dos usuários, descreveram como estando **satisfeitos ou muito satisfeitos** com a quantidade de comandos existentes no sistema - Figura 7.6

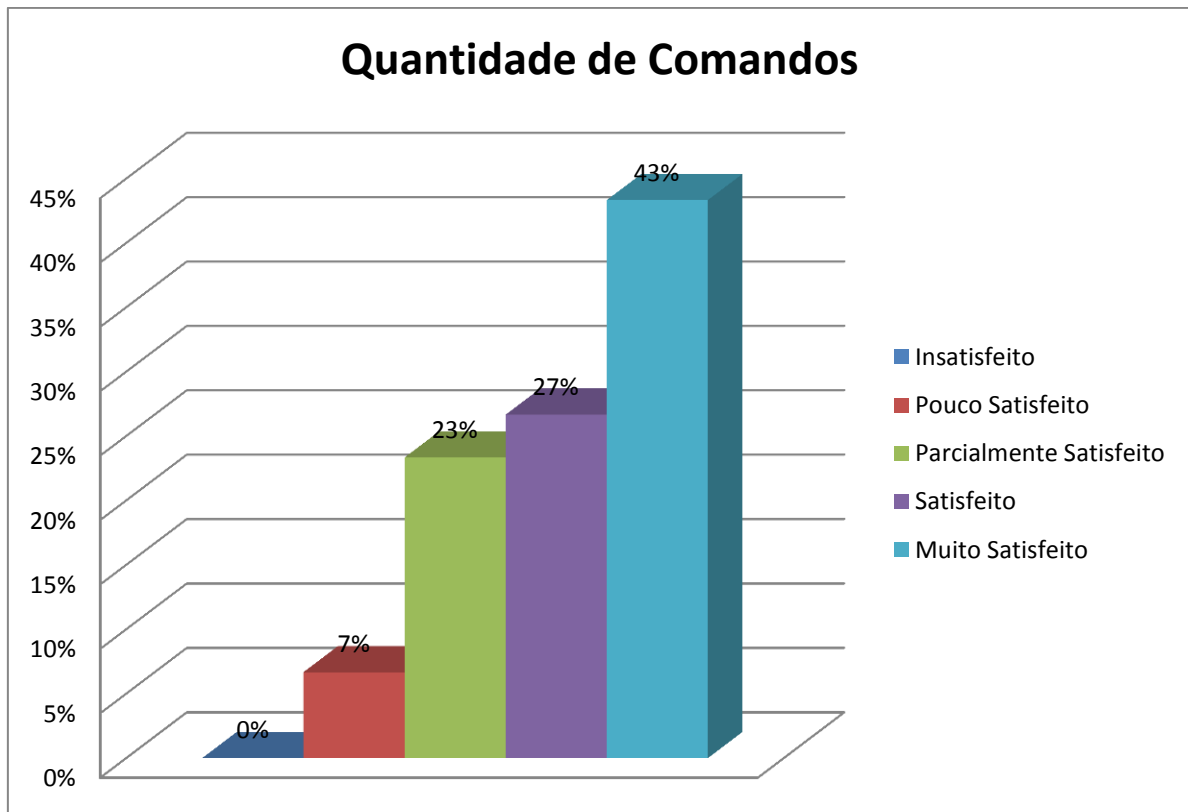


Figura 7.6 – Quantidade de Comandos

7.2.7 Quanto à confiança na execução do que foi solicitado

Os usuários foram questionados sobre a confiança no sistema com relação ao que foi planejado e solicitado.

A maioria dos usuários 50% avaliou como estando **Muito Satisfeita** com relação a confiança no que o sistema esta executando, já 17% dos usuários avaliaram como **satisfeitos** e 23% **parcialmente satisfeitos**, os usuários **pouco satisfeitos ou insatisfeitos** somados não atingem números suficientes para invalidar a confiança sobre o sistema - Figura 7.7.

