

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TELEVISÃO DIGITAL:
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO**

Ronaldo Mosquetta Custódio

**A REALIDADE AUMENTADA NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS PARA
TV DIGITAL**

**Bauru/SP
2013**

Ronaldo Mosquetta Custódio

**A REALIDADE AUMENTADA NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS PARA
TV DIGITAL**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Televisão Digital (PPGTVD), da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), para obtenção do Título de Mestre em Televisão Digital: Informação e Conhecimento sob a orientação do Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa.

**Bauru/SP
2013**

Ronaldo Mosquetta Custódio

**A REALIDADE AUMENTADA NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS PARA
TV DIGITAL**

Área de Concentração:
Tecnologia e Televisão Digital

Linha de Pesquisa:
Inovação Tecnológica para Televisão Digital

Banca Examinadora:

Presidente/Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa
Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Bauru/SP

Prof. 1: Prof. Dr. Marcos Américo
Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Bauru/SP

Prof. 2: Prof. Dr. Enio Garbelini
Instituição: Faculdades de Dracena – Dracena/SP

Resultado:

Bauru, 21 de maio de 2013.

Dedico esta dissertação à
minha família, amigos e
colegas que contribuíram para
a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Manifesto o meu reconhecimento a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, colaboraram para a realização deste trabalho. De forma particular, agradeço:

À minha esposa Daniela e minha filha Isabela, pelos incentivos e apoio durante todo o meu estudo, sem os quais não teria condições de finalizar esta dissertação;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Televisão Digital que durante todo o processo transmitiram seus conhecimentos, tendo papel fundamental em minha vida acadêmica.

Aos colegas de curso que durante a elaboração dos trabalhos em grupo sempre ajudaram na criação e apresentação dos seminários. Em especial, ao Sérgio Portari e Humberto Cecconi, pois sempre estivemos juntos cursando as disciplinas e nas apresentações dos trabalhos.

Às amigas Rosi Pando, pelo apoio nas gravações dos vídeos, e Ellen Malheiros, pela revisão ortográfica do trabalho. Ao professor Alfredo Bonini, pela ajuda nas explicações relacionadas à aula de geometria e ao professor Tiago Ferreira Lima de David, na produção do vídeo.

E um especial agradecimento ao meu orientador Wilson, que sempre me apoiou durante o desenvolvimento acadêmico. Obrigado pela dedicação, compreensão, profissionalismo e por tudo que aprendi e pude evoluir na minha vida profissional e pessoal.

CUSTÓDIO, R. M. **A realidade aumentada na produção de conteúdos para TV Digital.** Trabalho de Conclusão do Mestrado em TV Digital: Informação e Conhecimento – FAAC - UNESP, sob a orientação do Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, Bauru, 2013.

RESUMO

A utilização da Realidade Aumentada (RA) na produção de conteúdos educativos contribui para facilitar o aprendizado e torna uma explicação mais atrativa e dinâmica em relação aos meios tradicionais. Interagir um ambiente real com objetos virtuais tridimensionais em tempo real é um desafio para os ambientes de estúdios virtuais, pois expande as possibilidades na produção de um programa educativo televisivo. Este trabalho demonstra que o uso de uma ferramenta de autoria facilita a produção deste programa, interagindo de forma dinâmica os objetos em cena entre o ambiente real e o ambiente virtual utilizando a RA, em que o usuário ou o próprio instrutor poderá desenvolver conteúdos de forma dinâmica, gerando um vídeo que possa ser transmitido de forma on-line ou armazenado para possíveis transmissões.

Palavras-chave: realidade aumentada, televisão digital, produção de conteúdo, educação.

CUSTÓDIO, R. M. **A realidade aumentada na produção de conteúdos para TV Digital.** Trabalho de Conclusão do Mestrado em TV Digital: Informação e Conhecimento – FAAC - UNESP, sob a orientação do Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, Bauru, 2013.

ABSTRACT

The use of the Augmented Reality (AR) in the production of educational contents contributes to facilitate learning and makes an explanation more attractive and dynamic comparing to traditional media. To interact a real environment with tridimensional virtual objects in real time is a challenge for the virtual studios environment, as it expands the possibilities of producing a TV educational program. This paper demonstrates that the use of an authoring tool facilitates the production of such program, interacting dynamically the objects on scene between the real and virtual environments by the use of AR, where the user or the instructor himself will be able to develop contents in a dynamic way, generating a video that can be transmitted on line or stored for future transmissions.

Keywords: augmented reality, digital television, production of content, education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cadeia produtiva da TV Digital.....	18
Figura 2 - Diagrama dos principais módulos da ferramenta proposta	20
Figura 3 - Modelo de efeito para causa.....	25
Figura 4 - Processo de desenvolvimento do aplicativo de auxílio à produção de conteúdos.....	26
Figura 5 – Exemplo de roteiro tipo americano.....	32
Figura 6 – Exemplo de roteiro tipo europeu ou áudio e vídeo	33
Figura 7 - Tela inicial do programa Celtx.....	34
Figura 8 - Ambiente de Realidade Misturada	40
Figura 9 - Exemplo de Realidade Aumentada.....	41
Figura 10 - Arquitetura de ferramentas de software da RA	41
Figura 11 - Marcador fiducial da biblioteca ARToolKit.....	44
Figura 12 - Relacionamento entre os sistemas de coordenadas do marcador e da câmera e sua matriz de transformação	45
Figura 13 - Passos e funções implementadas em um exemplo de aplicação com o ARToolKit	46
Figura 14 - Processo de reconhecimento dos marcadores de uma aplicação de RA	47
Figura 15 - Interface gráfica do sistema de autoria FLARAS	50
Figura 16 - Esquema resumido da estrutura das aplicações do FLARAS.....	51
Figura 17 - Marcador de interação (a) e marcador de referência (b).....	52
Figura 18 - Ponto desativado (cinza) e ponto ativado (imagem)	53
Figura 19 - Diagrama de estado para as ações de inspeção e controle	53
Figura 20 - Google SketchUp Pro versão 7.0.8657	55
Figura 21 - Tela do Blender com objeto sendo modelado	55
Figura 22 - Tela inicial do HiperCam	56
Figura 23 - Tela da ferramenta de apoio à aula com RA.....	57
Figura 24 - Tela do Celtx utilizado para criar roteiros	58
Figura 25 - Imagem sendo usada na produção da aula	59
Figura 26 - Tela de apresentação do vídeo.....	59
Figura 27 - Gravação da aula com recursos da RA	60

Figura 28 - Fórmula da área da esfera com recursos da RA.....	60
Figura 29 - Marcador utilizado na apresentação da aula	60
Figura 30 - Objetos utilizados na gravação da aula utilizando os recursos de RA	61
Figura 31 - Objetos utilizados na gravação da aula utilizando os recursos de RA	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estrutura da tabela de plano de aula.....	31
Quadro 2 - Exemplo de roteiro adaptado ao modelo A/V (áudio/vídeo)	38

LISTA DE SIGLAS

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
AV	Áudio e Vídeo
API	<i>Application Programing Interfaces</i>
AS3	<i>Action Script 3</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AVI	<i>Audio Vídeo Interleave</i>
C	Linguagem de Programação Compilada
C++	Linguagem de Programação Multi-paradigma
EAD	Educação a Distância
FLARAS	<i>Flash Augmented Reality Authoring System</i>
GLUT	<i>OpenGL Utility Toolkit</i>
GPL	<i>Gnu General Public</i>
HDTV	<i>High Definition Television</i>
IHC	Interação Humano Computador
JNI	<i>Java Native Interface</i>
MHZ	Megahertz
OpenGL	<i>Open Graphics Library</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistants</i>
RA	Realidade Aumentada
RM	Realidade Misturada
RVI	Realidade Virtual Imersiva
SDTV	<i>Standard Devinition Television</i>
TV	Televisão
VA	Virtualidade Aumentada
VRML	<i>Virtual Modeling Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Organização do trabalho.....	14
2 DIRECIONAMENTO DA PESQUISA	16
2.1 Justificativa	16
2.2 Objeto da pesquisa	17
2.3 Problema	18
2.4 Objetivos.....	18
2.4.1 Objetivo geral	18
2.4.2 Objetivos específicos	19
2.5 Estrutura do trabalho	19
2.6 Arquitetura da ferramenta	19
3 TV DIGITAL.....	21
3.1 A produção de conteúdos	22
3.2 TV e Educação	26
3.3 Plano de aula.....	29
3.4 Roteiro	31
3.4.1 Definição de requisitos	34
3.4.2 Modelagem do cenário.....	35
3.4.3 Modelagem de objetos	35
3.4.4 Construção do mundo virtual.....	35
4 REALIDADE AUMENTADA.....	39
4.1 Bibliotecas para desenvolvimento de aplicações de RA.....	42
4.2 Rastreamento	44
4.3 Funcionamento da biblioteca ARToolKit.....	45
4.4 Problemas de identificação de marcadores	47
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
5.1 FLARAS.....	49
5.1.1 Requisitos de hardware e software	51
5.1.2 Estrutura das aplicações	51
5.1.3 Uso dos marcadores	52
5.2 Ferramentas gráficas.....	54

5.3 Ferramentas de captura e edição de imagem	56
5.4 Ferramenta de apoio ao usuário	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

A televisão é o meio de comunicação em massa mais utilizado no mundo. Sua principal característica diz respeito à forma como os conteúdos são criados e difundidos para atender a um público-alvo bastante diversificado.

Com a transformação do sistema de TV de analógico para digital, bem como a sonhada interatividade, abrem-se novas possibilidades de uso em áreas como entretenimento e educação. Neste sentido, a produção de conteúdo torna-se cada vez mais necessária. A utilização da TV Digital na educação requer a produção de conteúdo com qualidade. Esse contexto tem alterado os modos de relacionamentos sociais, econômicos e culturais além da forma de produção, nos instigando na reflexão sobre as possibilidades da melhoria nos processos educacionais.

A TV Digital deverá contar com um ferramental voltado para a disponibilização de ensino em larga escala para oportunizar educação nos países em desenvolvimento.

Este trabalho descreve a utilização de uma tecnologia baseada em Realidade Aumentada que poderá ser usada para auxiliar o processo de produção de conteúdos para a televisão digital de forma simples voltado à educação.

1.1 Organização do trabalho

O segundo Capítulo relata toda a caracterização do trabalho apresentado, descrevendo o direcionamento da pesquisa no que tange ao trabalho quanto à justificativa, o objeto da pesquisa, os objetivos e a arquitetura da ferramenta proposta.

O terceiro Capítulo faz um estudo da TV Digital voltado à produção de conteúdos educacionais, inicialmente descrevendo a importância da utilização de um plano de aula no planejamento de o que abordar para atender os objetivos de uma aula. Este capítulo também aborda o conceito e o desenvolvimento de um roteiro destinado à produção de conteúdo televisivo no formato A/V (áudio/vídeo) para a realização de aulas que serão desenvolvidas utilizando a Realidade Aumentada na sua criação.

O quarto Capítulo descreve o que é a Realidade Aumentada e quais são as bibliotecas utilizadas na criação de ferramentas que auxiliam a utilização desta tecnologia.

O quinto Capítulo apresenta os materiais e os métodos escolhidos para a criação e o desenvolvimento da ferramenta de auxílio ao professor/instrutor. Este trabalho optou pelo uso de um programa de autoria em Realidade Aumentada destinado à criação de aplicações que podem ser utilizadas para a produção de vídeos voltados para a TV.

O sexto e último Capítulo traz as considerações finais utilizando-se de um vídeo produzido com a referida ferramenta e uma proposta para futuras adequações da ferramenta para a produção de conteúdos.

2 DIRECIONAMENTO DA PESQUISA

2.1 Justificativa

O enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico funcionando em tempo real na produção televisiva, traz diversas vantagens. Entre elas, a redução de custos, eliminando a necessidade de ter que montar e desmontar vários cenários e de ter que armazená-los em grandes espaços físicos, minimizando o custo de material necessário para a composição destes cenários.

A interação do usuário com o ambiente virtual é um dos aspectos importantes da interface e está relacionada com a forma como a câmera capta estas ações do usuário. Nesta situação, o sistema computacional reage instantaneamente, modificando o aspecto da aplicação, possibilitando ao ator (instrutor/professor) interagir com um ambiente virtual tridimensional realista em tempo real, visualizando cenas que serão alteradas como resposta aos seus comandos. Isso torna a interação mais eficiente e atrativa ao receptor (telespectador/aluno), simplificando a explicação de temas complexos e diminuindo consideravelmente o trabalho de produção e pós-produção, pois tudo isso acontecerá em tempo real na produção de um vídeo.

Esta possibilidade de permitir interagir os objetos de cena com o ator real através de uma biblioteca de imagens tridimensionais previamente existentes que podem ser alteradas de forma dinâmica pelo diretor de TV ou mesmo pelo instrutor/professor proporciona a interação com objetos de Realidade Aumentada (RA) para um ambiente de estúdio virtual na produção de conteúdos educativos ou *e-learning*¹ que facilita a explicação de assuntos complexos de forma mais clara. Outro conceito que pode ser considerado uma ramificação do conceito de *e-learning*,

¹ e-learning ou ensino eletrônico, corresponde a um modelo de ensino não presencial suportado por tecnologia. Atualmente, o modelo de ensino/aprendizagem assenta no ambiente on-line, aproveitando as capacidades da Internet para comunicação e distribuição de conteúdos.

em que o meio de distribuição do conteúdo e de comunicação é promovido pela transmissão da TV Digital interativa é o *t-learning*²

A evolução tecnológica tem despertado o interesse de usuários que não são especialistas em informática em desempenhar atividades com ferramentas de softwares que facilitem o desenvolvimento de suas atividades. A produção de vídeos por parte dos usuários é um bom exemplo. O site Youtube, em parte, é o resultado disso. Para isso, utiliza-se de softwares com interfaces gráficas amigáveis para auxiliar nas tarefas com facilidade e rapidez, sem um estudo aprofundado dos aspectos técnicos de programação.

2.2 Objeto da pesquisa

A produção de conteúdos para TV Digital é um processo complexo e que requer a participação de profissionais de diferentes especialidades, como cenógrafos, produtores, atores, entre outros. Dentro deste contexto, criar ferramentas que auxiliem no processo de produção de conteúdos é uma contribuição para a área. Diferentemente do modelo analógico, o modelo digital, agora empregado na TV, permite que os conteúdos sejam registrados na forma de *bits e bytes*.

O conteúdo no formato digital possui inúmeras vantagens quando comparado com o conteúdo no formato analógico, tais como: facilidade de replicação, transferência e manuseabilidade. Com o avanço da computação, principalmente na área gráfica, agora é possível misturar elementos reais com elementos virtuais na construção de cenas e conteúdos para programas televisivos.

A computação gráfica proporciona um novo impulso ao artista, abrindo novos horizontes, fornecendo meios para se fazer um novo tipo de arte. Uma questão que surgiu após o relacionamento da computação gráfica com as artes foi a definição do seu verdadeiro papel na criação. Ela é apenas uma ferramenta do artista ou ela é responsável pela obra em si? (AZEVEDO, 2003)

Dentre as novas tecnologias que permitem misturar o real e o virtual, está a Realidade Aumentada (RA). A RA pode ser útil na TV Digital, em especial, no

² t-learning ou aprendizagem através da TV. Segundo Pazos-Arias(2006), é a combinação de educação e entretenimento introduzindo um novo termo: "edutainment" (education + entertainment).

início da cadeia produtiva³, facilitando o processo de produção e reduzindo os custos de pós-produção. A Figura 1 ilustra esta cadeia produtiva e destaca o setor em que o trabalho irá contribuir no processo de produção de conteúdos para TV Digital.

