

**FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO
NORTE
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Adriana Alves de Oliveira

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EDUCACIONAL
UTILIZANDO A TV DIGITAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO À
DISTÂNCIA**

**NATAL/RN
DEZEMBRO/2009**

ADRIANA ALVES DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EDUCACIONAL
UTILIZANDO A TV DIGITAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO À
DISTÂNCIA**

Monografia apresentada como exigência
do Curso de Sistemas de Informação da
Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do
Norte para obtenção do título de Bacharel
em Sistemas de Informação.

Orientadora: Msc. RAPHAELA
GALHARDO FERNANDES

NATAL/RN

DEZEMBRO/2009

Oliveira, Adriana Alves de

Desenvolvimento de uma aplicação educacional utilizando a TV digital como ferramenta para o ensino à distância. / Adriana Alves de Oliveira. – Natal, RN, 2009.

58f.

Orientador: Raphaela Galhardo Fernandes (Msc.)

Monografia (Bacharel em Sistema de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Desenvolvimento de Software - Monografia. 2. Televisão Digital - Monografia. 3. Sistema de Informação - Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU 004.43

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO
NORTE
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ADRIANA ALVES DE OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EDUCACIONAL UTILIZANDO A
TV DIGITAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO À DISTÂNCIA

Monografia apresentada e aprovada em 14 de Dezembro de 2009, pela banca examinadora
composta pelos seguintes membros

Raphaela Galhardo Fernandes
Orientadora

Ricardo Wendell Rodrigues da Silveira
Membro Examinador

Gleydson de Azevedo Ferreira Lima
Membro Examinador

Natal/RN, 14 de Dezembro de 2009.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pois sem ele nada seria possível. Obrigada Senhor pelo conforto nos momentos de dificuldade, por me conceder saúde, sabedoria, proteção e por todas as bênçãos dessa vida.

A minha família, em especial a minha mãe, minha heroína, pela compreensão, suporte e por todos os incentivos que me foram dados durante minha vida e formação.

Aos meus professores, que muito contribuíram para minha formação acadêmica e pelos ensinamentos valiosos.

A minha orientadora, que tenho como espelho, agradeço pelo apoio, confiança, por compartilhar seus conhecimentos acadêmicos que foram de grande valia para a realização deste trabalho, por sua atenção, paciência e boa vontade.

A minha amiga Joelma, depois de muito ter tentando ser minha amiga, enfim conseguiu Xó, e eu que sou grata... obrigada pelo incentivo, amizade, pelo apoio e pelos momentos de descontração.

Aos amigos da turma, por compartilharmos conhecimento e juntos dividirmos a alegria de estarmos aqui.

E a todos aqueles leais nas vitórias e dificuldades, que de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada!

RESUMO

O impacto da TV Digital é muito mais significativo do que a simples troca de um sistema de transmissão analógico para digital proporcionando uma melhora da qualidade de imagem e som. A tecnologia de televisão digital também veio para mudar o cenário estático no qual a televisão analógica esteve atrelada. Proporciona além de melhor qualidade de áudio e vídeo, a possibilidade de interação entre um serviço e o telespectador. O sistema de TV Digital permite um nível de flexibilidade, onde, um componente importante dessa flexibilidade é a possibilidade de expandir as funções do sistema por aplicações construídas sobre a base de um sistema padrão de referência. Tais aplicações são programas computacionais residentes em dispositivos receptores. A integração da capacidade computacional ao dispositivo receptor permite o surgimento de uma vasta gama de novos serviços e de programas de TV guiada por interações do usuário telespectador, ao qual poderá ser delegado o controle do fluxo de um programa.

Este trabalho apresenta a construção de uma aplicação *T-learning* – aplicação educacional mediada pela Televisão Digital, que foi desenvolvida utilizando a linguagem NCL (*Nexted Context Language*), linguagem declarativa do padrão do Sistema Brasileiro de TV Digital, onde, através dessa tecnologia, estabelece-se um serviço de educação à distância voltado para alunos do ensino fundamental, utilizando a TV Digital como ferramenta de desenvolvimento de conteúdo multimídia interativo nas práticas pedagógicas.