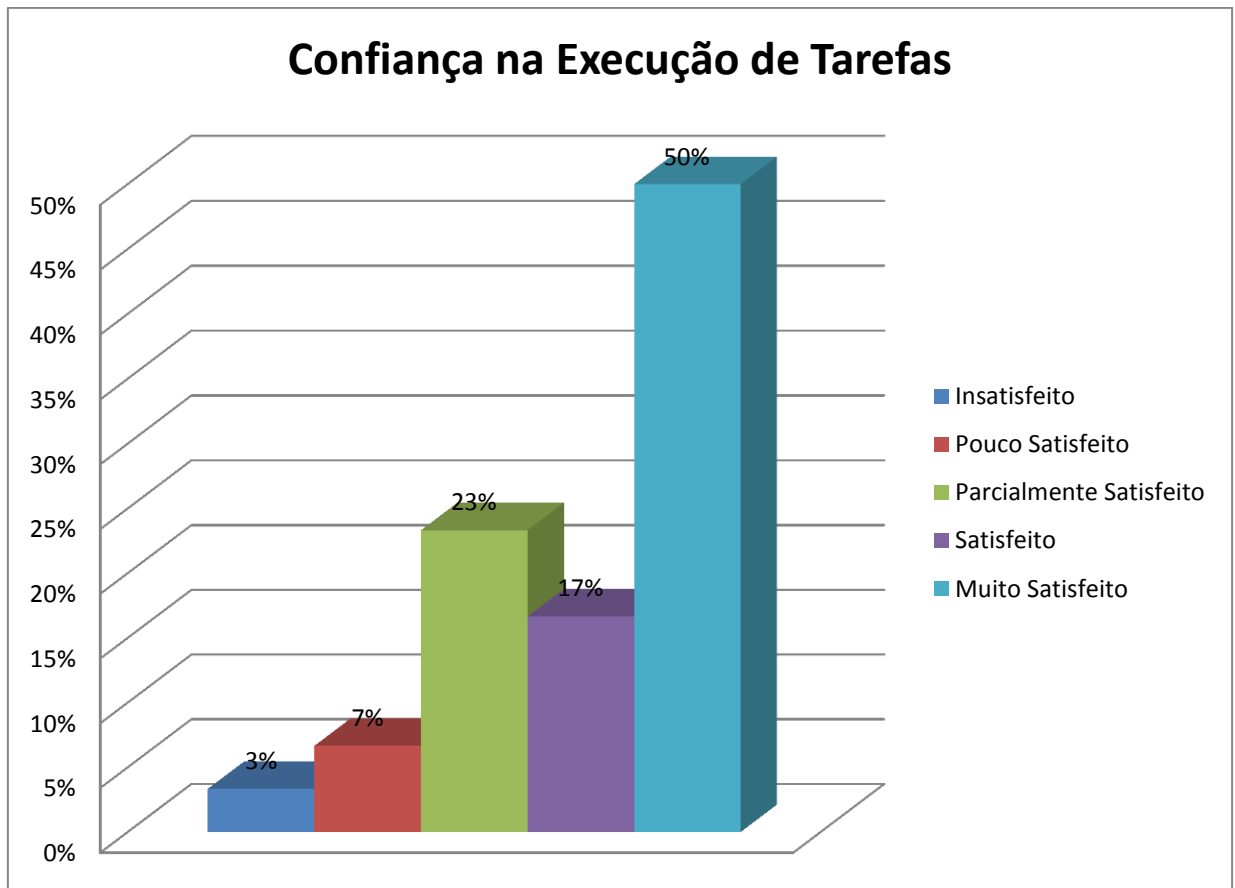


Figura 7.7 – Confiança no sistema

7.3 Recursos a serem implementados

Alguns recursos para completar o sistema de autoria necessitam ser ainda implementados, para que o mesmo possa ser utilizado em larga escala nas escolas de ensino profissionalizante, são eles:

- Capacidade de Distribuição;
- Capacidade de Colaboração;
- Inserção de sons e movimentos;
- Utilização por meio de internet;
- Inserção de Múltiplos objetos na cena;
- Utilização de equipamentos multisensoriais;
- Posicionamento dos Objetos com relação ao marcador

7.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a avaliação do sistema de autoria com relação a sua usabilidade, cabe ressaltar que apesar de alguns recursos ainda precisarem ser melhorados, o sistema conseguiu atingir o objetivo proposto nesta pesquisa de maneira satisfatório, ou seja, a maioria dos usuários considerou-se muito satisfeita com relação a utilização do sistema com ferramenta de desenvolvimento de materiais didáticos para educação profissional.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

8.1 Introdução

Este capítulo apresenta as conclusões e os trabalhos futuros referentes a esta pesquisa, serão abordados os métodos utilizados para atingir os objetivos, as tecnologias utilizadas, a contribuição para a ciência, os resultados obtidos e finalmente as possíveis implementações futuras.

8.2 Conclusões

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, constatou-se que apesar de existirem diversos sistemas de autoria para o desenvolvimento de Realidade Aumentada, as aplicações ainda são restritas aos chamados usuários experientes, com algum conhecimento de programação de computadores e também que as aplicações desenvolvidas pelos mesmos, na maioria das vezes, não são voltadas para utilização na educação profissional.