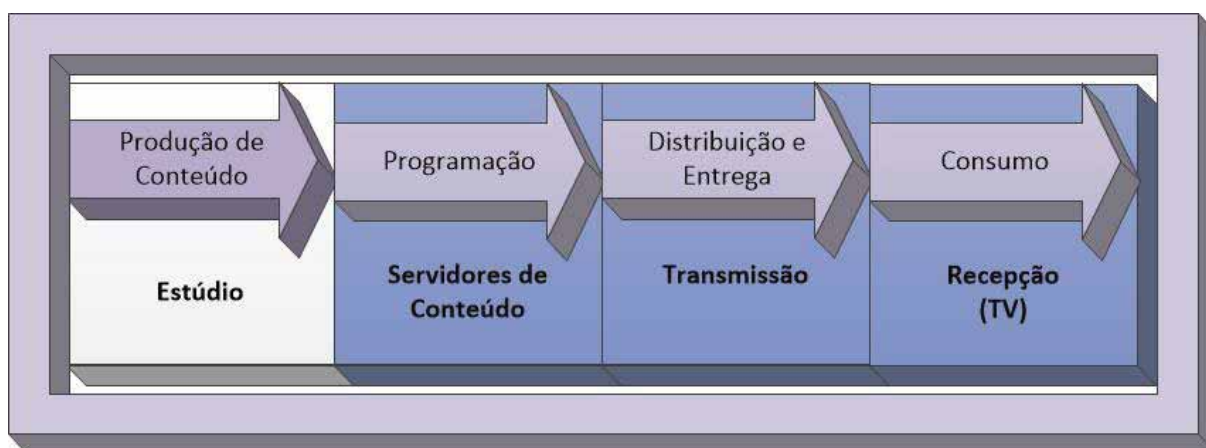


Figura 1 - Cadeia produtiva da TV Digital

O objetivo deste trabalho é utilizar uma ferramenta baseada em RA para auxiliar no processo de produção de conteúdos para TV Digital, em especial na produção de conteúdos de cunho educativo.

2.3 Problema

A produção de conteúdos para a TV Digital é um grande problema, pois existe uma carência de conteúdos digitais, especialmente em língua portuguesa, para serem veiculados nas transmissões televisivas, principalmente voltados à educação. A utilização de uma ferramenta que auxilie na produção destes conteúdos digitais voltados para a educação usando a RA para facilitar na produção, sem a necessidade de cenários elaborados e equipamentos sofisticados de custo elevado para esta produção, é o propósito deste trabalho.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo geral

³ A cadeia produtiva da televisão aberta no Brasil é composta atualmente por quatro fases: produção de conteúdo, programação, distribuição e entrega, e consumo.

Demonstrar como utilizar as ferramentas de Realidade Aumentada na produção de conteúdos em TV Digital voltados para a educação.

2.4.2 Objetivos específicos

- Produzir conteúdos digitais para a veiculação na TV Digital;
- Identificar elementos-chave no processo de produção de conteúdo digital educacional.

2.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho demonstra o uso de uma ferramenta de autoria⁴ em Realidade Aumentada para o desenvolvimento e produção de conteúdos digitais televisivos voltados à educação, reduzindo o trabalho de produção e pós-produção. Com o auxílio de uma câmera e um computador, além da ferramenta de autoria em Realidade Aumentada utilizada para mesclar as imagens reais com os objetos virtuais utilizados para a produção do vídeo educativo, o instrutor ou professor passará a desenvolver uma aula diferenciada através desta tecnologia, atraindo a atenção do espectador e tornando a aula mais atrativa.

2.6 Arquitetura da ferramenta

A ferramenta utilizada neste trabalho está localizada no início da cadeia de produção de conteúdos para a TV Digital. O propósito é auxiliar o professor na realização de aulas diferenciadas com o uso da RA contemplando as três fases de qualquer produção multimídia que são: pré-produção, produção e pós-produção. Durante o processo de pré-produção, serão definidos os objetivos pedagógicos, o plano de aula e o roteiro da aula, armazenados em um repositório local conforme apresentado na Figura 2. Nesta etapa, é preciso armazenar os objetos digitais

⁴ Ferramentas de autoria são recursos amigáveis para que usuários leigos, ou não programadores, possam desenvolver com rapidez um determinado conteúdo ou programa.

necessários. Os objetos digitais são categorizados como: imagens digitais, áudio digital e vídeo digital.

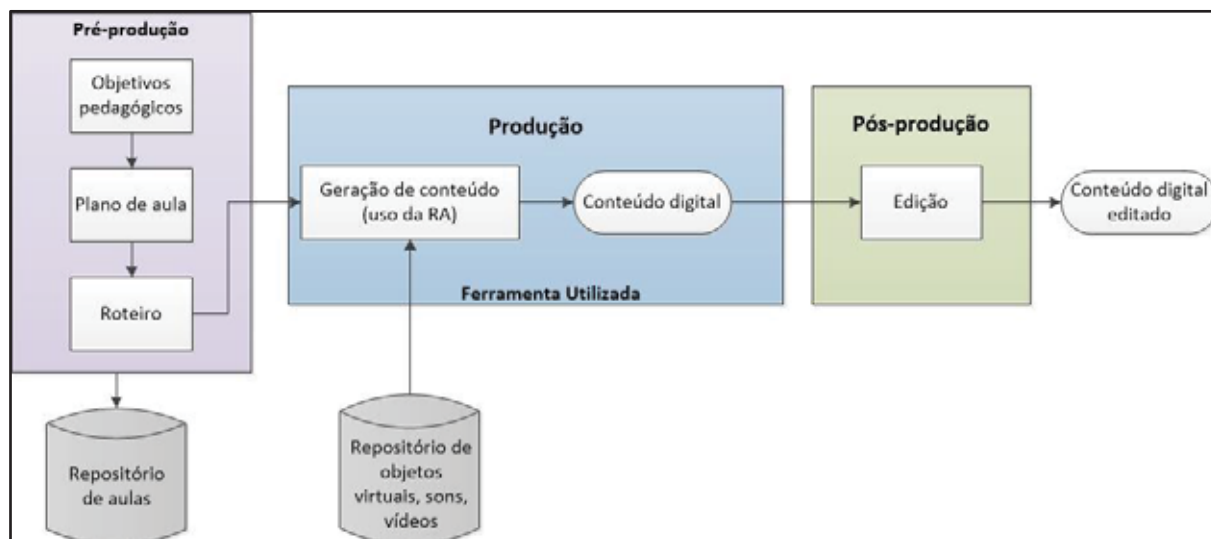


Figura 2 - Diagrama dos principais módulos da ferramenta proposta

Com todos os objetos da pré-produção definidos e armazenados, inicia-se o processo de produção, em que o professor fará uso da ferramenta de autoria em RA para auxiliar na gravação da aula utilizando uma câmera, um computador e os objetos virtuais para a criação do conteúdo digital da aula proposta. Na pós-produção, embora a proposta seja de não utilizar muitos recursos de edição, poderá ser feita a edição do material para posterior geração do conteúdo digital em vídeo.

3 TV DIGITAL

A televisão (TV), como qualquer outro meio de comunicação, está em constante processo evolutivo. Desde o seu surgimento até os dias atuais, passou por várias mudanças, entre elas: a cor, que deixou os programas muito mais atraentes; o aumento do número de canais, originando as primeiras escolhas do telespectador, o que resultou no surgimento do controle remoto para poder escolher com mais conforto o que assistir. O controle remoto foi o primeiro componente digital integrado aos aparelhos receptores do sinal de televisão (MONTEZ, 2005).

Pode-se afirmar que a transmissão televisiva é fruto de um conjunto de procedimentos – produção, edição, transmissão e recepção – pelo qual o sinal da TV chega até a casa dos telespectadores (BECKER, 2004).

Tudo acontecia em tempo real. Apenas em 1956, quando surgiu o videoteipe, foi introduzido o procedimento de edição. A partir de então, os vídeos gerados pela câmera poderiam ser armazenados, editados e posteriormente transmitidos. Foi o primeiro passo para a sofisticação da produção e pós-produção dos programas (MONTEZ, 2005).

Com o surgimento de câmeras mais sofisticadas e ilhas de edição digitais na década de 80, os editores passaram a contar com mais recursos e flexibilidade para desenvolver os programas para a televisão, além da transmissão digital dos fluxos de áudio e vídeo, que são avanços tecnológicos considerados como o despertar da TV Digital.

Atualmente, a TV aberta terrestre brasileira analógica opera canais com espectro eletromagnético (largura de banda) de 6 MHz. Com a utilização da TV Digital, a transmissão de áudio e vídeo passa a ser feita através de sinais digitais codificados, que permitem o uso mais eficiente do espectro devido ao aumento da taxa de transmissão de dados na banda de frequências disponível. Isso possibilita que som e imagem de melhor qualidade possam ser transmitidos, viabilizando a Televisão de Alta Resolução HDTV (*High Definition Television*)⁵ e mais canais simultaneamente na mesma faixa de frequência. O acesso às informações adicionais, como menu de programação, sinopse de filmes, interação do usuário através de um canal de retorno para que sejam feitas compras, pesquisas de preços

⁵ Os televisores HDTV possuem a resolução de 1280 x 720 pixels que permite exibir imagens com mais qualidade e nitidez.

e votação, são algumas das funcionalidades que a TV Digital proporciona à população.

A tendência do uso da representação digital é um fato irreversível. Tecnologias analógicas estão sendo substituídas pelas tecnologias digitais. Alguns exemplos claros dessa migração são as centrais telefônicas e equipamentos das estações de TV migrando para tecnologias digitais, proporcionando melhor desempenho, flexibilidade, imunidade a erros, e oferecendo serviços antes impossíveis ou inviáveis. As informações digitais são processadas através de computadores, o que as torna mais facilmente manipuláveis. Técnicas de processamento de sinais podem ser usadas para: inserir e retirar marcas d'água (para garantir direitos autorais), filtrar sinais digitais, comprimir dados, detectar e reduzir erros, entre outros.

Essa capacidade de ser processada pelos computadores é com certeza a grande vantagem da representação digital dos dados multimídia. Ou seja, após serem transformados em um sinal digital, os dados multimídia passam a ter representação universal: qualquer mídia digital é codificada em uma sequência de bits. Todos os tipos de informações digitais (inclusive as que não são multimídia) podem ser manipulados, armazenados e transmitidos da mesma forma, usando o mesmo tipo de equipamento. As mídias em formato digital podem ser integradas com outros dados digitais, compartilhando os mesmos recursos (BECKER, 2004).

O uso do sistema de TV Digital permite expandir a capacidade da transmissão de imagens com a resolução maior, usando a mesma largura de banda que se tem hoje com a TV analógica. Esta capacidade de transmissão utilizando o meio digital permite que sejam transmitidos simultaneamente até quatro canais na definição chamada padrão ou SDTV (*Standard Definition Television*) com uma resolução que é de 640 x 480 pixels no formato de tela 4:3.

3.1 A produção de conteúdos

O mercado de produção audiovisual inclui qualquer produto que tenha como resultado a transmissão de uma imagem em movimento, seja qual for o meio utilizado para sua veiculação, reprodução, transmissão ou difusão (ANCINE, 2012).

Existem duas formas de gerar conteúdo televisivo: transmiti-lo ao vivo ou gravar sequências de áudio e vídeo para posterior edição antes da difusão.

A era digital introduziu uma convergência comum entre o vídeo digital e os processos necessários à produção televisiva. O fato de fazer um programa com uma grande equipe de produção envolvida ou fazê-lo sozinho, se utilizará uma ou várias câmeras para as filmagens ou se esta produção será simples ou complexa, este trabalho certamente o conduzirá a uma das fases da produção: pré-produção, produção ou pós-produção (ZETTL, 2011).

A fase de pré-produção é fundamental para o produto final, pois é nesta fase de concepção de um projeto que se afirmam as questões básicas para o produto final que inclui a preparação do programa antes da realização efetiva das atividades de produção. Normalmente acontece em duas etapas: a primeira é a transformação da ideia básica em roteiro; a segunda, a escolha dos equipamentos necessários como câmeras, microfones, iluminação, entre outros, e a escolha dos profissionais para transformar o roteiro em programa de televisão. Nesta fase, os roteiros são desenvolvidos, há a escolha do elenco, da equipe técnica e são decididos e adquiridos os direitos de gravação; também são necessárias a captação de recursos e a escolha dos fornecedores.

A produção é caracterizada por ser a fase em que o produto audiovisual é desenvolvido. Nesta fase, são realizadas a preparação do elenco, a contratação da equipe técnica, a locação ou a aquisição de equipamentos e softwares, a construção de cenários e figurinos e a filmagem em si.

A produção televisiva requer espaços físicos com inúmeros objetos. O objetivo maior da produção é transformar a ideia original em produto acabado com a maior eficiência possível. Segundo Kellison (2007, p. 185), a fase de produção é a filmagem propriamente dita e é papel do produtor fazer com que o planejamento saia da forma como foi pensado. "Independente do escopo do projeto, os componentes devem estar prontos, e roteiristas, diretor, equipe técnica e elenco devem estar preparados para dar vida ao projeto".

A pós-produção compõe as atividades técnicas de finalização de um trabalho. Neste estágio, são realizadas as etapas de edição, montagem, finalização, tratamento de imagem e de som, além da adição da trilha sonora. Segundo Zettl (2011), quando se adota o estilo cinematográfico de filmagem, em que as cenas são montadas gravando-se plano por plano com apenas uma câmera, o tempo gasto nas atividades de pós-produção pode ser maior se comparado à produção de fato. Ao

final desta fase, é obtida a matriz de um produto audiovisual que pode ser reproduzida, distribuída e comercializada para qualquer meio de comunicação.

Empresas especializadas não apenas na área de produção, mas também na prestação de serviços para grandes canais televisivos no Brasil, iniciaram suas operações regularmente, em especial após o fechamento de grandes estúdios como Vera Cruz e Atlântida, que finalizaram as produções cinematográficas nacionais, possibilitando que muitos produtores, atores e técnicos migrassem para a indústria televisiva (RUIZ, 2012).

Desta forma, pode-se entender a situação atual da produção de conteúdos, seja ela produção de programas independentes para televisão aberta ou fechada, cinema, propaganda, vídeos institucionais para empresas privadas ou governamentais ou mesmo registro de eventos sociais.

Todas estas segmentações de produção de vídeo são influenciadas por fatores internos como: capacidade financeira, disponibilidade de mão-de-obra especializada e acesso a equipamentos; e também por fatores externos como: falta de políticas de incentivo e financiamento à produção independente, má distribuição dos poucos recursos públicos e privados, e a distribuição geográfica não heterogênea com concentração acentuada nas grandes praças (RUIZ, 2012).

As oportunidades existentes para a produção de conteúdos para televisão vêm sendo amplamente apresentadas pela ascensão econômica que o Brasil está vivendo, chegando, segundo o instituto de pesquisa CEBR (*Centre for Economics and Business Research*), ao posto de sexta economia global. A diminuição da pobreza possibilita o aumento da classe consumidora, o aumento do nível de escolaridade faz com que a mudança dos hábitos de consumo traga um telespectador mais crítico e exigente.

A maioria dos modelos de produção tem algo em comum com o modelo de **efeito para causa**: ele parte de uma ideia básica, mas, em vez de transformá-la diretamente em processo de produção, avança até o efeito de comunicação desejado sobre o público-alvo – o objetivo geral do programa. Tal objetivo pode ser alcançado por meio de uma mensagem específica que, de preferência, será recebida e internalizada pelo espectador e produzirá nele uma reação. Esta mensagem de importância geral é gerada pelo processo de o espectador apreciar o conteúdo visual e sonoro do programa de TV por você produzido e associar a ele significado. Este processo é denominado de “mensagem do processo”. Um processo assim requer que você, o produtor, tenha uma ideia extremamente clara de seus objetivos em relação à reação, atitude e impressões do público-alvo antes de decidir sobre os requisitos técnicos necessários (ZETTL, 2011).