Palavras-chave: Televisão Digital, Aplicação Interativa, *Middleware*, *T-learning* e Linguagem NCL.

ABSTRACT

The impact of Digital TV is more significant than the simple exchange of a system analog to digital transmission by providing a better quality picture and sound. The technology of digital television also came to change the static scenario in which the analog television has been linked to. It also provides better quality audio and video, the possibility of interaction between a service and the viewer. The Digital TV system allows a level of flexibility, where an important component of this flexibility is the ability to expand the functions of the system for applications, built on the basis of a standard reference system. Such applications are computer programs residing on receiving devices. The integration of computing power to the receiving device to the emergence of creates a wide range of new services and TV-guided interactions user, which can be delegated to control the flow of a program.

This monograph work presents the construction of a T-learning application - application educational mediated Digital Television, which was developed using the NCL language (Nexted Context Language), the standard declarative language of the Brazilian Digital TV, where through this technology provides a service of distance education focused on elementary school students, using digital TV as a tool for developing interactive multimedia content under teaching practices.

Keywords: Digital TV, Interactive Application, Middleware, T-learning and Language NCL.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos.....	12
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Organização do texto.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 História da televisão no Brasil.....	15
2.2 TV Analógica e TV Digital.....	16
2.3 Canal Interativo.....	17
2.4 Componentes do Sistema de TV Digital.....	18
2.5 Arquitetura do SBTVD.....	21
2.5.1 Camada de transmissão.....	21
2.5.2 Camada de transporte.....	21
2.5.3 Camada de codificação.....	22
2.5.4 Middleware.....	24
2.5.5 Camada de aplicação.....	24
2.6 Sistemas mundiais de TV Digital.....	25
2.6.1 DVB (<i>Digital Video Broadcasting</i>).....	25
2.6.2 ATSC (<i>Advanced Television Systems Committee</i>).....	25
2.6.3 ISDB (<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>).....	25
2.6.4 SBTVD (Sistema Brasileiro de TV Digital).....	26
2.7 Ambientes de desenvolvimento do SBTVD.....	27
2.8 Ginga.....	27
2.8.1 Ginga-NCL.....	28
2.8.2 Ginga-J.....	28
2.9 Linguagem NCL.....	28
2.10 Linguagem Lua.....	29
2.11 Java-DTV.....	29
2.12 Modelos de aplicações.....	30

2.13	Educação à distância	31
2.14	Educação através da TV digital	32
3	DESENVOLVIMENTO	34
3.1	Infraestrutura de desenvolvimento de aplicações para TV digital	34
3.2	Desenvolvimento da aplicação educacional	35
3.3	Metodologia de desenvolvimento	36
3.4	Requisitos	37
3.5	Diagrama de casos de uso	38
3.6	Estrutura da aplicação	43
3.7	Ferramentas utilizadas	44
4	RESULTADOS OBTIDOS	47
5	CONCLUSÕES	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAC	Advanced Audio Coding
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADSL	Assymetrical Digital Subscriber Line
API	Application Programming Interface
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ATSC	Advanced Television Systems Committee
AVC	Advanced Video Coding
BST	Band Segmented Transmission
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
DASE	DTV Application Software Environment
DIBEG	Digital Broadcasting Experts Group
DTVI	Digital Television Interactive
EAD	Educação à distância
HDTV	High Definition Television
ISDB	Integrated Services Digital Broadcasting
MPEG	Moving Picture Experts Group
NCL	Nested Context Language
NCM	Nested Context Model
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PUC-RIO	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SBTVD	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
SDTV	Standard Definition Television
TV	Televisão
XHTML	Enxtensible Hypertext Markup Language