O objetivo do Sistema de Autoria desta pesquisa, foi proporcionar aos docentes uma flexibilidade de utilização para as diversas áreas do conhecimento e ser adaptado em função do ambiente necessário a sua aplicação, podendo ser reproduzido em condições similares as necessárias para o aprendizado em um laboratório convencional.

Esta pesquisa teve como proposta desenvolver um sistema de autoria para que os professores da educação profissional, fossem capazes de produzir materiais didáticos com técnicas Realidade Aumentada sem a necessidade de conhecimentos avançados em informática e em seguida os avaliassem, aplicando questões sobre o conhecimento adquirido pelos mesmos.

Constatou-se que há uma grande aversão por parte dos professores no que diz respeito a novas tecnologias para a educação, visto que, a justificativa da maioria

foi a sobrecarga de conteúdos previstos para os componentes a serem trabalhados, na maioria das vezes sobrepõe a quantidade de horas disponível.

As maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento do sistema de autoria, foi a falta de disponibilidade dos professores para a aplicação de testes e validação do sistema, o que comprova a afirmativa descrita anteriormente

De acordo com a bateria de testes executadas com alunos e professores, foram avaliadas as contribuições do material didático desenvolvido para a educação profissional no que diz respeito a um módulo de um curso profissionalizante, este módulo foi escolhido por abordar conceitos iniciais, fundamentais para o desenvolvimento das habilidades e competências exigidas pelo perfil a ser desenvolvido no aluno.

Os resultados obtidos comprovaram que os alunos que estudaram com apoio do material desenvolvido com técnicas de Realidade Aumentada, obtiveram melhor desempenho na avaliação com relação a um outro grupo que estudou o mesmo conteúdo, porém com material didático convencional.

Constatou-se que a Realidade Aumentada pode ser uma importante ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem para a educação profissional, além da possibilidade de uso da mesma por usuários não experientes em programação. Novos testes devem ser feitos no intuito de dirimir possíveis dúvidas e questionamentos que ainda venham a surgir.

Com relação a utilização do sistema de autoria, prototipado nesta pesquisa, teve como objetivo facilitar o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada para os professores da educação profissional, as tecnologias utilizadas, mostraram-se satisfatórias para solucionar a problemática proposta. De acordo com a avaliação do sistema, a maioria dos usuários avaliou como estando muito satisfeita com relação aos itens de usabilidade referentes ao sistema de autoria.

8.3 Trabalhos Futuros

Ainda que os objetivos propostos por esta pesquisa tenham sido atingidos e os resultados discutidos, varias melhorias ainda podem ser implementadas, tanto no sistema de autoria, quanto nas aplicações, algumas delas serão listadas a seguir:

- Desenvolver material didático completo para um curso de educação profissionalizante.
- Adaptar o sistema para que possa trabalhar de forma distribuída e também colaborativa;
- Possibilitar a inserção de vários objetos virtuais na cena;
- Utilizar qualquer objeto como marcador, possibilitando que novas aplicações possam ser desenvolvidas;
- Possibilitar a inserção de sons na cena, trazendo maior realismo ao que está sendo estudado ou considerado;
- Possibilitar o desenvolvimento de aplicações para internet;
- Adaptar a utilização de dispositivos multisensoriais, como óculos e capacetes;
- Inserir aspectos ergonômicos na interface, tais como convite, condução entre outros.

8.4 Considerações Finais

Esta pesquisa considerou como objeto de estudo a educação profissional, porém não teve como objetivo esgotar as várias possibilidades de aplicações de Realidade Aumentada que podem ser testadas e implementadas com o intuito de contribuir significativamente na melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Nesta pesquisa foi demonstrado que por meio de um sistema de autoria é possível que usuários finais e até mesmo leigos em programação possam fazer uso desta ciência em benefício da educação profissional.

Foi demonstrado a criação de um livro virtual para o ensino de mecânica de motores, levando em consideração as habilidades, competências e sobretudo o planejamento das aulas, destacando não a tecnologia e sim a tarefa executada por meio dela.

Por meio de avaliações escritas e práticas, foi possível comprovar a contribuição da Realidade Aumentada no apoio a educação profissional.

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, IEEE Computer Society, p. 57–47, 2001.

BARILLI, Elomar Castilho. Hipersig: Sistema Hipermissão sobre Sistemas de Informação Geográficas. Dissertação. Programa de Engenharia Biomédica. Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia – COPPE /UFRJ. 2007

BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, IEEE, v. 21, n. 3, p. 6–8, 2005. ISSN 0272-1716.