A Figura 3 descreve o modelo de efeito para causa que avança diretamente da ideia inicial e do ponto de vista do enredo ao efeito desejado – a mensagem do processo. A partir daí, ele se volta para os requisitos médios que sugerem os elementos de produção a serem utilizados e os processos necessários à produção da mensagem do processo definida.

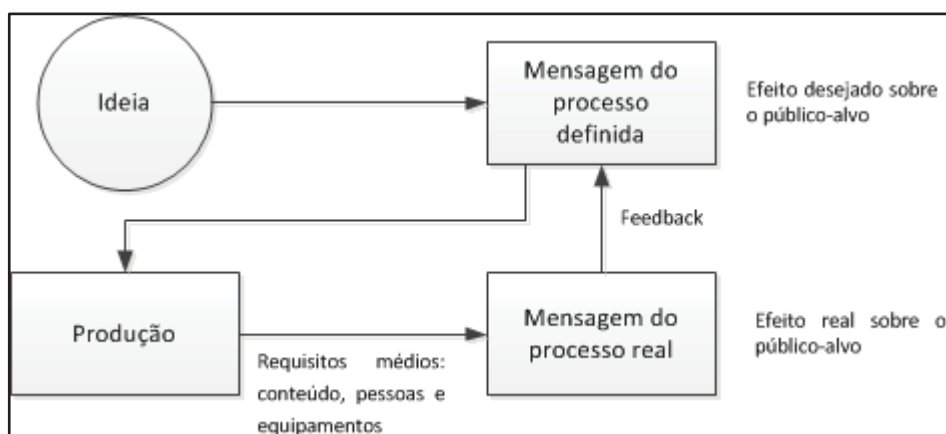


Figura 3 - Modelo de efeito para causa
Fonte: Adaptado de (ZETTL, 2011)

Este processo de produção pode ser otimizado através de um software que facilite a produção de conteúdos para a TV Digital com o objetivo de melhorar o entendimento de assuntos complexos de forma mais atrativa ao receptor na área da educação, que se encontra tão carente desta produção de conteúdos.

Faz-se necessário, então, um modelo de produção para desenvolver e atingir um público alvo que irá preparar o conteúdo sobre uma determinada aula e que será apresentada na forma digital utilizando a Realidade Aumentada para esta produção. O objetivo de um modelo de produção é ajudar os professores a transformar a ideia original em produto acabado com a maior eficiência possível.

O objetivo do software será de aliar as características da RA ao conteúdo das aulas e auxiliar o professor na produção de material didático voltado para a educação. Através deste software, será possível alimentar e organizar um repositório de imagens, sons, vídeos, objetos tridimensionais ou bidimensionais, animados ou estáticos, que serão utilizados na produção das aulas. Também ajudará no roteiro que obedecerá a uma sequência de passos para atingir o objetivo desejado e realizar as mudanças das imagens geradas pelos marcadores de RA, para alterar a cena onde o ator ou professor passará a manipulá-la para a explanação da aula.

Para isso, será necessária a união de três áreas distintas: educação, comunicação e computação. Na educação, é necessário o estudo sobre planejamento e plano de aulas para obter o resultado esperado que seja o entendimento do conteúdo apresentado pela aula expositiva. A área da comunicação será responsável pela roteirização da filmagem visando a obedecer ao tempo para cada fase da produção de uma aula. E, finalmente, a computação, que possibilitará a união da Realidade Aumentada na produção do vídeo que será gerado de forma dinâmica com a escolha dos objetos que serão apresentados na aula pelo ator/professor ou diretor de TV.

A Figura 4 descreve este processo que será utilizado no desenvolvimento do aplicativo de auxílio à produção de conteúdo para a Televisão Digital.

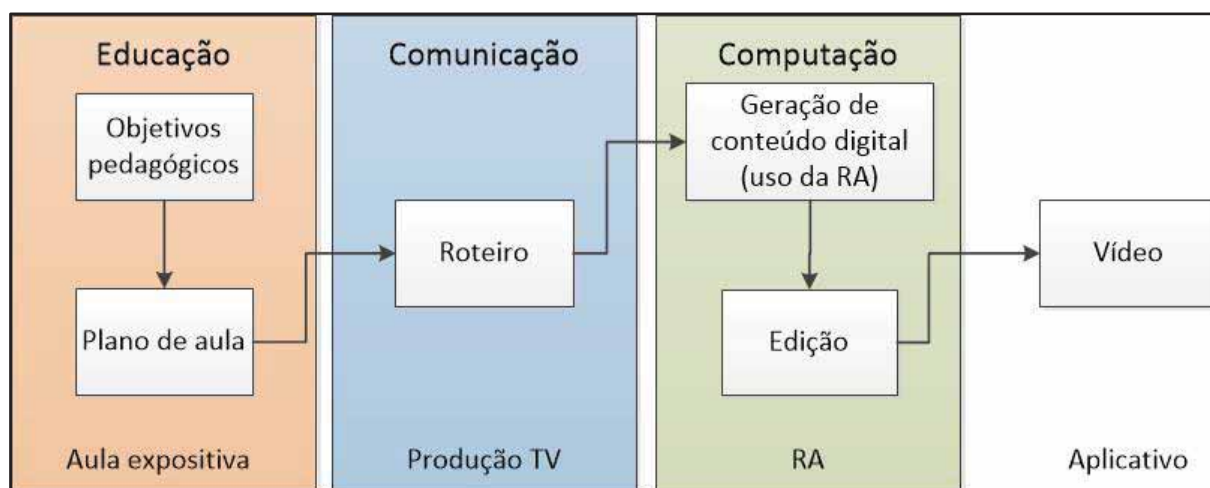


Figura 4 - Processo de desenvolvimento do aplicativo de auxílio à produção de conteúdos

3.2 TV e Educação

Pode-se ressaltar que, no âmbito educacional, a primeira revolução tecnológica no aprendizado foi provocada por Comenius (1592–1670), quando transformou o livro impresso em ferramenta de ensino e de aprendizagem, com a invenção da cartilha e do livro-texto (ALMEIDA, 2000). Sua ideia principal era universalizar o ensino da população através deste instrumento. Porém, o conhecimento precisa de informações contextualizadas com significado para ser construído e ele não alcançou, totalmente, seus objetivos.

Esses objetivos, atualmente, poderiam ser alcançados se a educação passasse por grandes transformações. Transformações essas que devem

acompanhar as constantes evoluções socioculturais e tecnológicas presentes no dia a dia, que, além do volume crescente das informações, geram mudanças nas organizações e no pensamento humano, exigindo uma autocrítica constante na obtenção e seleção destas informações.

O uso da tecnologia, principalmente a computacional, na aquisição de conhecimentos por intermédio de manipulação de informações utilizando imagens e recursos multimídias e o uso das redes de comunicação para estabelecer conexões que permitam o desenvolvimento de diferentes modos de representações e compreensão do pensamento, permite testar ideias ou hipóteses que levam à má construção de um mundo virtual, ao mesmo tempo em que introduzem diferentes formas de atuação e de interação entre as pessoas.

Estas novas relações, além de envolver a racionalidade técnica operatória e lógico-formal, ampliam a compreensão sobre os aspectos socioafetivos, tornando evidentes fatores pedagógicos, psicológicos, sociológicos e epistemológicos (ALMEIDA, 2000).

Assim, surge a necessidade do desenvolvimento de metodologias de uso dos recursos computacionais em educação que possam impulsionar o salto na qualidade do ensino, embora ainda existam várias escolas que não possuem as mínimas condições de infraestrutura para o desenvolvimento da aprendizagem, muito menos do uso de recursos tecnológicos para isso.

Frente à existência paralela deste atraso e da modernização, é que temos que trabalhar em dois tempos, fazendo o melhor possível no universo preterido que constitui a nossa educação, mas criando rapidamente as condições para uma utilização nossa dos novos potenciais que surgem. (DOWBOR, 1994: 122)

Atualmente vive-se na fase da integração das mídias, em que tudo se comunica e interage entre si, possibilitando às pessoas serem produtores e consumidores de informações. A digitalização permite a multiplicação das possibilidades de escolha e interação. A mobilidade e a virtualização possibilitam liberdade dos espaços físicos e tempos rígidos. O mundo físico se reproduz em plataformas digitais e tudo pode ser realizado de forma física ou virtual, como pagar contas em bancos, fazer compras em lojas e até mesmo estudar em escolas através do Ensino a Distância (EaD). As tecnologias agora estão convergindo para a integração dos equipamentos que antes trabalhavam separadamente, como:

computadores, celulares, câmeras digitais e televisão; agora já podem estar interligados através de redes sem fio.

A televisão, entretanto, é a uma das últimas grandes mídias que está se tornando digital no Brasil e precisa ocupar o seu espaço em relação às outras formas de digitalização que permitiram múltiplas escolhas, como hora e lugar em que as pessoas assistem a seus programas. A TV Digital aumenta o “leque” de opções para o entretenimento, comunicação e também para a educação. Embora inicialmente a interação seja sem muitos recursos, o aumento de canais e a oferta de conteúdos permitem novas formas de produção e divulgação deste conteúdo, ampliando o número de usuários produtores e contribuindo para a produção dos conteúdos enfatizando o educativo.

A utilização da TV na educação não é algo recente ou inovador, visto que nos anos 70 já se utilizava para a disseminação de aulas através dos tele cursos. Porém, com a tecnologia digital, a TV apresenta vários canais e recursos para acessar esses conteúdos digitalmente, criando cursos, realizando conferências e debates, facilitando a interação entre aprendentes e instrutores. Poderão ser produzidas aulas com recursos inovadores e disponibilizá-las para serem acessadas em qualquer lugar e a qualquer hora com qualidade superior à conseguida pela internet, acrescentando recursos de pesquisa e fácil navegação de forma realista.

Para isso, o professor necessitará de ferramentas simples e eficientes para alcançar o objetivo de ensinar utilizando-se dos meios audiovisuais e estimulando de forma criativa o poder de atrair e reter a atenção do aluno/espectador, visando ao incremento de atividades relacionadas ao ensino e à aprendizagem. A TV Digital aliada com a Realidade Aumentada é o caminho para que ocorra esta relação entre a produção do material e a veiculação deste para o estudante.

Esta produção do material para o estudante vai ao encontro da necessidade de produção de conteúdos, tanto na área da educação quanto na área comercial de programas televisivos. Com o aumento da possibilidade de criação de mais canais, devido à digitalização do sinal, cresce também a necessidade de conteúdos para veiculação na TV Digital. Outro fator que contribui para esta demanda por conteúdos é a possibilidade da utilização em dispositivos móveis.

Analisar e desenvolver as possibilidades expressivas de conteúdos voltados para a Educação a Distância, utilizando a TV digital com todos os seus recursos, representa um dos desafios da produção do

conhecimento em torno das relações entre comunicação e educação enquanto ferramentas imprescindíveis na formação de profissionais no novo contexto da sociedade da informação (MÉDOLA, 2013).

3.3 Plano de aula

O papel do professor na produção de conteúdos educativos para a TV não é uma tarefa fácil e tampouco simples. Necessita de planejamento para buscar respostas de um determinado problema, estabelecendo fins e meios que possibilitem a sua superação, de modo que atinja os objetivos previstos anteriormente.

O ato de planejar é sempre um processo de reflexão, de tomada de decisão sobre a ação; processo de previsão de necessidade e racionalização de emprego de meios (materiais) e recursos (humanos) disponíveis, visando à concretização de objetivos, em prazos determinados e etapas definidas, a partir dos resultados das avaliações (PADILHA, 2001).

[...] o planejamento consiste no processo de organização de determinada ação, o que implica um conjunto de encaminhamentos, princípios e pressupostos. A definição do caminho a ser percorrido para se alcançar o objetivo almejado envolve um conjunto de iniciativas e ações, entre as quais as elaborações de plano (SILVA, 2013, p. 1).

Para auxiliar no planejamento, existe o plano de aula, que nada mais é que o produto deste planejamento. O plano de aula é um documento utilizado pelo professor como um guia que tem a função de orientar a prática dentro de um contexto teórico do que se pensa em fazer, como fazer, quando fazer, com que fazer e para quem fazer.

O plano de aula funciona como um instrumento no qual o professor aborda de forma detalhada as atividades que pretende executar em sua aula e os meios que serão utilizados para a realização daquelas. De maneira simplista, pode se dizer que o plano de aula é uma previsão de tudo que será feito na aula em um período determinado (SILVA, 2012).

O plano consiste na sistematização do processo de organização da ação e se configura em um registro escrito, apresentado sob a forma de um documento.

Pensando na utilização de um software que auxiliará o professor na confecção da aula utilizando a RA na produção dos conteúdos educativos, existem algumas informações necessárias para iniciar uma reflexão para a elaboração de um plano de aula voltado para a TV Digital, que apresente uma sequência do que deve ser desenvolvido na aula com: detalhes, objetivos e metas a serem atingidos (conhecimento, competências e habilidades), os itens do conteúdo, as estratégias e as metodologias que serão utilizadas, os procedimentos adotados, as atividades desenvolvidas e os recursos empregados, além da avaliação e da referência dos autores pesquisados para cada aula.

Para efetuar o plano de aula, existem formulários com as informações necessárias para que o professor possa elaborar a aula de forma organizada. Com esta ferramenta é possível cadastrar a instituição de ensino, o curso, o módulo do curso, a disciplina, o assunto, o professor, a carga horária, os objetivos: geral e específico, o conteúdo, o conhecimento prévio, as estratégias, os recursos didáticos necessários, o critério de avaliação e as referências das aulas cadastradas. O bom planejamento das aulas aliado à utilização de novas metodologias contribui para a realização de aulas satisfatórias em que os estudantes e professores se sintam estimulados, tornando o conteúdo mais agradável com vistas a facilitar a compreensão (FRANCISCO, 2013).

O Quadro 1 apresenta este modelo de formulário com os dados preenchidos com uma aula de geometria, demonstrando os cálculos de volume e área da esfera que servirão para auxiliar na criação do plano de aula pelo instrutor.

<u>Identificação</u>		
Instituição de Ensino: Fundação Dracenense de Educação e Cultura (FUNDEC)		
Curso: Ensino Médio	Módulo: 2º ano	
Disciplina: Geometria	Assunto: Esfera	
Professor: Alfredo	Carga Horária: 50 min	
<u>Objetivo Geral</u>		
Noções e definições envolvendo a esfera. Explorar o sólido através de imagens 3D		
<u>Objetivos Específicos</u>		
Aplicar a fórmula para o cálculo do volume e área de uma esfera, área do fuso esférico e volume da cunha esférica a partir de apresentação de objetos 3D que permitam compreender todo o processo. Interpretar a fórmula analisando as respectivas unidades.		
<u>Conteúdo</u>		

Área e volume de uma esfera, fuso e cunha esférica.
<u>Conhecimentos Prévios</u>
Conceitos de ângulo, diâmetro, raio e medidas. Noções de plano cartesiano.
<u>Estratégias</u>
Aula expositiva utilizando recursos de computação gráfica para demonstrar, com objetos modelados em 3D, o princípio do cálculo da área da esfera, volume da esfera.
<u>Recursos Didáticos</u>
Computador, webcam, vídeo e objetos modelados em 3D
<u>Avaliação</u>
Exercícios aplicando os conceitos apresentados na aula. Elaborar uma apresentação sobre esferas para os colegas, compartilhando e discutindo o que foi visto nesta aula.
<u>Referências</u>
VENTURI, Jair J. Crônicas e Quádricas , 5ª ed. Curitiba, 2003. Disponível em: < http://www.geometriaanalitica.com.br >

Quadro 1 - Estrutura da tabela de plano de aula

Além do formulário que o professor/instrutor preencherá para a organização e auxílio da aula, deve-se desenvolver um roteiro de como esta aula será apresentada para a produção do vídeo.

3.4 Roteiro

Roteiro é, segundo o dicionário Aurélio, o texto que resulta do desenvolvimento do argumento de um programa televisivo que contém falas, indicação de imagens e sons, já divididos em planos, sequência e cenas contendo todos os diálogos.