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cronograma de Implantação da transmissão digital nas cidades brasileiras. Fonte: (DTV, 2009)	17
Figura 2: Modelo simplificado da infra-estrutura da TV Digital. Fonte: (WAISMAN, 2006)	19
Figura 3: Componentes básicos de um Sistema de TVD.....	20
Figura 4: Arquitetura em camadas do SBTVD. Fonte: (SOARES & BARBOSA, 2009).....	20
Figura 5: Multiprogramação com exibição paralela de diferentes programas em um mesmo canal	23
Figura 6: Multiprogramação com seleção de cenas e ângulos diferentes de um mesmo programa.	23
Figura 7: Múltiplos dispositivos de exibição.	27
Figura 8: Ciclo em cascata da aplicação implementada. Fonte: Dados da Pesquisa	37
Figura 9: Diagrama de Casos de Uso. Fonte: Dados da Pesquisa.....	39
Figura 10: Cabeçalho do documento NCL. Fonte: Dados da Pesquisa	42
Figura 11: Região onde as mídias serão exibidas. Fonte: Dados da Pesquisa	42
Figura 12: Base de descritores. Fonte: Dados da Pesquisa	43
Figura 13: Base de conectores. Fonte: Dados da Pesquisa	43
Figura 14: Mídias. Fonte: Dados da Pesquisa.....	44
Figura 15: Links. Fonte: Dados da Pesquisa.....	44
Figura 16: Interface do plugin ncl-eclipse já instalada dentro da plataforma eclipse. Fonte: Dados da Pesquisa.....	46
Figura 17: Controle Remoto utilizado no Ginga Emulador. Fonte: Dados da Pesquisa.....	47
Figura 18: Mapa de navegação. Fonte: Dados da Pesquisa	48
Figura 19: Transmissão Principal. Fonte: Dados da Pesquisa	49
Figura 20: Tela com os menus principais. Fonte: Dados da Pesquisa	50
Figura 21: Tela principal da atividade. Fonte: Dados da Pesquisa	50
Figura 22: Tela com a atividade. Fonte: Dados da Pesquisa.	51
Figura 23: Atividade com a opção correta selecionada. Fonte: Dados da Pesquisa	52
Figura 24: Atividade com a opção incorreta selecionada. Fonte: Dados da Pesquisa	52
Figura 25: Tela exibida após a seleção da resposta correta. Fonte: Dados da Pesquisa	53
Figura 26: Tela exibida após a seleção da resposta incorreta. Fonte: Dados da Pesquisa	53

1 INTRODUÇÃO

A televisão é um dos mais importantes e expressivos meios de comunicação popular, estando a maior parte de sua história atrelada ao objetivo primário, ou seja, exibir o conteúdo de uma emissora de televisão. A tecnologia de televisão digital veio para mudar esse cenário, proporcionar melhor qualidade de áudio e vídeo, introduzir complementaridade a programação e permitir interação, que é a participação do telespectador com o conteúdo apresentado. Dessa forma, o usuário pode interagir alterando a forma e o conteúdo do ambiente mediado em tempo real. (KOOGAN & HOUAISS, 2008)

Com o advento da TV Digital, as emissoras podem enviar junto com a programação, dados e aplicativos. A gama de aplicações é a mais variada, como por exemplo, votações, pesquisas de opinião, etc. Novos serviços também podem ser criados, como por exemplo, acesso a serviços eletrônicos através da televisão digital, como *T-commerce*, comércio através da TV digital, *T-health* serviço multimídia interativo em plataforma de TV digital na área da saúde, no qual seria um serviço bastante solicitado, pois a grande parte da população brasileira não conta hoje com acesso fácil e rápido a serviços da área de saúde, *T-government*, serviços governamentais aos cidadãos através da TV Digital e *T-entertainment*, entretenimento interativo através da TV Digital. (BECKER, 2009)

Nessa direção, o projeto de desenvolvimento de uma Interface de Programação de Aplicativos (API - *Application Programming Interface*), visa o uso de sistemas de educação à distância (EAD) mediado pela televisão interativa, *T-learning* (BATES, 2003), que é o fruto de uma combinação do ensino com o auxílio da tecnologia. No geral, a educação à distância é uma espécie de educação baseada em procedimentos que permitem o estabelecimento de processos de ensino e aprendizagem mesmo onde não existe contato face a face entre professores e aprendizes. (CROPLEY & KAHL, 1986)

A chegada da educação à distância adicionou novos significados para o treinamento e fez aumentar as possibilidades para difusão do conhecimento e da informação para os estudantes e, em um compasso acelerado, abriu um novo mundo para a distribuição e o compartilhamento de conhecimento. A educação à distância tornou-se também uma forma de democratizar o saber para a população, propiciando a esta, que o conhecimento esteja disponível a qualquer tempo, hora e em qualquer lugar.