BORGES, E. LAMOUNIER, E. CARDOSO, A. - Investigando Técnicas Interativas para Aprimorar o Uso de Realidade Virtual no Ensino de Geometria Espacial – UFU.

CASTELLES, M. The informational city: information technology, economic restructuring and the urban-regional process". Basil Blackwell, Oxford.

CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER, E. *Conceitos de Realidade Virtual e Aumentada*. [S.l.]: Tecnologias para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada, 2007.

CARDOSO, A. et al. Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada. [S.l.]: Universitária UFPE, 2006.

DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE NÍVEL TÉCNICO. (1999). Parecer nº 16/99, Aprovado em 05/10/99., 33 P.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. In: Petrópolis–RJ, Livro do Pré-Simpósio, IX Symposium on Virtual

Reality. Editora SBC–Sociedade Brasileira de Computação. [S.l.: s.n.], 2007. v. 412, p. 85–7669.

KIRNER, C.; ZORZAL, E. Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 1, n. 1, p. 114.

LÉVY, Pierre. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. RJ: Editora 34. 1997

LIAROKAPIS, Fotis Augmented Reality Interface Toolkit. International Symposium on Augmented and Virtual Reality, IEEE, 2004.

MILGRAM, P. et al. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: CITESEER. *Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Technologies*. [S.l.], 1994. p. 282–292.

NEITZEL L.C. (2003) A rede digital na rede educacional: um reencantamento. site <<http://www.geocities.com/Athens/Sparta/1350/reencan.html>> acesso em 14/07/2010.

PROINFO. Programa Nacional de Tecnologia Educacional. 2010. Disponível em:http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=244&Itemid=823 Acesso em: 11 Jan. 2011

RIBEIRO, M. W. de S. Arquitetura para Distribuição de Ambientes Virtuais Multidisciplinares. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Uberlândia, 2006..

SANTIN, R. Sistema de Autoria Em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada. Dissertação (Mestrado) — Universidade Metodista de Piracicaba, 2008.

SANTIN, R.; KIRNER, C. Artoolkit. Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada, p. 91–109, 2007.

SILVA, W. A. da. Uma Arquitetura para Distribuição de Ambientes Virtuais de Realidade Aumentada. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

SEICHTER, Hartmut , Raphael Grasset , Julian Looser , e Mark Billinghurst . " Interação Multitouch para interfaces tangíveis . " Em Ismar 2009 . Orlando, Florida: ACM Press, 2009.

ZHOU, Z. et al. Interactive entertainment systems using tangible cubes. In: YUSUF PISAN. *Proceedings of the First Australian Workshop on Interactive Entertainment*. [S.l.], 2004. p. 19.

ZORZAL, E.; KIRNER, C. Jogos Educacionais em Ambiente de Realidade Aumentada. In: *II Workshop sobre Realidade Aumentada*. Unimep. Piracicaba, SP. [S.l.: s.n.], 2005.

ZORZAL, E. R. Estratégia para o Desenvolvimento de Aplicações Adaptativas de Visualização de Informações com Realidade Aumentada. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

PANTELIDIS V. VESAMONTEX. (1999) "Projeto e descrição detalhada das atividades e resultados da implementação de uma solução de VR aplicada a Educação". <http://users.hub.ofthe.net/~mtalkmit/veshtml2.html>, Acesso: 20 outubro 2010.

J. A. VALENTE. Aprendendo para a vida: o uso da informática na educação especial. In J. A. Valente. Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula. São Paulo. Cortez Editora, p.29-42, 2001.

M. C. C. BARANAUSKAS, H.V. Rocha. (2003) Design e Avaliação de Interfaces Humano– Computador. Campinas – SP: NIED/UNICAMP, 2003.

H. KATO, M. BILLINGHURST. et. al. ARToolKit version 2.52: A software Library for Augmented Reality Applications. HitLab – Human Interface Technology Laboratory.

Junho de 2005. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/>>. Acesso em: 10 janeiro de 2011.

C. KIRNER, AT AL. Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. In: II Workshop de Realidade Aumentada – WRA'2005, 2, 2005, Piracicaba- SP. Proceedings. Piracicaba-SP, 2005.p.13-16.

ZORZAL, E. R.; OLIVEIRA, M. R. F.; SILVA, L. F.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER, E. Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada. CINTED-UFRGS. Novas Tecnologias na Educação. V.6 N°1 Julho 2008.

CORTONA 3D Home Page. <http://www.cortona3d.com/Products/Cortona-3DViewer.aspx>. Acesso em: 11/09/2010.

MAGIC BOOCK. http://www.hitlabnz.org/route.php?r=prj-view&prj_id=1 e <http://www.bostoncyberarts.org/archives/fest2001/photos2001a.html> Acesso em 25/10/2010.