Segundo Comparato, roteiro é a forma escrita de qualquer projeto audiovisual. Para outros é simplesmente a “elaboração do argumento” em que “os elementos acrescentados são diálogo e descrição no drama, e narração no documental” (COMPARATO, 2009).

“O Roteiro é a forma escrita de qualquer audiovisual. É uma forma literária efêmera, pois só existe durante o tempo que leva para ser convertido em um produto audiovisual. No entanto, sem material escrito não se pode dizer nada, por isso um bom roteiro não é garantia de um bom filme, mas sem um roteiro não existe um bom filme” (Doc Comparato).

A criação de um roteiro para um ambiente virtual requer um processo sistemático de atividades. A metodologia adotada segue algumas das regras

sugeridas na criação de roteiros para cinema e televisão. A diferença está na tecnologia adotada, nos recursos computacionais, nas mídias selecionadas e na influência que o processo de modelagem de um ambiente virtual recebe dos modelos de orientação a objeto. Nesta fase, as metas da aula que será gravada deverão ser analisadas e os métodos definidos.

Basicamente, existem três tipos de modelos de roteiros cinematográficos: roteiro americano, roteiro europeu ou roteiro de áudio e vídeo e o roteiro técnico.

No roteiro americano, a ação de uma cena é descrita em um parágrafo amplo e os diálogos aparecem na sequência em parágrafos centralizados e mais compactados como mostrado na Figura 5.

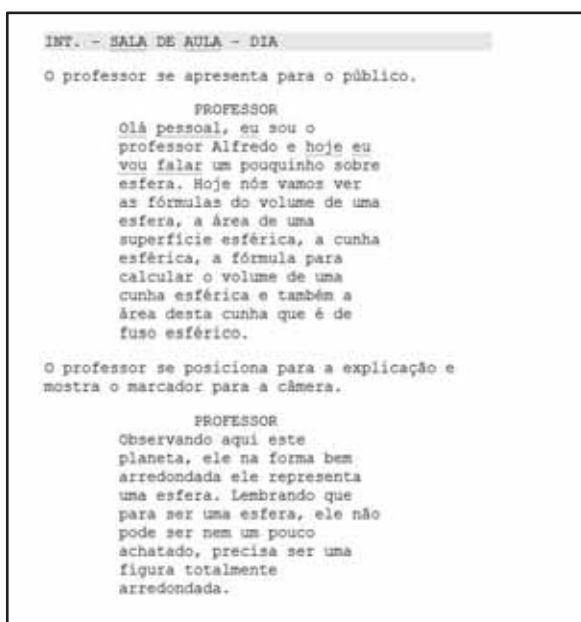


Figura 5 – Exemplo de roteiro tipo americano

Cada cena inicia-se com uma descrição do local onde se passa a ação, uma descrição do momento do dia no qual ela ocorreu e a indicação se a cena transcorre em um ambiente interno ou externo.

O roteiro de áudio e vídeo ou roteiro europeu é um roteiro no qual a página é dividida em duas colunas. A primeira é dedicada a todos os elementos visuais como as ações dos personagens, caracteres que surgem na tela, a descrição do cenário, etc. Na segunda coluna, são descritos todos os elementos sonoros do filme ou vídeo, como diálogos, efeitos sonoros, sons ambientes, narração, etc. Este tipo de roteiro é muito utilizado em produções de vídeo, porque ajuda a identificar

com maior facilidade os diversos elementos de uma produção e de suas cenas. Devido a isto, com algumas modificações, este modelo de roteiro foi o escolhido para ser usado na criação do roteiro para a aula sobre esferas desenvolvida como exemplo de utilização. A Figura 6 apresenta um modelo do tipo europeu (MONTEIRO, 2013).

VIDEO	AUDIO
O professor se apresenta para o público.	PROFESSOR Olá pessoal, eu sou o professor Alfredo e hoje eu vou falar um pouquinho sobre esfera. Hoje nós vamos ver as fórmulas do volume de uma esfera, a área de uma superfície esférica, a cunha esférica, a fórmula para calcular o volume de uma cunha esférica e também a área desta cunha que é de fuso esférico.
O professor se posiciona para a explicação e mostra o marcador para a câmera.	PROFESSOR Observando aqui este planeta, ele na forma bem arredondada ele representa uma esfera. Lembrando que para ser uma esfera, ele não pode ser nem um pouco achatado, precisa ser uma figura totalmente arredondada.

Figura 6 – Exemplo de roteiro tipo europeu ou áudio e vídeo

Outro tipo de roteiro utilizado na produção cinematográfica é o roteiro técnico. Nele deve constar a indicação do lugar onde se passa a cena, a indicação de tempo e a indicação de localização, como formas de dar referências aos profissionais envolvidos na produção do filme (MONTEIRO, 2013).

Para a criação do roteiro, pode-se utilizar de ferramentas de software para suporte a construção de roteiros, como por exemplo, o Celtx que é um programa de computador multi-plataforma livre, de pré-produção utilizado para a criação de roteiros de áudio, filme, peça teatral, animação, entre outros. Embora o Celtx seja uma ferramenta completa para a pré-produção de qualquer tipo de produto áudio visual, com recursos para figurino, posição de câmeras, entre outros recursos, ele também conta com um processador de textos usado para a criação de roteiros audiovisuais. A Figura 7 apresenta a tela inicial do programa Celtx com as opções dos modelos de projetos disponíveis para a criação dos roteiros: Filme, A/V, Teatro, Roteiro de Áudio, Storyboard, Histórias em Quadrinho ou Texto.



Figura 7 - Tela inicial do programa Celtx

O roteiro ajuda a organizar e visualizar os principais elementos do programa que será gravado, no nosso caso, a aula. Este processo de modelagem de um ambiente virtual divide-se em quatro fases: definição de requisitos, modelagem do cenário, modelagem de objetos e a construção do mundo virtual.

3.4.1 Definição de requisitos

Um mundo virtual pode ser desenvolvido para diversos fins específicos. É preciso estabelecer qual é a sua proposta: ensino, entretenimento, negócio, simulação ou expressão da própria criatividade. No exemplo adotado, definiu-se que o roteiro estaria voltado para o ensino de geometria.

A tarefa de identificação da ideia ou tema do roteiro é necessária para que seja possível criar uma situação pedagógica adequada à proposta que foi definida. Esta atividade deve informar a ideia principal, o público alvo e o tipo de roteiro. No caso do presente trabalho, trata-se de um roteiro educativo.

Nesta fase, devem ser especificados também o assunto central do roteiro e seus tópicos, a fim de delimitar o domínio de conhecimento do roteiro. Neste

exemplo, pretende-se ensinar conceitos sobre área e volume de uma esfera, cunha e fuso esférico.

3.4.2 Modelagem do cenário

Esta etapa é o ponto central da construção do roteiro. É a fase de construção das cenas que serão utilizadas para elaboração da aula com a Realidade Aumentada. Na modelagem interna de cada cenário, é definido o objetivo pedagógico de cada cena, em que são especificadas as ações com seu detalhamento.

3.4.3 Modelagem de objetos

Nesta fase, serão definidos os objetos que serão utilizados no roteiro. É preciso escolher cuidadosamente os objetos que poderão ser adquiridos em bibliotecas existentes ou poderão ser modelados com a utilização de ferramentas apropriadas. Estes objetos criarão as situações de interação nos cenários. Neste exemplo, os objetos que serão utilizados nas cenas são esferas sólidas, esferas aramadas, globo terrestre, laranja, gomo de laranja, melancia, fatia de melancia, entre outras imagens que ilustram a aula que foi preparada para a apresentação. As ações que estes objetos poderão executar dentro do mundo virtual através da RA são as mais variadas como: transladar, rotacionar, aumentar ou diminuir a escala, mudar de cor, entre outras.

3.4.4 Construção do mundo virtual

Para a construção das aulas e a gravação do vídeo, poderão ser utilizadas diversas ferramentas para a criação do mundo virtual através da RA. Neste trabalho, foi utilizada uma ferramenta de autoria em RA chamada FLARAS que será descrita detalhadamente no Capítulo 5.

Com base no plano de aula elaborado, define-se o roteiro de como será gravada a aula pelo professor com a ajuda de um diretor de cena. Este roteiro será

uma adaptação do tipo A/V (áudio/vídeo) parcial de duas colunas que indicará, além das colunas vídeo e áudio, também as colunas de tópicos, conteúdos com os objetos que serão usados nas cenas e tempo previsto. Um exemplo desta forma de roteiro é apresentado no Quadro 2, em que foi gravado um vídeo demonstrando como a ferramenta pode auxiliar o professor na explicação do conteúdo.

Matemática – Geometria				
Disciplina: Matemática		Série: 2º ano Ensino Médio		
Tema: Espaço e Forma		Data: 10/02/2013		
Professor: Alfredo Bonini Neto		Aula: 01		
Aula 01 – GEOMETRIA – ESFERAS				
Vídeo	Áudio	Tópicos	Conteúdos	Tempo
Close no professor	Professor: Olá pessoal, eu sou o professor Ronaldo e vamos ver um pouquinho sobre esferas. Hoje eu vou falar as particularidades de uma esfera. Como calcular a área de uma esfera, o fuso esférico, a cunha esférica e a área da superfície esférica.	Introdução	Boas-vindas; Introdução; Conteúdo. Objetos: planeta.	00:33”
Professor mostra o marcador de RA para a câmera	Professor: Observando aqui o que é uma esfera? Esfera é uma figura arredondada, como mostrando aqui este planeta, Observando aqui, nota-se que é uma figura toda que ela tem uma dimensão bem arredondada. Lembrando que, para ser uma esfera, ele não pode ser nem um pouco achatado deve ser uma figura totalmente arredondada.	Definição de esfera	Definição de esfera, centro e raio. Objetos: Planeta e Laranja.	00:30”
Abre para o professor quando estiver explicando.	Professor: O que seria a área de uma esfera? A área da esfera seria o seguinte: toda a superfície que preenche a esfera, como pode ser visto aqui nesta laranja, toda esta parte amarelada, só a parte da casca esta representaria a área da superfície da esfera. E como seria calculada essa área desta casca, só a parte da casca dela? Pela fórmula: Área da esfera = $4 \cdot \pi \cdot R^2$ Esta é a fórmula como vocês podem ver aqui representa a área da superfície esférica. Então variando o raio, dependendo da esfera maior ou menor, é o raio que vai te dar esta dimensão. Entrou com o valor do raio nesta fórmula, vocês	Área da esfera	Definição da área de uma esfera. Objetos: fórmula da área de uma esfera. laranja2.	00:43”

	obtem a área de toda esta superfície esférica.			
Mostra o professor durante a explicação	<p>Professor:</p> <p>Agora vou falar um pouquinho sobre o volume da esfera e a fórmula representada pela equação:</p> <p style="text-align: center;">Volume da esfera = $(4.\pi.R^3) / 3$</p> <p>O que seria o volume dela? Toda a massa que preenche esta esfera, por exemplo, aqui nesta laranja, ela sendo de uma forma bem arredondada, toda a massa que preenche esta laranja é representado pelo volume dela e então a fórmula como eu disse é $(4.\pi.R^3) / 3$. Então dependendo do tamanho desta laranja, varia o raio, jogou na fórmula esse raio é que vai dar a variação de tamanho da laranja maior ou menor me dará o volume desta esfera.</p>	Volume da esfera	<p>Definição do volume de uma esfera.</p> <p>Objetos: fórmula do volume de uma esfera. laranja.</p>	00:50''
Mostra o professor durante a explicação	<p>Professor:</p> <p>Bom, agora vou falar um pouquinho sobre fuso esférico, área do fuso e o volume da cunha esférica. Como pode ver nesta figura, cada cor demonstrada aqui representa um fuso esférico. Cada cor dessas é representa um fuso. Se eu cortar uma dessas fatias aqui, como pode ser visto nesta laranja, foi retirada uma fatia da laranja ou melancia, também, eu tenho uma figura que dá para enxergar melhor que é uma melancia. Esta parte aqui é a cunha, eu tirei uma fatia dessa esfera. Eu retirando esta fatia eu estou retirando uma cunha esférica. E como eu calculo o volume desta cunha esférica?</p> <p>O volume da cunha esférica pode ser dado por:</p> <p style="text-align: center;">Volume da Cunha = $(\alpha.\pi.R^3)/270^\circ$</p> <p>Dependendo da amplitude alfa aqui eu calculo o volume desta cunha. Por exemplo, se o alfa for 180°, vai ser o que? Se o alfa for 180° é a metade da esfera, é como se eu cortasse a melancia ao meio certinho.</p>	Volume do fuso esférico	<p>Definição do volume do fuso esférico</p> <p>objetos: bola gomada. laranja cortada em gomos. melancia. fatia de melancia.</p>	00:55''
Mostra o professor durante a explicação	<p>Professor:</p> <p>E agora como eu calculo a área deste fuso esférico que seria esta parte da casca da fatia da melancia. Como seria a fórmula:</p> <p style="text-align: center;">Área do Fuso = $(\alpha.\pi.R^2)/90^\circ$</p> <p>Lembrando que para calcular a área do</p>	Área do fuso esférico	<p>Definição da área do fuso esférico</p> <p>objetos: melancia. fatia de</p>	00:18

	fuso de meia melancia, seria alterar o alfa por 180° .		melancia.	
Mostra o professor durante a explicação	Professor: Hoje vimos como calcular o volume de uma esfera, a área de casca esférica e partes da esfera. Como forma de avaliação, vamos propor que seja elaborada uma apresentação sobre esfera para os colegas, compartilhando e discutindo o que foi visto nesta aula. Bons estudos!	Avaliação	Atividade	00:11
TEMPO TOTAL =====>				04':00''

Quadro 2 - Exemplo de roteiro adaptado ao modelo A/V (áudio/vídeo)

O roteiro precisa estar condizente com o plano de aula para que consiga atingir os objetivos da aula proposta no plano. Para que isso possa acontecer se faz necessário que o roteiro esteja pautado nos objetivos específicos e na estratégia descrita no plano de aula de acordo com o conteúdo deste roteiro.

Por exemplo, no plano de aula (Quadro 1) quando definidos os objetivos da aula, “Aplicar a fórmula para o cálculo do volume e área de uma esfera, área do fuso esférico e volume da cunha esférica a partir de apresentação de objetos 3D que permitam compreender todo o processo. Interpretar a fórmula analisando as respectivas unidades”, estão associados com os tópicos de introdução, definição de esfera, volume da esfera, área da esfera, volume da cunha esférica, área do fuso esférico e avaliação que estão descritos no roteiro (Quadro 2).

Com o plano de aula e o roteiro definidos, são necessárias a elaboração e a escolha dos objetos que serão utilizados para a explanação da aula que será criada. Nesta fase, há a necessidade de ferramentas para a produção utilizando-se dos recursos de computação gráfica e da Realidade Aumentada.

4 REALIDADE AUMENTADA

Dentre todos os benefícios oferecidos pela tecnologia, a relação entre homem e máquina trouxe um novo processo de interação, que exige a necessidade de treinamentos e conhecimentos sobre a sua operação.

Durante décadas, as pessoas necessitaram se ajustar às interfaces que as máquinas ofereciam. Com o advento dos computadores, vários pesquisadores buscaram formas de minimizar essa adaptação fazendo com que as máquinas se ajustassem às pessoas. Graças aos avanços tecnológicos, tanto de hardwares como os de softwares, surgiram interfaces que possibilitassem aos usuários acessar aplicações da mesma forma que faziam no mundo real, falando, pegando, apertando, fazendo gestos, entre outras formas de se relacionarem com os dispositivos.

Estamos caminhando para um mundo o qual Weiser (1993) teorizou que futuramente o foco dos usuários seria nas tarefas e não nas ferramentas utilizadas, em que o uso da computação seria imperceptível tornando as ações das pessoas comportamentos naturais.