O desenvolvimento da Educação à Distância pode ser descrito basicamente em três gerações: a primeira, pelo ensino por correspondência, caracterizada pelo material impresso iniciada no século XIX; a segunda, por Teleducação/Telecursos, com o recurso dos programas

radiofônicos e televisivos, aulas expositivas, fitas de vídeo e material impresso; e a terceira, através de ambiente interativo com a internet. Com a eliminação do tempo fixo para o acesso à educação, a informação é acessada em tempos diferentes sem perder a interatividade (ANEAD, 2009). O problema da educação à distância interativa através da internet é a acessibilidade que os usuários têm a tecnologia utilizada. O que não será um problema para o *T-learning*, ambiente interativo com a TV Digital, já que apenas 16% da população brasileira possuem computador em casa e 68% dos brasileiros nunca acessaram a internet. Em contrapartida, a televisão está presente em 96% dos domicílios brasileiros e 88% da população brasileira assiste televisão todos os dias.

Com o potencial dos recursos da TV digital, esse projeto tem como objetivo criar um aplicativo educacional para a disciplina de matemática, voltado para crianças do ensino fundamental, utilizando os recursos da TV digital interativa. As crianças terão a possibilidade de reforçar seus conhecimentos e trabalhar o raciocínio lógico, possibilitando a complementaridade a uma programação específica de *T-learning*, apoiando e incentivando assim a aprendizagem em casa.

Como a idéia central do governo para o Sistema Brasileiro de TV Digital é a inclusão digital (DOU, 2003), e pela abrangência social que ela alcança, o principal benefício do *T-learning* é a utilização da televisão como ferramenta para difundir conhecimentos em pontos geograficamente dispersos. (STRAZZO & WENTLING, 2000)

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal estudar e desenvolver uma aplicação educacional utilizando a TV Digital como ferramenta para auxílio no processo de ensino à distância para alfabetização de alunos do Ensino Fundamental. E tem como objetivos específicos:

- Estudar uma linguagem de desenvolvimento para TV Digital;
- Desenvolver uma aplicação educacional para a disciplina de matemática, como complementação do ensino presencial, explorando a potencialidade da TV Digital Interativa no contexto educacional;
- Diagnosticar os benefícios que a aplicação trará para os alunos;
- Relatar os pontos que a educação à distância interativa através da televisão pode proporcionar;
- Relatar os resultados obtidos com o estudo realizado;

- Documentar os resultados.

1.2 JUSTIFICATIVA

A educação à distância mediada pela televisão interativa, definida como *T-learning*, refere-se à utilização das tecnologias de sistemas de televisão interativa com a finalidade de fornecer serviços interativos educacionais semelhantes aos disponibilizados na educação à distância mediada pelo computador. No Brasil, a principal justificativa do *T-learning* é o fato de que a grande maioria da população possui pelo menos um aparelho de televisão em casa.

Segundo o secretário de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), César Augusto Gadelha Vieira, em nenhum lugar do mundo se pensou em utilizar a tecnologia digital para fins sociais. *"Essa é uma iniciativa pioneira do Brasil e queremos aproveitar a predileção do brasileiro pela televisão para transmitir serviços e conceitos de cidadania. Mais de 95% dos lares brasileiros têm aparelho de TV"*, disse Vieira.

O secretário ainda anunciou que o governo pretende criar quatro canais e que a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) já está verificando a viabilidade desses canais (TEMA, 2008). O primeiro será do poder executivo federal, o segundo do Ministério da Educação, o terceiro divulgará manifestações culturais e regionais e o quarto, o Canal da Cidadania, transmitirá projetos dos poderes municipais e estaduais (ADMIN, 2009).