OLIVEIRA, F.; KIRNER, C. Projeto LIRA – Livro Interativo com Realidade Aumentada. In: WARV'05 - Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, 2005, Uberlândia. Anais do WARV'05, 2005. v. 01.

SANTIN, R. Sistema de Autoria Em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba. 2008.

APÊNDICE

Avaliação do Sistema de Autoria em Realidade Aumentada

Avaliador (Opcional) _____

() Professor () Coordenador Pedagógico

1. Quanto a Finalidade do Sistema de Autoria – Usabilidade

Insatisfeito	1	2	3	4	5	Muito Satisfeito

2. Quanto a Interface com o usuário – Inteligibilidade

Insatisfeito	1	2	3	4	5	Muito Satisfeito

3. Quanto a facilidade de aprendizagem – Apreensibilidade

Insatisfeito	1	2	3	4	5	Muito Satisfeito

4. Quanto a operação do sistema – Operacionabilidade

Insatisfeito	1	2	3	4	5	Muito Satisfeito

5. Quanto a quantidade de comandos do sistema

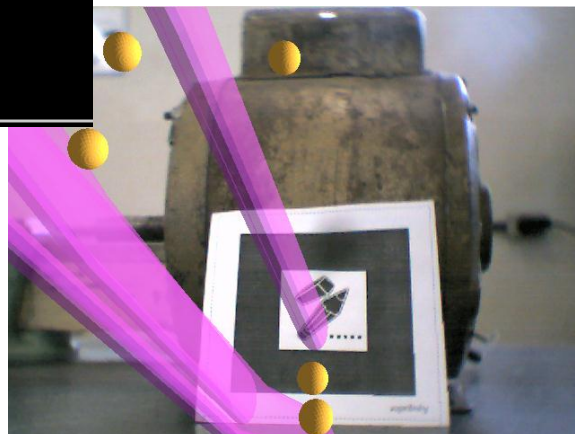
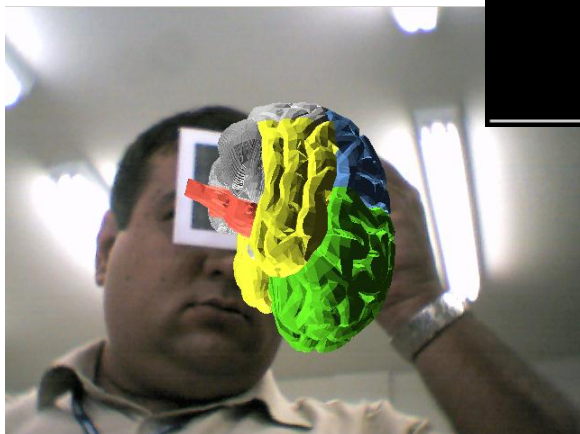
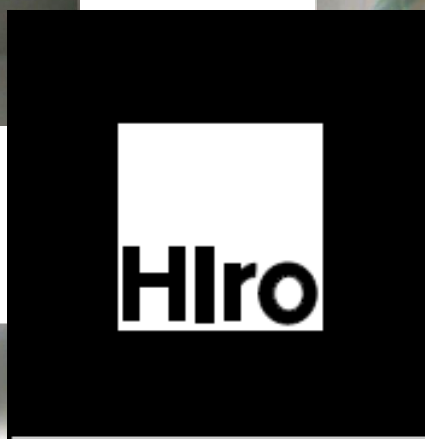
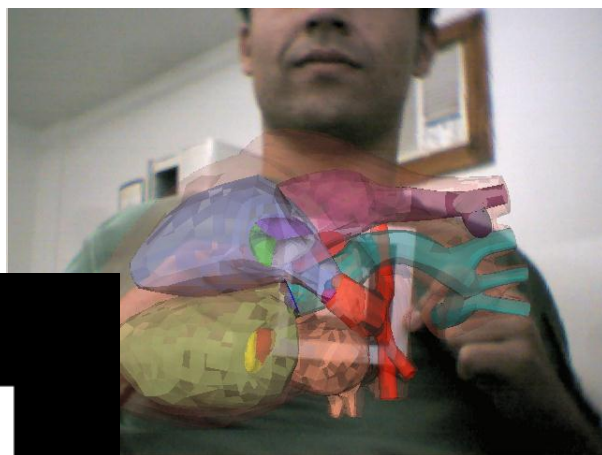
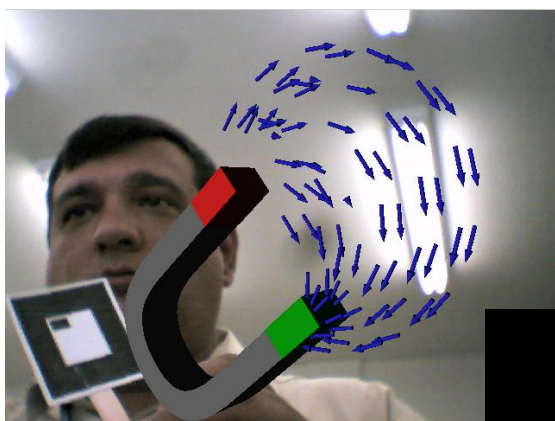
Insatisfeito	1	2	3	4	5	Muito Satisfeito