O princípio para conseguir essa interação invisível é a utilização de interfaces naturais, isto é, as formas mais primitivas de interação humana, como: fala, gestos, movimentos destinados a substituir o teclado e o mouse na IHC (Interação Humano-Computador).

A IHC, segundo Baecker (1997), visa à preocupação com o projeto, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos e com o estudo dos fenômenos que os envolvem com o objetivo de desenvolver ou melhorar a segurança, utilidade, efetividade, eficiência e usabilidade de sistemas que incluem o computador.

Uma tentativa para solucionar a temática da IHC surge na década de 80 com Jaron Lanier na indústria de simuladores multiusuários em ambiente compartilhado. Ele criou o termo *Virtual Reality* (Realidade Virtual, em português). Originalmente, o termo se referia à realidade virtual imersiva (RVI), em que o usuário era totalmente imerso em um mundo artificial tridimensional gerado por computador. Pela imersão, o usuário pode conseguir um entendimento mais profundo do comportamento e da funcionalidade do mundo virtual (COSTA, 2012).

A realidade virtual surge então como uma nova geração de interface, na medida em que, usando representações tridimensionais mais próximas da realidade do usuário, permite romper a barreira da tela, além de possibilitar interações mais naturais. A realidade virtual [...] ganhou força na década de 90, quando o avanço tecnológico propiciou condições para a execução da computação gráfica interativa em tempo real. Apesar das vantagens da realidade virtual, ela necessitava de equipamentos especiais como capacete, luva, óculos estereoscópicos, mouses 3D, etc, para fazer com que o usuário fosse transportado para o espaço da aplicação, onde realiza suas interações. Além disso, o “transporte” do usuário para o ambiente virtual (desconhecido) causava um desconforto inicial e dificuldades de interação, exigindo, muitas vezes, treinamento. Esses problemas inibiram a popularização da realidade virtual como uma nova interface do usuário. (KIRNER; SISCOOTTO, 2007, p.5).

Na década de 90, surge a ideia de se misturar a realidade com a RV, surgindo aí a Realidade Misturada (RM). Trata-se de um conceito amplo, que engloba a RA, quando o ambiente de RM é predominado pelo real (MILLGRAM *et al.*, 1994) e a Virtualidade Aumentada (VA), quando o ambiente de RM é predominado pelo virtual (MILLGRAM *et al.*, 1994). A Figura 8 demonstra os conceitos de realidade misturada.

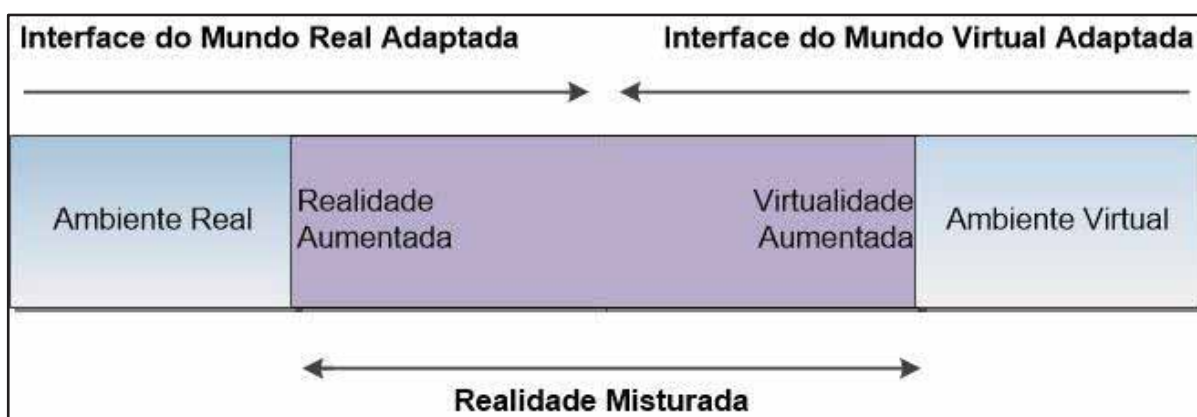


Figura 8 - Ambiente de Realidade Misturada
Fonte: adaptado de MILGRAM *et al.*, 1994

Realidade Aumentada é definida por Azuma (1997) como um ambiente que envolve tanto realidade virtual com elementos do mundo real, criando um ambiente misto causando a interação entre um ambiente real com objetos virtuais tridimensionais em tempo real.

Os elementos virtuais (Figura 9) enriquecem o ambiente real com informações, imagens e objetos virtuais que aparentam coexistir no mesmo espaço no mundo real e permitem a interação em tempo real (KIRNER & TORI, 2004).



Figura 9 - Exemplo de Realidade Aumentada
Fonte: www.syncmobile.com.br/realidade-aumentada

Para a criação de um ambiente de RA, algumas ferramentas de software são necessárias. Estas ferramentas de software da RA podem ser entendidas de acordo com a arquitetura mostrada na Figura 10.

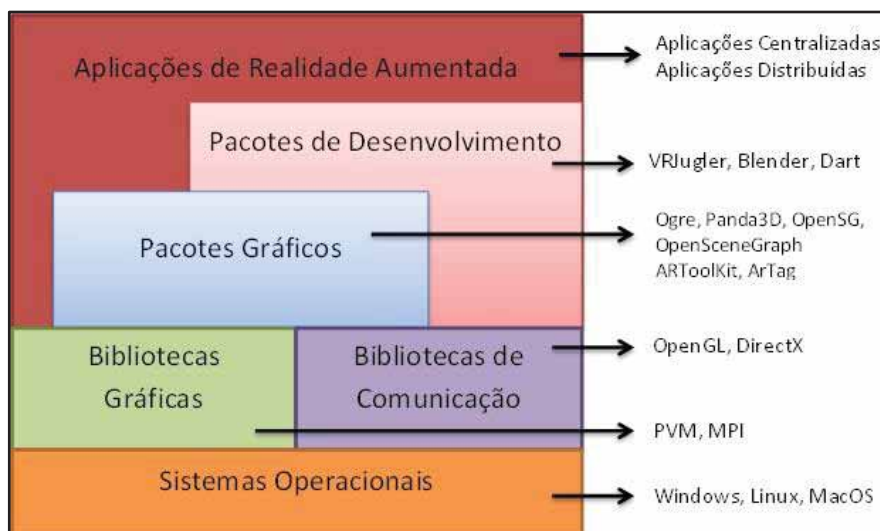


Figura 10 - Arquitetura de ferramentas de software da RA

Os principais requisitos de um ambiente de desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada e de Realidade Virtual são: flexibilidade para alteração dos parâmetros em tempo de execução; simplicidade para permitir o desenvolvimento sem o conhecimento de todas as particularidades do ambiente;

robustez onde o ambiente deve conter recursos para tratamento de falhas; portabilidade para que o sistema funcione em várias plataformas e heterogeneidade para que funcione em diversos dispositivos.

4.1 Bibliotecas para desenvolvimento de aplicações de RA

As bibliotecas são um conjunto de funções previamente escritas por outros programadores desenvolvidas por uma linguagem de programação para facilitar a criação de softwares. As bibliotecas gráficas possuem rotinas que trabalham em duas e três dimensões e estão ligadas a API (*Application Programming Interfaces*), permitindo uma comunicação padronizada entre o hardware e o software auxiliando no desenvolvimento de aplicativos gráficos.

A OpenGL (*Open Graphics Library*) é uma biblioteca de rotinas gráficas de cenas em 3D, desenvolvida com o apoio da empresa *Silicon Graphics*. Não é uma linguagem de programação, e sim uma eficiente API utilizada como padrão, largamente difundida por possuir rotinas estáveis, boa documentação disponível e ser de fácil aprendizado (ARTLAB, 2011).

Como as aplicações em RA necessitam de suporte às bibliotecas gráficas, visto que é uma tecnologia de processamento de objetos virtuais, a biblioteca que exerce esta função é a GLUT (*OpenGL Utility ToolKit*). A biblioteca gráfica OpenGL permite a criação de modelos gráficos, enquanto a GLUT oferece uma API com menus, botões e suporte a joysticks.

O ARToolKit é uma biblioteca de software baseada nas linguagens C e C++, usada para o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada. O ARToolKit possui o seu código livre para modificações e uso no desenvolvimento de aplicações não comerciais sob licença GPL (GNU, 2012), enquanto que a versão proprietária para a comercialização é oferecida pela incorporação ARToolworks (ARToolworks, 2012).

Existem Softwares de Realidade Aumentada que estendem o rastreamento do ARToolKit a diferentes abordagens funcionais e estruturais. Alguns exemplos desses softwares são: o ARToolKitPlus, considerado uma biblioteca de RA otimizada para uso em dispositivos portáteis como PDAs e alguns telefones celulares (WAGNER, 2003); o jARToolKit, que possibilita escrever aplicações de RA

em linguagem Java, acessando funções da biblioteca ARToolKit através da interface JNI (GEIGER, 2002); o ARToolKit Python, um “bind” Python que encapsula as funções do ARToolKit, permitindo a exploração das vantagens do Python nas implementações, que podem ser feitas sem a compilação de código (KIRNER, 2007); osgART framework baseado no ARToolKit, que implementa a biblioteca gráfica OpenSceneGraph, apresentando alta qualidade na renderização de objetos virtuais e possibilidade de importar e exportar arquivos 3D gerados pelo 3D Studio Max e Maya (LOOSER, 2006).

O FLARToolKit é uma biblioteca baseada na NyARToolKit e foi desenvolvido pelo japonês Saqoosha, utilizando a linguagem AS3 (*ActionScript 3.0*) para ser rodado com o Adobe Flash Player (ARToolworks, 2012). Essa nova versão portada do ARToolKit teve importante papel na popularização ainda maior das aplicações de realidade aumentada, principalmente em áreas como publicidade (KIRNER, 2007). Outra vantagem do FLARToolKit é a possibilidade de ser executado em um navegador pela internet, facilitando a portabilidade de execução em qualquer sistema operacional.

Basicamente, há duas abordagens possíveis para o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada: a primeira faz uso da programação diretamente através de linguagens e bibliotecas e a segunda faz uso de uma ferramenta de autoria em RA (SOUZA *et al.*, 2012).

A primeira abordagem requer conhecimentos em programação de computadores em alguma linguagem para a qual a biblioteca ARToolKit já foi portada, entre elas: C++ (ARToolKit), Java (NyARToolKit), ActionScript 3.0 (FLAIRToolKit), Python (PyARTK), Silverlight (SLARToolKit), o que a torna inacessível para a grande maioria das pessoas que não tem contato com programação. Por outro lado, com o uso da programação, há uma maior flexibilidade no que pode ser desenvolvido.

A segunda abordagem, por não ter a necessidade de conhecimentos em programação, é a mais acessível para a maioria das pessoas. O desenvolvimento com o uso de uma ferramenta de autoria tende a ser mais ágil e fácil, entretanto, fica-se limitado aos recursos da ferramenta e a flexibilidade é muito menor.

4.2 Rastreamento

A biblioteca ARToolKit utiliza o rastreamento óptico, que implementa técnicas de visão computacional para identificar e estimar em tempo real a posição e a orientação de um marcador fiducial⁶ em relação ao dispositivo de captura de vídeo. Assim, o cálculo da correlação entre os dados estimados do marcador real e a sua imagem possibilita posicionar objetos virtuais alinhados à imagem do marcador (KATO, *et al.*, 2000).

Os marcadores reconhecidos pelo ARToolKit consistem em figuras geométricas quadradas (Figura 11). O reconhecimento de padrões identifica os quatro vértices de regiões quadradas, contidas na imagem de vídeo, e compara os símbolos do seu interior com os gabaritos dos marcadores cadastrados pelo usuário (CLAUS, 2005). Caso o retângulo extraído seja identificado com algum marcador cadastrado, o sistema passa a calcular a sua orientação e posição.



Figura 11 - Marcador fiducial da biblioteca ARToolKit

O rastreamento é responsável pelo processamento da imagem que extrai algumas informações com relação à detecção, e pela identificação de características dos marcadores, além de estimar sua posição e orientação. Nesse caso, a obtenção da posição e orientação do marcador é realizada através da análise da imagem de vídeo, que estabelece o relacionamento entre as coordenadas do marcador e as coordenadas da câmera (KATO, *et al.*, 2000). A Figura 12 demonstra o relacionamento entre os sistemas de coordenadas do marcador e da câmera e também mostra uma matriz de transformação.

⁶ Marcador fiducial é um cartão com uma moldura retangular e com um símbolo marcado em seu interior, funcionando como um código de barras.

O relacionamento entre as coordenadas do marcador e as coordenadas da câmera é realizado por intermédio de uma matriz 4x4, denominada “matriz de transformação”. A Figura 12 mostra a multiplicação da matriz de transformação “T” por um ponto 3D no marcador (X_m, Y_m, Z_m), obtendo o ponto correspondente no sistema de coordenadas da câmera (X_c, Y_c, Z_c).

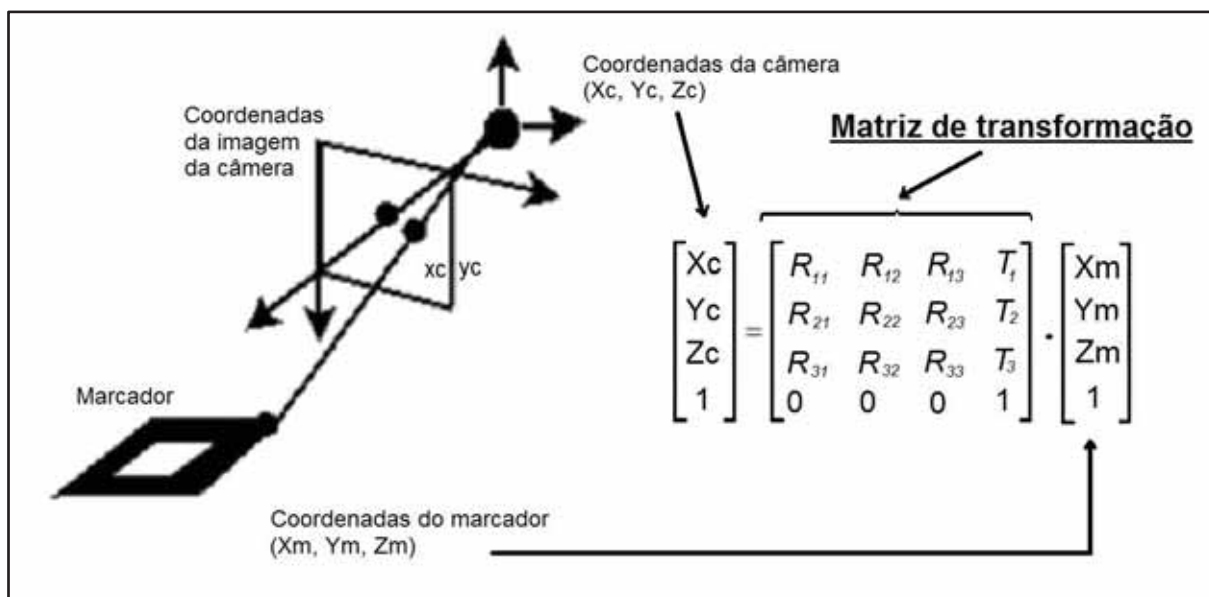


Figura 12 - Relacionamento entre os sistemas de coordenadas do marcador e da câmera e sua matriz de transformação
Fonte: Adaptado de Santin (2008)

Para estimar a posição e orientação do marcador, através da análise da imagem da câmera, é necessário utilizar os parâmetros da câmera, a fim de corrigir as distorções inerentes à câmera (LEPETIT; FUA, 2005). Podendo assim estimar, com alguma precisão, o relacionamento entre as coordenadas 3D do mundo real e as coordenadas 2D da imagem (ABDULLAH; MARTINEZ, 2002).