O tipo de material de aprendizagem na televisão, tem sido por muito tempo as vídeo aulas. Entretanto, uma das principais motivações da criação de uma aplicação *T-learning* voltada para crianças do ensino fundamental como colaboração de aprendizagem, é relacionada aos baixos resultados das últimas avaliações, do ensino fundamental quanto ao ensino da matemática (RITLA, 2009). Os últimos números do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar revelam que 71% dos estudantes terminam o ensino médio sem conhecimentos básicos de matemática (RITLA, 2009). Devido ao alcance abrangente que a televisão possui, é considerável a importância deste conteúdo para contribuir com a formação básica de ensino, onde seria possível atingir uma vasta quantidade de alunos, auxiliando-lhes na fixação do conteúdo da disciplina de matemática.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O texto da monografia está organizando em seis capítulos, nos quais está desenvolvido o tema. No primeiro capítulo foi apresentada uma introdução do trabalho. No segundo capítulo será exposto o referencial teórico referente aos estudos sobre TV Digital. No terceiro capítulo será descrito o desenvolvido da aplicação educacional. No quarto capítulo serão demonstrados os resultados obtidos. No quinto capítulo serão descritas as conclusões, as dificuldades encontradas e as perspectivas futuras e no sexto capítulo são descritos os referenciais bibliográficos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRIA DA TELEVISÃO NO BRASIL

A televisão influenciou comportamentos, marcou décadas e hoje é o meio de comunicação com maior penetração e importância no mundo, mesmo depois da popularização da Internet. No Brasil, a televisão virou um fenômeno desde que a primeira transmissão foi feita, no ano de 1950. (VALIM, 1998)

Atualmente, é difícil acreditar que a televisão era um artigo de luxo e que a imagem não passava de alguns chuveiros difíceis de decifrar. Mas, o tempo passou, e assim como outros de meios de comunicação, a televisão se popularizou, a tecnologia evoluiu, o preço diminuiu e ela conquistou a preferência de todo o mundo.

Assim como várias invenções brilhantes, a televisão contou com o trabalho de vários pesquisadores ao longo de anos até estar pronta para transmitir seus sinais aos telespectadores. As primeiras transmissões experimentais foram feitas em meados da década de 1920, mas, apenas na década de 50, para a alegria dos brasileiros, tiveram início as primeiras transmissões no Brasil.

A rede Tupi, criada em 1950, foi a primeira emissora de televisão do Brasil e reinou absoluta ao longo de muitos anos. Para fazer sua ideia decolar, Assis Chateaubriand, dono da rede Tupi, trouxe dos Estados Unidos da América (EUA) 200 aparelhos de TV e os espalhou pela cidade, onde quem passava pela rua era “hipnotizado” pela novidade.

A explosão da televisão no Brasil se deu seis anos após a sua chegada, no ano de 1956, quando o país já possuía 1,5 milhões de aparelhos. (CAMARGO, 2009)

A televisão em cores se popularizou no EUA e Europa entre as décadas de 1950 e 1960. No Brasil, no ano de 1963, foi feita uma transmissão experimental em cores, mas somente em 1972 elas chegaram oficialmente à casa de alguns brasileiros, com a transmissão de uma festa típica da cidade de Porto Alegre pela TV Difusora.

Depois de ficar colorida e com melhor resolução, a partir dos anos 70 e 80 a televisão apenas passou por uma fase de aprimoramento, tendo em vista que novas emissoras surgiram e mais satélites para a transmissão foram lançados. Os modelos com som estéreo já estavam disponíveis desde o fim dos anos 80. Depois disso, houve o crescimento do investimento em telas com maior resolução e as TVs de tela plana, plasma e LCD chegaram ao mercado já no fim dos anos 90.