6. Quanto a confiança na execução do que foi solicitado

Insatisfeito	1	2	3	4	5	Muito Satisfeito

Anexo 1
Livro Virtual

Livro Virtual Demo 1.0



Ensino de Física e Eletricidade

Uma das aplicações educacionais propostas é a visualização de campos magnéticos que não é possível ser feita sem a utilização de equipamentos sofisticados, com a aplicação é possível de visualizar em vários tipos de motores diferentes modos de campos elétricos, possibilitando ao professor ministrar o conteúdo de forma interativa e com envolvimento dos alunos.

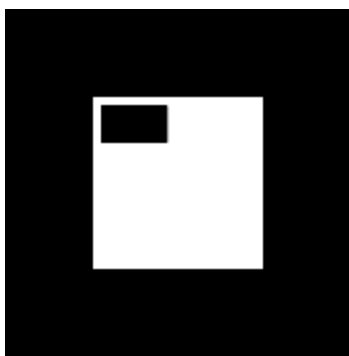
Visualização de Campos Magnéticos

Um campo magnético é influência de cargas elétricas em movimento e ímãs permanentes. Pode-se afirmar que as ligações químicas são produtos de desequilíbrios nos campos magnéticos, e não elétricos.

Linha de força magnética é definida como a curva fechada contínua em um campo magnético ao longo do qual o pólo norte irá se mover caso esteja livre, e sua direção é dada pela direção a qual o pólo norte isolado irá apontar.

Linhas de força magnética possuem as seguintes características:

1. Elas são curvas fechadas e contínuas;
2. Elas não se cruzam em nenhum ponto;
3. Elas se repelem mutuamente;
4. Elas sofrem contração lateral, ou seja, elas se curvam ao longo do comprimento do ímã;
5. Fora do ímã, elas viajam do norte para o sul;
6. Dentro do ímã, elas viajam do sul para o norte;

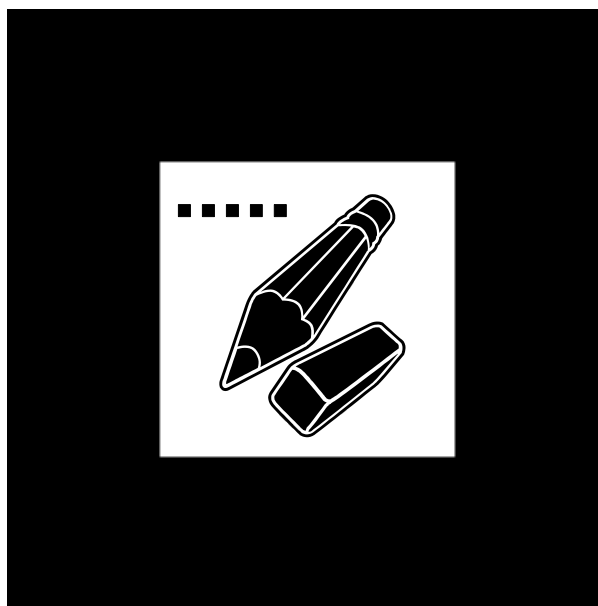


Eletromagnetismo

Electromagnetismo ou **eletromagnetismo** é o nome da teoria unificada desenvolvida por James Maxwell para explicar a relação entre a eletricidade e o magnetismo. Esta teoria baseia-se no conceito de *campo electromagnético*.