4.3 Funcionamento da biblioteca ARToolKit

A biblioteca de programação ARToolKit oferece um conjunto de funções que dá suporte ao desenvolvimento de aplicações baseadas em Realidade Aumentada. Esta biblioteca fornece soluções de rastreamento 3D, em tempo real, com baixo custo computacional (LEPETIT; FUA, 2005).

Para programar uma aplicação simples de RA, o desenvolvedor necessita conhecer as particularidades de algumas funções dessa biblioteca e seguir os seguintes passos:

1. Iniciar a configuração do vídeo; ler o arquivo de cadastramento dos marcadores; ler os parâmetros da câmera.
2. Capturar um quadro do vídeo.
3. Detectar e identificar os marcadores.
4. Calcular a transformação do marcador relativa à câmera.
5. Desenhar o objeto virtual referente ao marcador.
6. Encerrar a captura de vídeo.

Os passos de número 2 a 5 são repetidos continuamente até a aplicação ser finalizada, enquanto os passos 1 e 6 fazem respectivamente a inicialização e o término da aplicação (KATO, *et al.*, 2000).

O ARToolKit é distribuído com aplicações exemplos, que implementam os passos citados anteriormente, servindo de modelo aos programadores, tanto para o conhecimento de funções da biblioteca, quanto para o auxílio no desenvolvimento de novas aplicações de RA. A Figura 13 mostra os passos e as respectivas funções executadas na aplicação **simple** disponibilizada nas distribuições do ARToolKit.


	PASSOS	FUNÇÕES
INICIALIZAÇÃO	1. Iniciar a captura de vídeo e ler os arquivos de padrões de marcadores e parâmetros da câmera	init
MAIN LOOP 	2. Obter um quadro do vídeo de entrada	arVideoGetImage
	3. Detectar os marcadores e os padrões reconhecidos no quadro de vídeo de entrada	arDetectMarker
	4. Calcular a transformação de câmera, relativa aos padrões detectados	arGetTransMat
	5. Desenhar os objetos virtuais sobre os padrões detectados	draw
FINALIZAÇÃO	6. Terminar a captura de vídeo	cleanup

Figura 13 - Passos e funções implementadas em um exemplo de aplicação com o ARToolKit

No primeiro momento, a imagem de vídeo capturada é convertida em uma imagem binária (em preto e branco), de acordo com o valor do limiar ou *threshold*, resultando numa imagem binarizada. Por conseguinte, os quadriláteros, nessa imagem binária são detectados e comparados com gabaritos de marcadores cadastrados no sistema pelo usuário. Caso haja a identidade entre supostos marcadores e os marcadores conhecidos pelo sistema, a aplicação considera que encontrou um marcador na imagem. A próxima etapa, então, consiste na obtenção da posição e orientação de marcadores (KATO, *et al.*, 2000).

A Figura 14 apresenta um diagrama, detalhando as principais etapas realizadas no funcionamento da aplicação utilizando os marcadores. Os objetos virtuais apresentados nas aplicações desenvolvidas com o ARToolkit podem ser implementados com OPENGL ou com VRML⁷. A visualização dos objetos virtuais é realizada no momento da inserção de seus respectivos marcadores no campo de captura da câmera de vídeo (SANTIN; KIRNER, 2008).

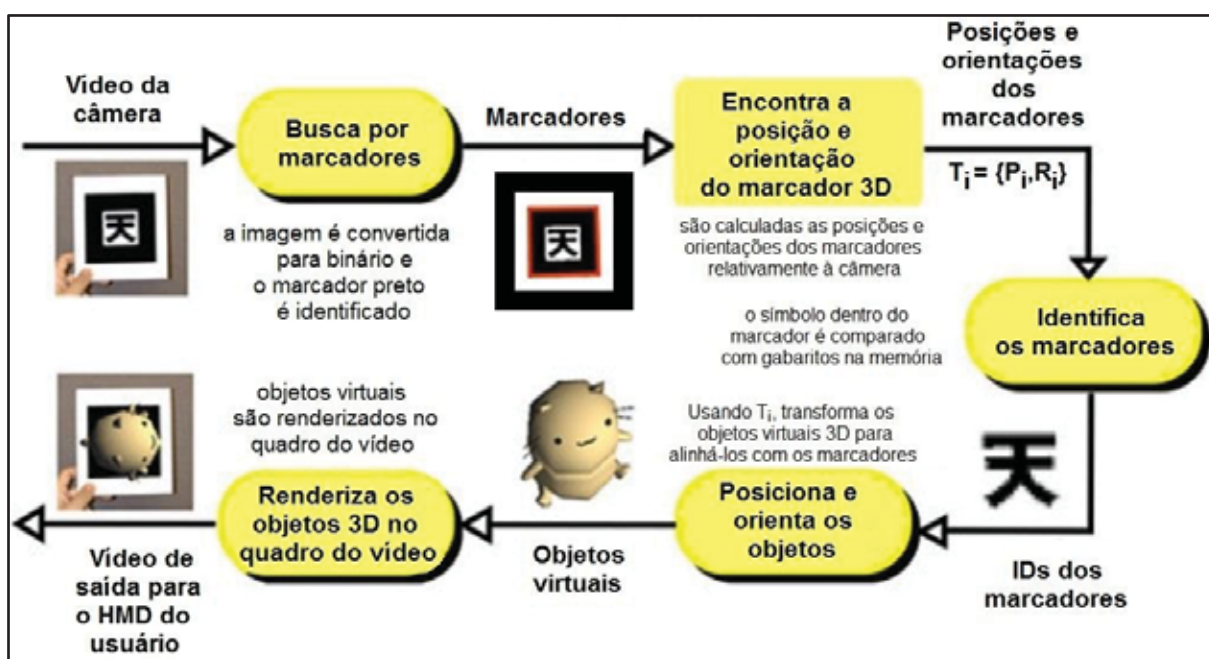


Figura 14 - Processo de reconhecimento dos marcadores de uma aplicação de RA
Fonte: (Kato, *et al.*, 2000)

4.4 Problemas de identificação de marcadores

⁷ VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) é um padrão de formato de arquivo para realidade virtual, utilizado tanto para a Internet como para ambientes desktops.

Algumas condições de ambiente ou de utilização podem dificultar a identificação dos marcadores em um ambiente de RA. Serão descritas a seguir algumas anomalias e soluções que devem ser adotadas para evitar problemas.

A **oclusão** é um problema que se baseia no fato de alguma parte do marcador ficar ocultada da câmera, fazendo com que o padrão do marcador não seja identificado e o objeto virtual que estava relacionado com a figura não apareça no vídeo. Uma solução para este problema seria a utilização de vários marcadores para a exibição de um único objeto virtual.

A **iluminação** é outro problema para o reconhecimento dos padrões dos marcadores. O excesso de luz causa ofuscamento nos padrões e a falta dela causa o não reconhecimento dos padrões dos marcadores. Uma solução para isso seria a utilização da luz bem parecida com a luz ambiente.

A utilização de **câmeras** com resolução menor que 300 mil *pixels* dificulta o reconhecimento em ambientes com baixa luminosidade, tornando o sistema instável. A recomendação seria a utilização de uma câmera com resolução acima de 350 mil *pixels* e com possibilidade de captura de até 30 quadros por segundo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Os pacotes ARToolKit, biblioteca em linguagem C/C++, e FLARToolKit, biblioteca em Flash resultante da adaptação do ARToolKit para tal segmento de programação, são os principais softwares que permitem o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada. Dessa forma, a escolha de um em detrimento do outro é consequência do tipo de linguagem que se deseja utilizar no desenvolvimento. Este trabalho foi desenvolvido com base no software FLARAS que utiliza a biblioteca em Flash (FLARToolKit) proveniente das rotinas de programação do ARToolKit.

Para a criação da aula utilizando a RA como ferramenta de auxílio ao professor para melhorar o aprendizado do aluno através do ensino indutivo e da interação com o mundo virtual, foram necessários alguns programas de manipulação de imagens e programas relacionados à RA que viabilizaram este trabalho. Estes programas serão relacionados neste capítulo, demonstrando passo a passo a sua utilização.

As ferramentas de autoria são desenvolvidas para facilitar e agilizar o trabalho de usuários de computadores, permitindo que pessoas leigas em programação consigam desenvolver suas próprias aplicações. Essas ferramentas, geralmente, utilizam interfaces gráficas para associar operações computacionais a elementos visuais, visto que os apelos visuais são estimulantes e reforçam a percepção do usuário (SANTIN e KIRNER, 2008).

A opção por uma ferramenta de autoria para a realização deste trabalho se deu pela dificuldade de instalação e configuração das bibliotecas de desenvolvimento do ARToolKit, além de outras bibliotecas que permitissem que a aplicação ficasse mais robusta, utilizando-se de grafos de cena, como é o caso das bibliotecas OpenSceneGraph e osgART.

5.1 FLARAS

O *Flash Augmented Reality Authoring System* (FLARAS) é uma ferramenta de autoria visual para aplicações interativas de Realidade Aumentada desenvolvida por Raryel C. Souza e Hipólito Douglas F. Moreira, sob a orientação de

Claudio Kirner, elaborada a partir das ferramentas FLARToolkit que são executadas diretamente do navegador de internet através do Adobe Flash Player, de forma tanto on-line como local.

O FLARAS tem como principal característica permitir que pessoas leigas em computação possam desenvolver aplicações de realidade aumentada, sem qualquer necessidade de conhecimentos de programação de computadores (SOUZA *et al.*, 2012).

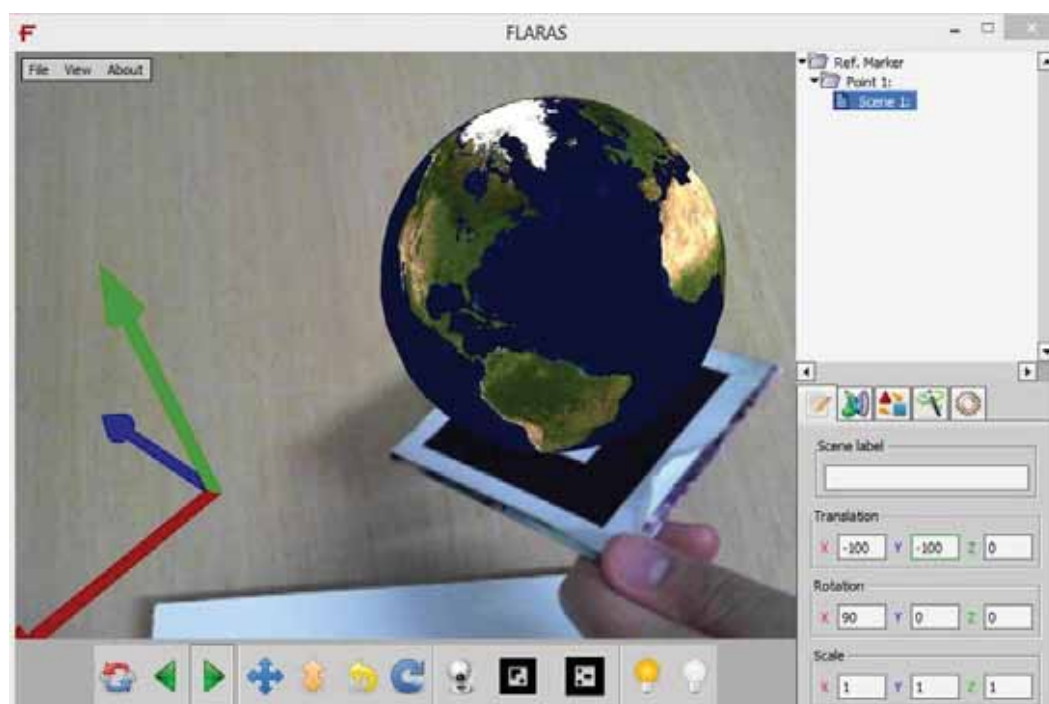


Figura 15 - Interface gráfica do sistema de autoria FLARAS
Fonte: www.ckirner.com/flaras2/introducao/

A escolha desta ferramenta se deu por possuir uma interface gráfica (Figura 15) e o ambiente ser mais ágil e acessível, permitindo atender as necessidades do desenvolvimento do trabalho para gerar conteúdos para TV Digital utilizando-se da RA e também pela liberdade de poder ser desenvolvido para qualquer sistema operacional que suporte o plug-in Adobe Flash Player. Outra vantagem da escolha é que o FLARAS possui seu código fonte aberto para aplicações não comerciais sob licença GPL, permitindo fazer alterações para melhorar o software.

5.1.1 Requisitos de hardware e software

Os requisitos de hardware recomendados para o bom funcionamento do aplicativo FLARAS são: um computador com processador de dois ou mais núcleos, uma placa de vídeo 3D recente e uma webcam com uma boa resolução. Webcams de baixa qualidade implicam em mais instabilidade na detecção dos marcadores e pior desempenho das aplicações (SOUZA *et al.*, 2012).

Os requisitos de software são: Sistema Operacional Windows, Linux ou Mac OS, Adobe Flash Player Plug-in devidamente instalado.

Para usar uma aplicação desenvolvida com o FLARAS, o primeiro passo é a impressão dos marcadores para depois colá-los em algum tipo de papel firme como cartolina ou papelão.

Outro requisito importante são as condições de luminosidade do ambiente de execução do aplicativo. “Caso o ambiente seja muito escuro, muito luminoso, ou a direção da luz seja muito inadequada pode ser que a aplicação funcione de forma muito ruim e instável” (SOUZA *et al.*, 2012).

5.1.2 Estrutura das aplicações

Todas as aplicações do FLARAS obedecem à estrutura apresentada pela Figura 16, em que o marcador de referência pode ser associado a vários pontos e para cada ponto estão contidas as cenas.

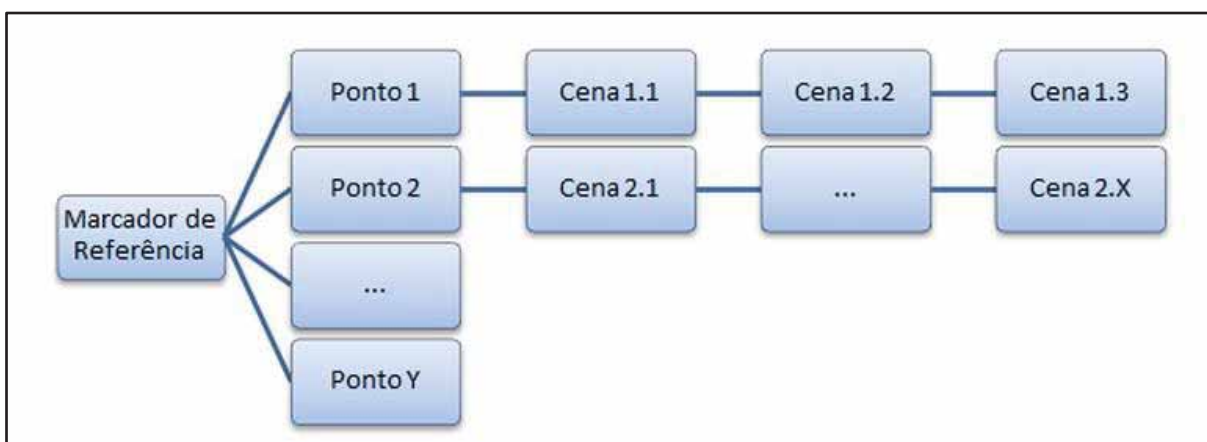


Figura 16 - Esquema resumido da estrutura das aplicações do FLARAS
Fonte: www.ckirner.com/flaras2/documentacao/tutoriais/estrutura-app-flaras/

As cenas são os elementos básicos da estrutura de uma aplicação, que pode conter: um objeto virtual, ou um vídeo, ou uma textura sobre um plano. Todos estes elementos podem conter um áudio relacionado com o objeto.

O ponto serve para agrupar um conjunto de cenas que serão listadas na aplicação e o marcador de referência agrupa um conjunto de pontos para posicionar no ambiente real.