O fato é que grandes artistas, eventos, acontecimentos e a própria história da humanidade foi transmitida e assistida pela televisão. Do preto e branco a alta definição (*Full HD*), a televisão não para de se reinventar e lançar tendências. (VALIM, 1998)

2.2 TV ANALÓGICA E TV DIGITAL

Como qualquer mídia ou veículo de comunicação, a televisão também está envolvida em constante processo evolutivo. Desde as primeiras transmissões experimentais na década de 1920, a televisão já passou por várias mudanças. Ainda na década de 50, além da cor que a deixou bem mais atraente, aumentou o número de canais, o que deu início as primeiras escolhas do telespectador (BATISTA, 2006). Resumidamente, a transmissão televisiva pode ser definida como um conjunto de procedimentos, produção, edição, transmissão e recepção de sinais pelos quais o sinal de TV chega até a casa dos telespectadores por meio de ondas eletromagnéticas. (BATISTA, 2006)

Até ano de 2007, era utilizado praticamente o mesmo modelo de transmissão criado nos anos de 1920: o analógico, a partir de então, inicia-se no Brasil a transmissão digital dos canais abertos.

A TV Digital é mais um processo evolutivo da televisão. É a transmissão digital dos sinais audiovisuais. A vantagem mais perceptível da transmissão em sistema digital é a conservação da qualidade do sinal e a otimização do espectro de frequência. Na TV analógica a imagem é formada com uma resolução de 408 linhas, com 704 *pixels* por linha e um aspecto de tamanho da imagem de 4:3 (largura: altura da imagem). Já a TV Digital tem uma resolução que começa em 640 linhas, com 480 *pixels* por linhas, denominada de *Standard* (SDTV - *Standard Definition Television*), até a alta-resolução (HDTV - *High Definition Television*) podendo formar a imagem com 1080 linhas de 1920 *pixels* por linha (SBTVD, 2008). O formato da imagem é mais amplo, de 16:9 proporcionando um grande aumento na qualidade de imagem, tornando bem superior aos atuais.

Cada canal usa uma faixa de frequência, chamada de largura de banda, concedido pelo governo. No Brasil, ela tem 6 MHz. A transmissão digital do sinal possibilita a ampliação de transmissões. A emissora poder enviar programações diferentes em um mesmo canal fornecendo ao telespectador programas educativos com maior conteúdo, por exemplo.

Uma data marcante para a área de telecomunicações, em termos de televisão, foi o dia 02/12/2007, quando ocorreu o lançamento oficial da TV digital no Brasil, mais especificamente em São Paulo. Estima-se que até o ano de 2013 haverá transmissão digital

para todas as cidades do Brasil e a partir do ano de 2016 encerra-se a transmissão analógica, permanecendo assim, apenas a transmissão digital, conforme o cronograma de implantação da transmissão digital nas cidades brasileiras. Conforme exposto na Figura 1.



Figura 1 – Cronograma de Implantação da transmissão digital nas cidades brasileiras. Fonte: (DTV, 2009)

2.3 CANAL INTERATIVO

A interatividade é grande diferencial diante da TV convencional, é um dos recursos disponíveis com a TV Digital, permite que o usuário escolha a sua grade de programação, participe de votações durante os programas, jogue, compre filmes (*video on demand*), escolha a câmera com o ângulo preferido, entre outros. Outra vantagem oferecida pelo serviço é a possibilidade de um programa ser assistido ao vivo, enquanto o outro está sendo gravado na memória do receptor. Além disso, se um telefonema ou outro imprevisto interromper o espectador, basta acionar o botão de pausa para que o programa possa ser assistido mais tarde a partir do ponto de interrupção.

A interatividade é um recurso essencial para um sistema de Educação à Distância (EAD) na TV digital. Para que de fato, se estabeleça a interatividade, é necessário um canal de retorno, que também pode ser chamado de canal de interação, ele pode ser uma conexão permanente (ADSL, *Cable Modem*, *Ethernet*) ou temporária, como uma conexão discada por *modem*, por exemplo.

As especificações de sistemas de TVDI costumam exigir o suporte ao protocolo TCP/IP no canal de retorno. É através desse canal que a resposta do telespectador chegará à emissora de televisão ou ponto de origem da informação. O canal de retorno representa a possibilidade de criação de aplicações interativas e o acesso à internet.