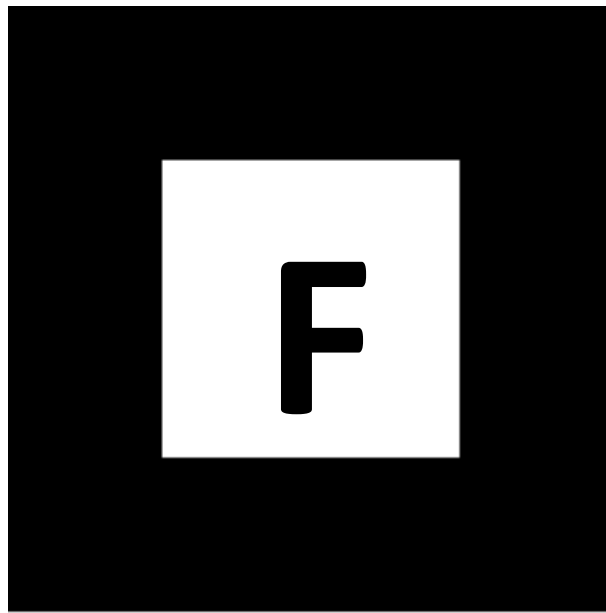
O campo magnético é resultado do movimento de cargas elétricas, ou seja, é resultado de corrente elétrica. O campo magnético pode resultar em uma força eletromagnética quando associada a ímãs.

A variação do fluxo magnético resulta em um campo elétrico (fenômeno conhecido por indução eletromagnética, mecanismo utilizado em geradores elétricos, motores e transformadores de tensão). Semelhantemente, a variação de um campo elétrico gera um campo magnético. Devido a essa interdependência entre campo elétrico e campo magnético, faz sentido falar em uma única entidade chamada campo eletromagnético.



Movimento do Pêndulo

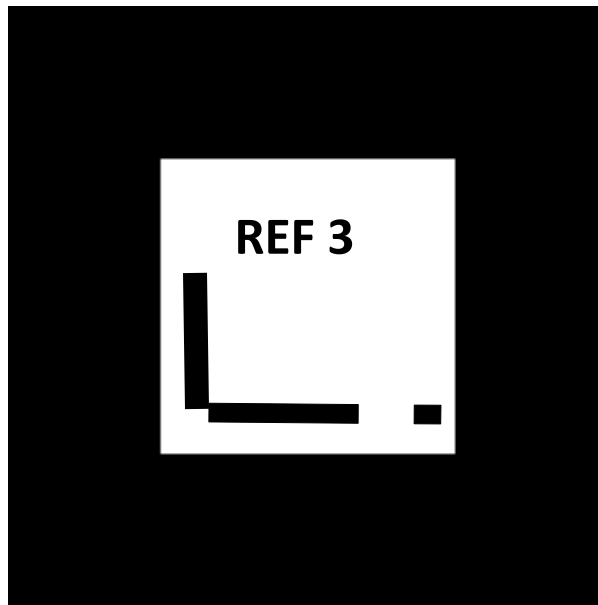
Um pêndulo simples é um corpo ideal que consiste de uma partícula suspensa por um fio inextensível e de massa desprezível. Quando afastado de sua posição de equilíbrio e solto, o pêndulo oscilará em um plano vertical sob à ação da gravidade; o movimento é periódico e oscilatório, sendo assim podemos determinar o período do movimento.



Aplicações de Vestuário

As aplicações no vestuário possibilitam que modelos de acessórios virtuais sejam projetados em pessoas, possibilitando uma pré-visualização antes da montagem do acessório. A figura C abaixo, demonstra um exemplo, onde uma cartola virtual é projetada sobre a cabeça de um usuário.

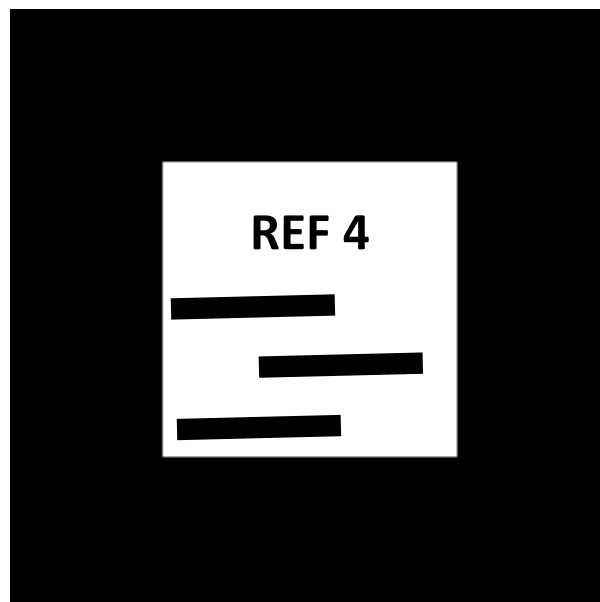
Cartola Virtual



Visualização de Células

A utilização nas áreas de química e biologia são também objeto de estudo da aplicação, visto que é possível projetar a movimentação das células virtuais sem a necessidade de equipamentos sofisticados, a figura abaixo, demonstra a visualização do DNA de uma pessoa.