5.1.3 Uso dos marcadores

Toda a interação do usuário com a aplicação é feita através de dois marcadores: marcador de interação (a) e marcador de referência (b), conforme apresentado na Figura 17.

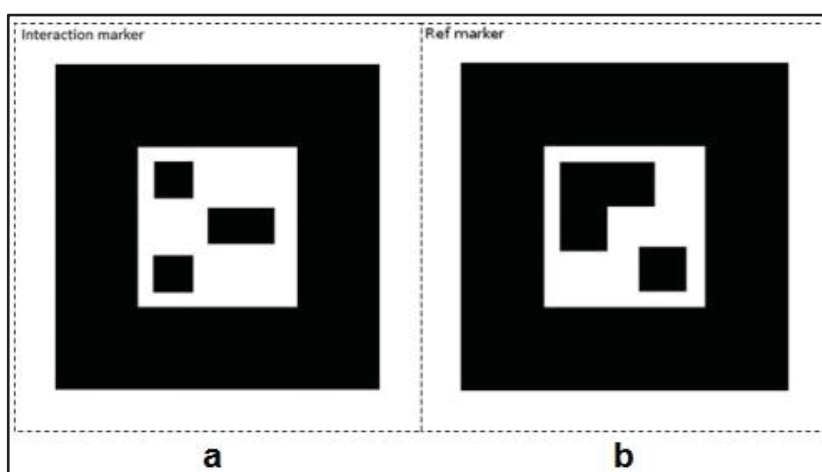


Figura 17 - Marcador de interação (a) e marcador de referência (b)
Fonte: adaptado de SOUZA *et al.* (2012)

O marcador de referência (ref. marker) é o marcador utilizado para **ancorar** os objetos virtuais da aplicação enquanto o marcador de interação (*interaction marker*) é utilizado para interagir com a aplicação. Este marcador de interação possui dois modos: inspeção e controle, que podem executar diferentes ações em um ponto, dependendo do **modo de operação** selecionado.

O ponto no modo de inspeção possui dois estados possíveis: ativado, em que uma das cenas disponíveis em sua lista está visível (mostrando um objeto) e não aparece a esfera cinza na posição do ponto; e desativado, em que nenhuma das cenas é exibida e na sua posição é mostrada uma esfera cinza (Figura18).



Figura 18 - Ponto desativado (cinza) e ponto ativado (imagem)

No modo controle, é necessário um marcador de interação que permite avançar (controle *forward*) ou retroceder (controle *backward*) entre as cenas associadas ao ponto que esteja ativado. Caso se faça uma ação de controle avançando na última cena da lista, automaticamente se retornará para a primeira cena da lista. O mesmo é válido para uma ação de controle retrocedendo na primeira cena da lista.

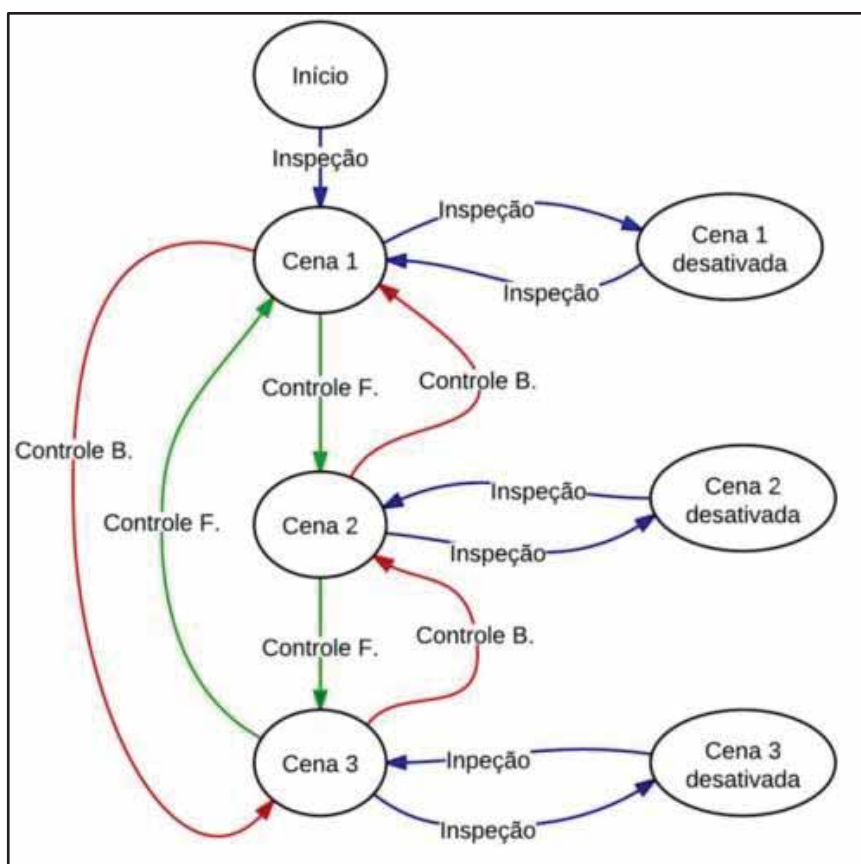


Figura 19 - Diagrama de estado para as ações de inspeção e controle
Fonte: Souza *et al.* (2012)

O diagrama de estado (Figura 19) resume o funcionamento das ações de inspeção e controle em uma aplicação do FLARAS. Cada um dos círculos representa um estado da aplicação. O texto nas setas indica a ação que deve ser realizada para ir de um estado para outro (SOUZA *et al.*, 2012).

A inspeção ativa ou desativa uma cena enquanto o Controle B (*backward*) retrocede para uma cena anterior ou se estiver no final da cena, retorna para a primeira cena. O Controle F (*forward*) avança para a próxima cena e quando chega ao final, retorna para a primeira cena.

5.2 Ferramentas gráficas

Para a viabilização do trabalho, foi preciso modelar objetos 3D para a utilização no programa FLARAS e gerar o vídeo com o conteúdo digital da aula com a RA. Estes objetos podem ser adquiridos pelo Armazém 3D do Google, que é um repositório on-line pesquisável de modelos 3D, abrangendo desde edificações, veículos, objetos diversos até arte abstrata. O FLARAS suporta objetos virtuais em formato Collada compactados (.zip) e também objetos Collada sem compactação (.dae). Os arquivos de extensão “dae” geralmente são acompanhados de uma pasta que contém as texturas do objeto, neste caso é necessário compactá-lo juntamente com suas texturas em um arquivo com a extensão “.zip” para que funcione com o FLARAS. Nem sempre os objetos virtuais aparecem imediatamente após o cadastro da cena. Muitas vezes é necessário transladar e rotacionar o objeto para que fique na posição desejada. A escala do objeto também deve ser ajustada aumentando ou diminuindo para que fique proporcionalmente adequado para a apresentação na tela do computador.

Qualquer pessoa pode fazer o download dos objetos virtuais e abri-los em programas como o SketchUp para realizar possíveis modificações caso seja necessário. A Figura 20 apresenta a tela do programa com um objeto esférico sendo modelado.

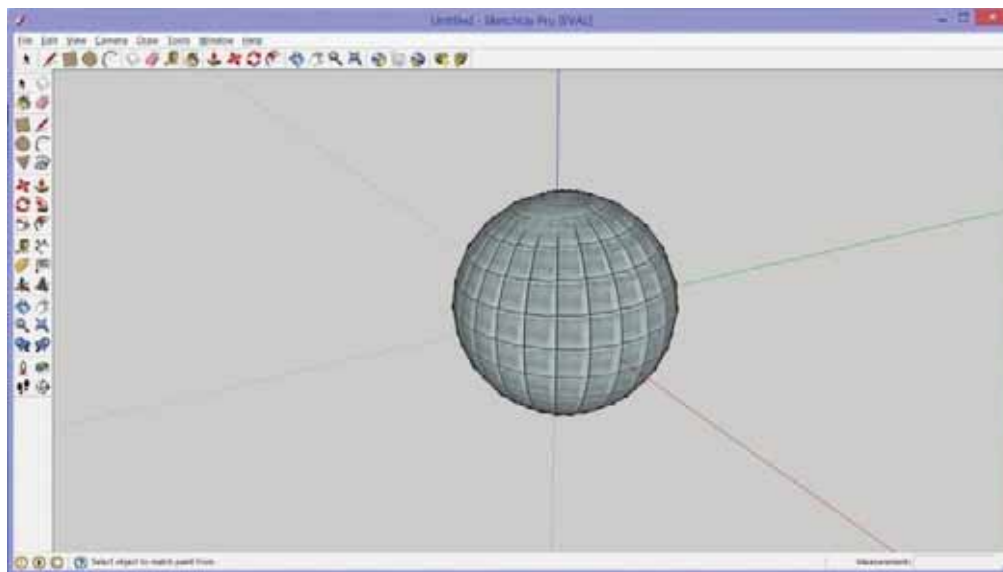


Figura 20 - Google SketchUp Pro versão 7.0.8657

Depois de modelados, estes objetos devem ser exportados para o formato de arquivo do Google Earth (.kmz) para que o FLARAS possa identificar. Para que o objeto virtual exportado funcione corretamente no FLARAS, é essencial que a versão do Google Sketchup instalada no computador seja a 7.0 ou inferior.

Para o desenvolvimento de objetos virtuais animados, são necessários conhecimentos de modelagem tridimensional e animação, bem como o uso de programas complexos de criação de objetos como Blender, Autodesk 3Ds Max, Autodesk Maya, entre outros. A Figura 21 mostra a tela do Blender em que um objeto esférico está sendo modelado.

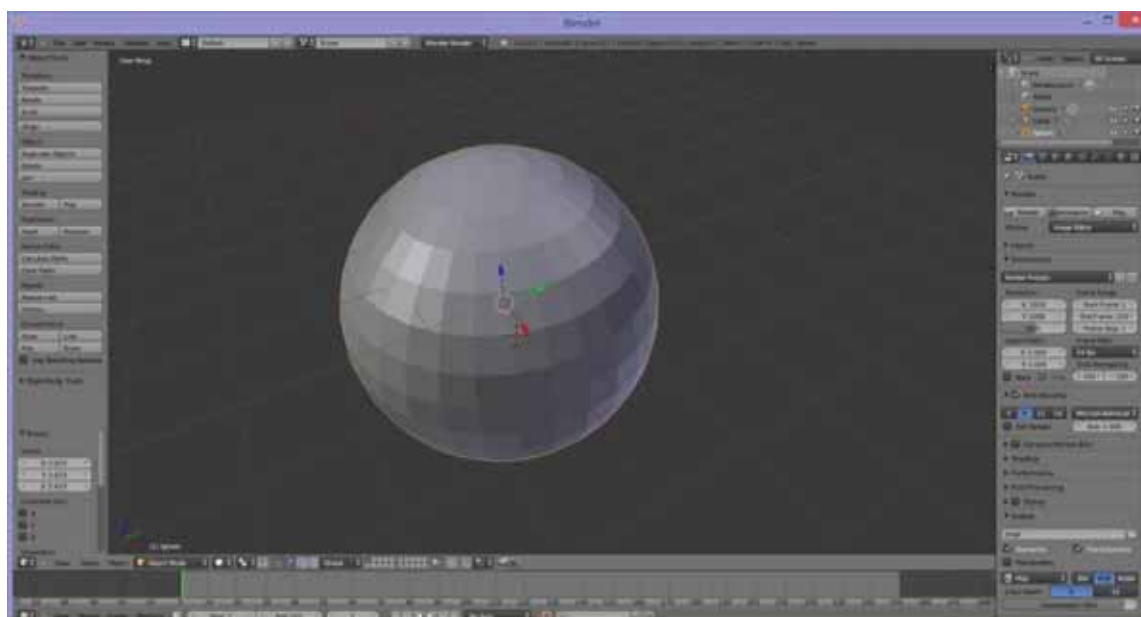


Figura 21 - Tela do Blender com objeto sendo modelado

Depois de escolhidos os objetos que serão usados na aula, o usuário deverá organizá-los em uma pasta para que facilite sua escolha na criação da aula.

5.3 Ferramentas de captura e edição de imagem

Para a gravação do resultado, foi usada uma ferramenta de captura de ações e sons do monitor de vídeo do computador chamada de HyperCam. Este programa faz a captura de uma área determinada pelo usuário do que está sendo apresentado no monitor do computador e gera um arquivo de vídeo no formato AVI.



Figura 22 - Tela inicial do HiperCam

Este arquivo de vídeo pode ser editado, na etapa de pós-produção da aula, por algum programa de edição de vídeo. Embora o que se pretenda é a produção do vídeo sem utilizar ferramentas de pós-produção, a utilização de algum software de edição de imagem se faz necessário na criação de legendas, edição de áudio e vídeo, inclusão de imagens de fundo com o uso do *chroma key*⁸.

O programa utilizado neste trabalho para a edição de áudio e vídeo foi o Vegas Pro 12.0. Este programa de edição não linear da Sony combina edição de vídeo em tempo real de alta qualidade e fidelidade com manipulação de áudio. A escolha deste programa se deu pela disponibilidade de diversas ferramentas e

⁸ *Chroma key* é uma técnica de efeito visual que consiste em colocar uma imagem sobre outra através do anulamento de uma cor padrão, como por exemplo, o verde ou o azul.

campos de edição em janelas localizadas em locais específicos, que permite a fácil manipulação dos comandos.

5.4 Ferramenta de apoio ao usuário



Figura 23 - Tela da ferramenta de apoio à aula com RA

Visando a concentrar todos os programas em uma única solução, foi desenvolvido um programa na linguagem Delphi para que o usuário/professor possa estruturar toda a aula por meio desta ferramenta. Denominada “ferramenta de apoio à aula com RA” (Figura 23), nesta ferramenta são agrupados todos os programas necessários para a elaboração da aula que são: o plano de aula, o roteiro, criação da aula com recurso de RA, editores de imagens 3D e gravação de vídeo.

Na opção Arquivo – Plano de Aula, é alimentada uma base de dados com as informações da aula que será ministrada com a ferramenta. Nela constam diversos campos para que sejam preenchidos conforme o Quadro 1, contendo os campos: identificação, objetivo geral, objetivos específicos, conteúdo, conhecimentos prévios, estratégias, recursos didáticos, avaliação e referências.

A próxima opção que consta no menu Arquivo – Roteiro da Aula da ferramenta de apoio, faz com que o professor utilize de um programa para realizar o roteiro no formato A/V, em que ilustra o que será falado e executado na criação da aula. O Quadro 2 demonstra um exemplo do roteiro do modelo A/V(áudio/vídeo) utilizado para a criação da aula sobre geometria – esferas. Na criação do roteiro, foi utilizada uma ferramenta chamada Celtx que é um processador de textos criado para escrever roteiros audiovisuais. A Figura 24 apresenta a tela de criação do roteiro da aula usada para exemplificar o trabalho.

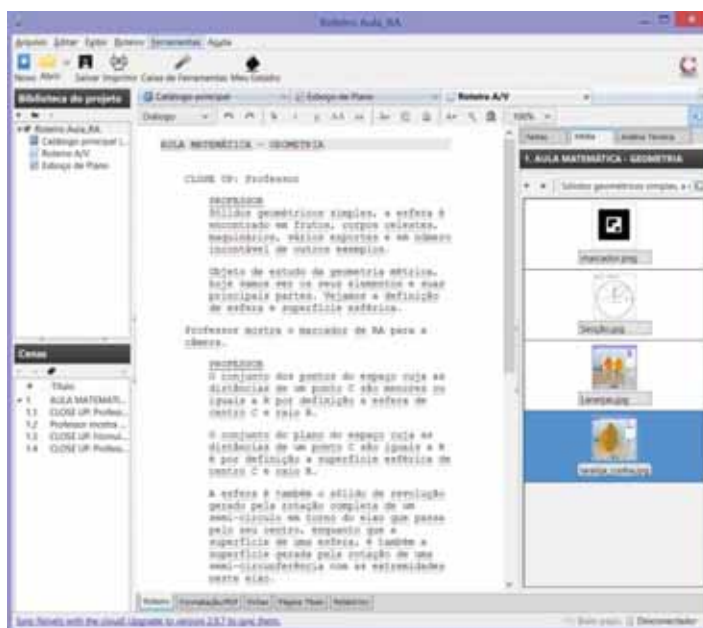


Figura 24 - Tela do Celtx utilizado para criar roteiros

A última opção do menu Arquivo – Imagens de RA apresenta um organizador das imagens que farão parte da aula em pastas que posteriormente serão inseridas pelo FLARAS nas aulas utilizando a RA.