A TV Digital suporta três níveis de interatividade: serviços com *interatividade local* (*broadcast-only*), serviços com interatividade intermitente (*one-way interactivity*) e finalmente aquele com interatividade plena (*two-way interactivity*) (MORRIS & MITH-CHAIGNEAU, 2005).

Dependendo do tipo do conversor, também conhecido como *Set-Top-Box*, da presença de canal de retorno e da implementação da aplicação, pode-se destacar os diferentes níveis de interação: (MORRIS & MITH-CHAIGNEAU, 2005)

Interatividade Local – são serviços que possuem somente interatividade local, a antena doméstica continua recebendo os fluxos de áudio e vídeo, enquanto o receptor digital é o responsável pelo armazenamento do fluxo de dados, ou seja, pelas aplicações que estão sendo executadas e que permitem ao telespectador a interação propriamente dita. Porém, o telespectador não consegue realizar o envio de dados em direção ao emissor. O canal de retorno não é utilizado. Ou seja, o usuário não é capaz de enviar informações de volta ao servidor, interagindo apenas com a aplicação que foi carregada localmente no *Set-Top Box*.

Interatividade Intermitente – são serviços com interatividade unidirecional, onde a antena doméstica continua exercendo a função de receptora de fluxos de áudio e vídeo. Já o terminal de acesso apresenta uma mudança significativa para o aumento da interatividade: um canal de retorno. Este canal permite que o telespectador transmita fluxos de dados ao servidor, mas este não pode enviar respostas ao telespectador, sendo por isso mais indicado para aplicações como votações, pesquisas de opinião, etc. O canal de retorno é usado apenas durante o envio de um determinado fluxo de dados, tendo a conexão cancelada logo em seguida. Para este caso, o uso da linha telefônica seria suficiente.

Interatividade Plena – são serviços que utilizam interatividade bidirecional, que são capazes não somente de enviar respostas do usuário para o servidor, como também conteúdo (dados, e não áudio/vídeo) pode ser enviado do servidor individualmente para o usuário. O usuário permanece em tempo integral conectado ao canal de retorno, podendo enviar dados ao servidor a qualquer momento.

2.4 COMPONENTES DO SISTEMA DE TV DIGITAL

De modo geral, um sistema de TV digital interativa pôde ser decomposto em três grandes partes (MONTEZ & BECKER, 2005), conforme pode ser visto na Figura 2:

- Difusor – responsável por prover o conteúdo a ser transmitido, e dar suporte às interações com os telespectadores;
- Receptor – recebe e apresenta o conteúdo; também possibilita ao telespectador interagir com o difusor; e
- Meio de Transmissão – responsável pela transmissão de dados. É composto por canal de difusão e canal de retorno.