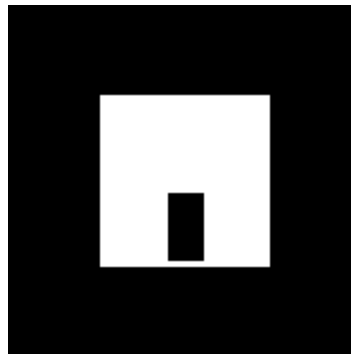
DNA



Anatomia Humana

Anatomia humana é um campo especial dentro da anatomia. Ele estuda grandes estruturas e sistemas do **corpo humano**, deixando o estudo de tecidos para a histologia e das células para a citologia. O corpo humano, como no corpo de todos os animais, consiste de sistemas, que são formados de órgãos, que são constituídos de tecidos, que por sua vez são formados de células.

Cerebelo



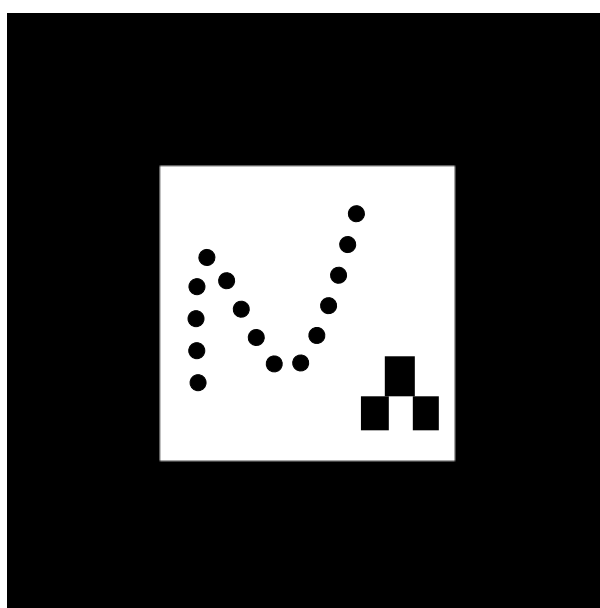
Lobo Temporal



Cérebro



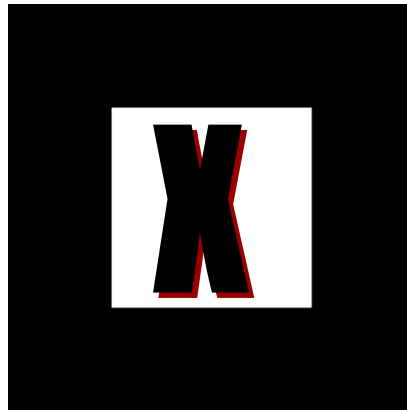
Coração



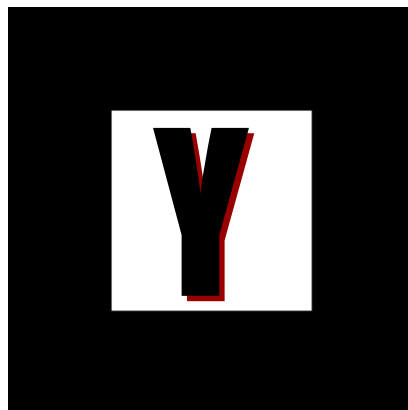
Coordenadas Cartesianas

Chama-se **Sistema de Coordenadas no plano cartesiano** ou **espaço cartesiano** ou **plano cartesiano** um esquema reticulado necessário para especificar pontos num determinado "espaço" com n dimensões. **Cartesiano** é um adjetivo que se refere ao matemático francês e filósofo Descartes que, entre outras coisas, desenvolveu uma síntese da álgebra com a geometria euclidiana. Os seus trabalhos permitiram o desenvolvimento de áreas científicas como a geometria analítica, o cálculo e a cartografia.

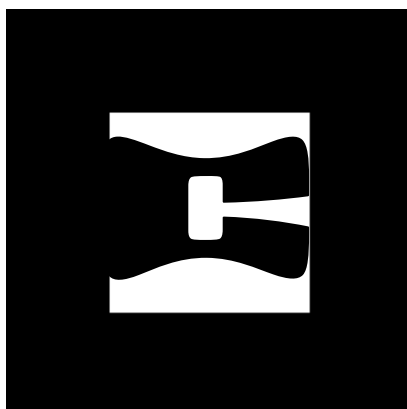
Eixo X



Eixo Y



Coordenada Cartesiana X e Y



Sistema Solar