Após alimentar todas estas informações necessárias para a criação da aula, inicia-se a fase de inserção das imagens no projeto utilizando o FLARAS. A Figura 25 ilustra uma das imagens que foi usada na produção da aula.

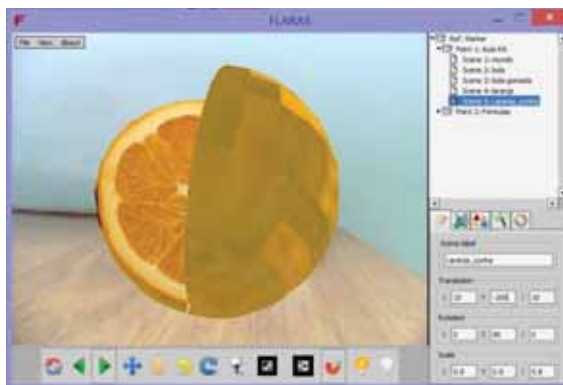


Figura 25 - Imagem sendo usada na produção da aula

Para esta produção, podem ser envolvidos diversos recursos para a gravação do vídeo, como: câmeras, microfones, iluminação, posição dos marcadores, fundo de *chroma key*. Quanto maior for a complexidade da apresentação da aula, mais recursos serão necessários para esta produção.

No caso desta aula, foi utilizado o mínimo de recursos para demonstrar que qualquer professor que tenha a ferramenta pode desenvolver a criação de sua aula sem envolver recursos sofisticados para isso. As Figuras 26 a 31 ilustram a gravação da aula utilizando a ferramenta para a produção da aula com os recursos da RA.

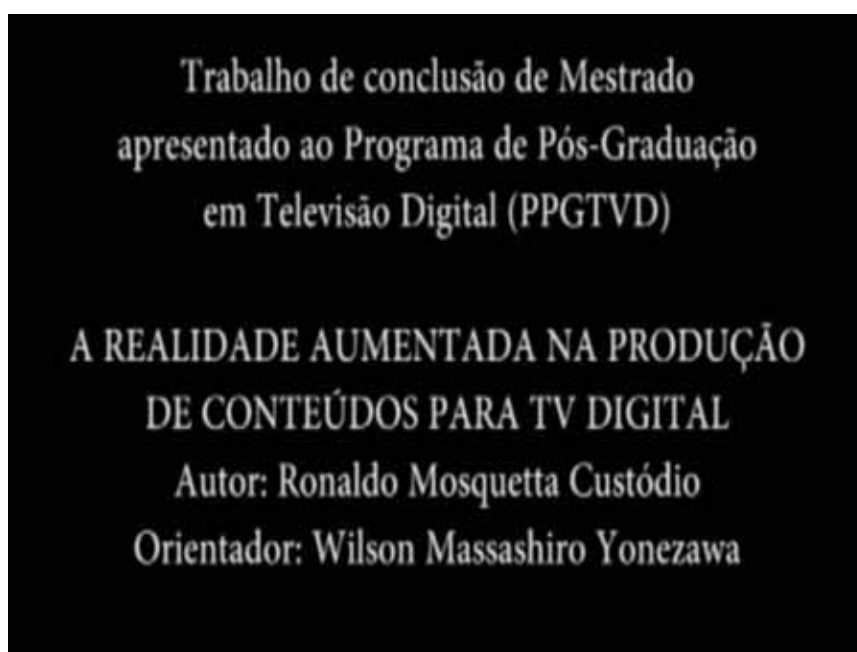


Figura 26 - Tela de apresentação do vídeo



Figura 27 - Gravação da aula com recursos da RA



Figura 28 - Fórmula da área da esfera com recursos da RA



Figura 29 - Marcador utilizado na apresentação da aula

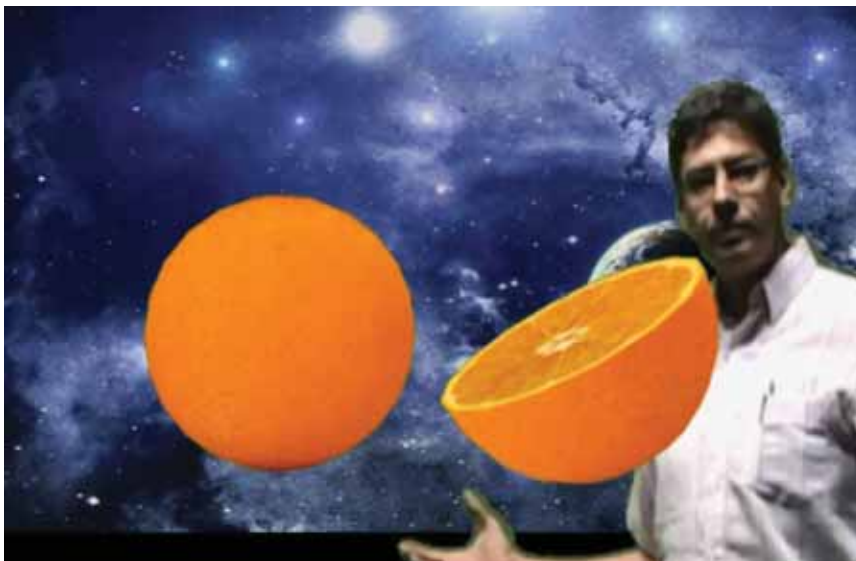


Figura 30 - Objetos utilizados na gravação da aula utilizando os recursos de RA



Figura 31 - Objetos utilizados na gravação da aula utilizando os recursos de RA

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Realidade Aumentada (RA) é uma interface computacional avançada que realiza, em tempo real, a sobreposição de elementos gráficos gerados por computador em um ambiente do mundo real. A possibilidade de visualizar os elementos computacionais no ambiente real, juntamente com as técnicas de interação entre estes objetos tangíveis, permite aos usuários manipular intuitivamente os objetos virtuais, como se fossem reais. Este trabalho compreende a utilização da RA como apoio no processo de ensino-aprendizagem, utilizando o computador como ferramenta de mediação entre a produção de um vídeo de cunho educativo e a criação de conteúdo para ser veiculado na TV Digital.

As aplicações de RA enriquecem o processo educacional, pois se utiliza de objetos físicos para dar significados a conceitos que são abstratos. Desta forma, os objetos físicos podem ser enriquecidos através da sobreposição de informações adicionais ligadas a estes objetos, dando razão para o seu entendimento propiciando um alto grau de interesse e facilitação da compreensão dos conceitos a partir da possibilidade de interação com seus objetos representativos.

Dentre os sistemas de RA usados para o desenvolvimento de aplicativos, alguns destes são ferramentas de autoria, que buscam utilizar os benefícios da interação atrelada à visualização para permitir que usuários sem intimidades com programação possam criar suas aplicações.

Na área da educação, o que se deve observar é que a tecnologia de RA é capaz de oferecer um ambiente lúdico intrínseco motivador do aprendizado.

Neste sentido, o presente trabalho abordou o estudo de um sistema de autoria de realidade aumentada denominado FLARAS utilizado na produção de conteúdos educativos para serem veiculados na TV Digital. Com poucos recursos e a instalação dos programas sugeridos no trabalho, fica viável a produção de aulas mais atrativas ao aluno/espectador, estimulando o pensamento crítico, o conhecimento.

A principal dificuldade encontrada no desenvolvimento da pesquisa foi a instalação e configuração das bibliotecas utilizadas pela RA para a criação do programa de auxílio ao professor.

Este trabalho apresentou uma ferramenta de auxílio ao professor na produção de aulas atrativas utilizando-se da RA na sua produção através de um repositório em que o professor pode definir o plano de aula, o roteiro para a produção do vídeo, escolher os objetos que serão utilizados nesta aula, montar a aula com os objetos e gerar um vídeo que pode ser editado e transmitido.

O elevado potencial da tecnologia quando aplicada ao desenvolvimento de ferramentas educacionais potencializa o aprendizado, estimulando o conhecimento.

Como extensão deste trabalho, são previstas algumas possibilidades que tendem a melhorar ou acrescentar novas funcionalidades à ferramenta de apoio ao professor às aulas com RA, sendo elas:

- Realizar o processo de avaliação da ferramenta com um grupo de professores/instrutores a fim de que se possa verificar com clareza os aspectos de conseguir maior atenção dos alunos/aprendentes nas aulas que utilizam a RA.
- Esta ferramenta pode evoluir para que se torne um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) a fim de que seja disponibilizada aos alunos de educação à distância.

Por fim, a realização deste trabalho apresenta a construção de uma realidade na qual se tornará possível a transformação, de forma definitiva, dos recursos tecnológicos e do computador em instrumentos aliados do professor e do aluno nas suas funções: a de ensinar e a de aprender.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, J.; MARTINEZ, K. **Camera Self-Calibration for the ARToolkit**. In Proceedings of First International Augmented Reality Toolkit Workshop, p. 84-88, Darmstadt, Germany, 2002.

ALMEIDA, Maria Elizabeth B. *Informática e formação de professores*. ProInfo: Informática e formação de professores / Secretaria da Educação a Distância. Brasília, 2000.

ANCINE - Agência Nacional de Cinema. Inc.<<http://www.ancine.gov.br>>. Acesso em dez, 2012.

ARTlab. OpenGL: The Industry's Foundation for High Performance Graphics. Disponível em:<<http://www.opengl.org/>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

ARToolworks, Inc.<<http://www.artoolworks.com>> acesso em fev, 2012.

AZEVEDO, Eduardo. CONCI, Aura. **Computação Gráfica Teoria e Prática**. Campus. São Paulo, 2003.

AZUMA, R. **A Survey of Augmented Reality**. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.

BAECKER, H. **Curricula for Human-Computer Interaction**. Nova York: ACM, 1997

BECKER, Valdecir. MONTEZ, Carlos. MORAES, Aureo. **Tv Digital Interativa Conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil**, Florianópolis: 12 TV, 2004.

BELLUZZO, Regina Célia Baptista; GOBBI, Maria Cristina (orgs.). **MANUAL para apresentação de trabalhos de conclusão de mestrado**. Disponível em: www.faac.unesp.br (Programa de Pós-Graduação em Televisão digital).

CLAUS, D.; FITZGIBBON, A. W. **Reliable Automatic Calibration of a Marker-Based Position Tracking System**. *wacv-motion*, pp. 300-305, Seventh IEEE Workshops on Application of Computer Vision (WACV/MOTION'05) - Volume 1, 2005.

COMPARATO, Doc. **Da criação ao roteiro: teoria e prática**. Summus. São Paulo, 2009.

COSTA, L. C. **Realidade Virtual: Introdução**. Disponível em: <<http://fsi-rv.blogspot.com/2009/09/introducao.html>>. Acesso em: 24 nov. 2012.

DOWBOR, Ladislau. **O espaço do conhecimento**. In *A revolução tecnológica e os novos paradigmas da sociedade*. Belo Horizonte/São Paulo, Oficina do Livro/IPSO, 1994.

FRANCISCO, W. C. **A importância do Plano de Aula**, Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/a-importancia-plano-aula.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

GEIGER, C.; REIMANN, C.; STOCKLEIN, J.; PAELKE, V. **JARToolkit - A Java Binding for ARTOOLKIT**, Proceedings of the Augmented Reality Toolkit Workshop, Darmstadt, p. 5, 2002.

GNU General Public License <<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>> acesso em fev, 2012

KATO, H.; BILLINGHURST, M.; POUPYREV, I. **ARToolKit Version 2.33**, Human Interface Lab, Universidade de Washington, 2000.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Petrópolis, RJ: SBC, 2007.

KIRNER, C., TORI, R. **Realidade Virtual: Conceitos e Tendências**. São Paulo: J. Garcia Comunicação Visual, cap 1, p.3-20, 2004.

KELLISON, Catherine. **Produção e direção para TV e vídeo. Uma abordagem prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

LEPETIT, V.; FUA, P. **Monocular Model-Based 3D Tracking of Rigid Objects: A Survey**. Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision, Vol.1, N.1, pp. 1-89, Out 2005.

LOOSER, J.; GRASSET, R.; SEICHTER, H.; BILLINGHURST, M.(2006) **OSGART - A pragmatic approach to MR**. Proceedings of the Fifth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2006.

MÉDOLA, A. S. L. D., **Demandas da Pesquisa em Comunicação para a Produção de Conteúdo na TV Digital**. Disponível em: <<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/libero/article/viewFile/6781/6121>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

MILGRAM, P.; TAKEMURA, Haruo; UTSUMI, Akira; KISHINO, Fumio. **Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum**. In: Telem manipulator and Telepresence Technologies, SPIE, V.2351, Kyoto, Japão, 1994. Anais..Kyoto, Japão: 1994.

MONTEIRO, F. **Roteiro**. Disponível em: <<http://d1tempo.com/wiki/index.php?title=Roteiro>>. Acesso em: 15 mar. 2013

MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir. **TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

PADILHA, R. P. **Planejamento dialógico: como construir o projeto político-pedagógico da escola**. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2001.

PAZOS-ARIAS, J. J. et al. **ATLAS: a framework to provide multiuser and distributed learning services over MHP**. Software: Practice and Experience. John Wiley & Sons, 2006, p. 845 – 869.

RUIZ, Marcelo. **Olhar Tecnológico: Os novos desafios da produção de vídeo no Brasil: uma trilogia**. (parte1). Disponível em: <<http://olharmultimidiatic.blogspot.com.br/2012/03/os-novos-desafios-da-producao-de-video.html>>. Acesso em: 26 ago. 2012.

SANTIN, R. **Sistema de autoria colaborativa com realidade aumentada**, 2008. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/sacra/SACRA-diss.zip>>. Acesso em: 28 dez. 2012.

SANTIN, R.; KIRNER, C. **ARToolKit: Conceitos e Ferramentas de Autoria Colaborativa**. Realidade Virtual e Aumentada: Uma abordagem tecnológica. João Pessoa – PB: SBC, 2008.

SAQUOOSHA, T.K.A. **FlarToolKit**. Disponível em <<http://saquoosha.net/en/flartoolkit/start-up-guide/>>. Acesso em: 20 dez. 2012

SISCOOTTO, Robson. KIRNER, Claudio. TORI, Romero. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality. Belém – PA, 2006.

SILVA, M. A. **Plano de Ensino**. Disponível em: <<http://www.educador.brasilecola.com/orientacoes/plano-aula-10.htm>> Acesso em: 30 dez. 2012.

SILVA, Marcelo Soares Pereira. **A relação entre planejamento - plano – projeto**. Disponível em: < http://escoladegestores.mec.gov.br/site/5-sala_planejamento_praticas_gestao_escolar/pdf/u1_1.pdf >. Acesso em: 10 mar. 2013.

SOUZA, Raryel. MOREIRA, Hipólito Douglas França. KIRNER, Claudio. **FLARAS 1.0 – Flash Augmented Reality Authoring System**. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/flaras>>. Acesso em 29 dez. 2012

WAGNER, D.; SCHMALSTIEG, D.(2003) **ARToolKit on the PocketPC Platform**. In:Proceedings of the 2nd Augmented Reality Toolkit Workshop, p14-15, 2003.

WEISER, M. **Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing**. Commun. CACM, vol. 36, no. 7, pp 74-84. July 1993.

ZETTL, Herbert. **Manual de produção de televisão**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.