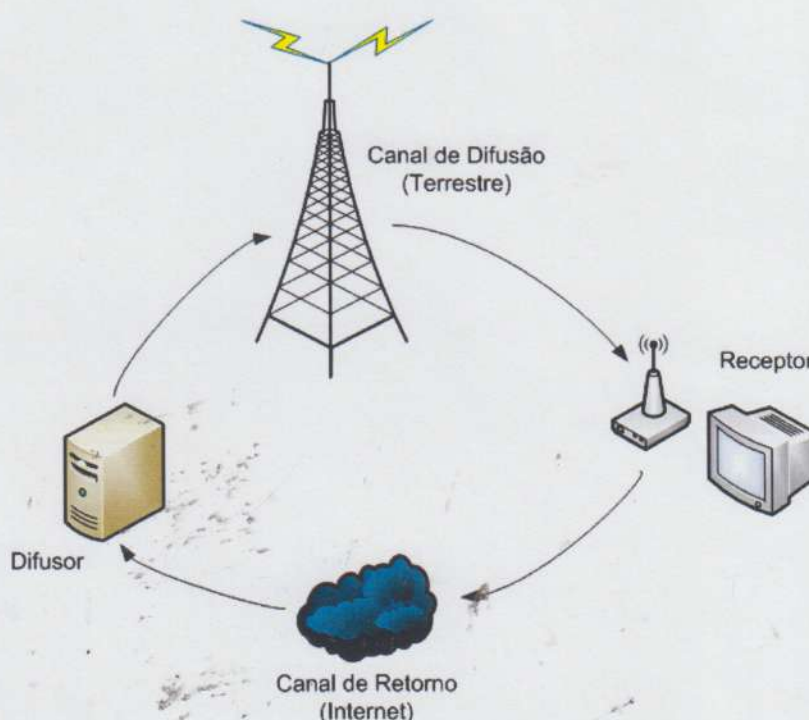


Figura 2 - Modelo simplificado da infra-estrutura da TV Digital Interativa com meio de transmissão terrestre, que utiliza interatividade plena. Fonte: (WAISMAN, 2006)

Detalhando este modelo, o difusor e o receptor são compostos por subcamadas, que se comunicam entre si, formando um fluxo de etapas que compõem a arquitetura do sistema de TVD, representada na Figura 3.

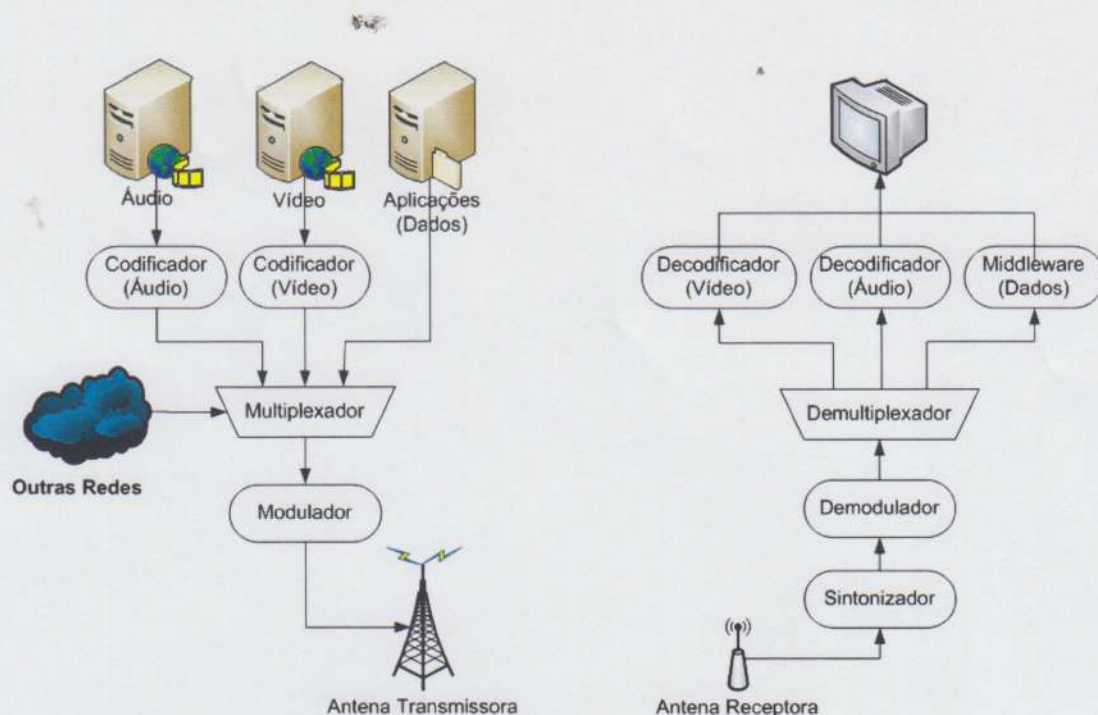


Figura 3 - Componentes básicos de um Sistema de TVD.

Analogamente ao modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) (KUROSE, 2006), para Redes de Computadores, o modelo da arquitetura de um sistema de TV digital, conforme ilustra a Figura 4, é dividido em camadas; as camadas tem uma autonomia e prestam ou recebem serviços das camadas vizinhas. Podem se classificar em cinco conjuntos de padrões (SOARES & BARBOSA, 2009).



Figura 4 - Arquitetura em Camadas do SBTVD. Fonte: (SOARES & BARBOSA, 2009)

As subseções seguintes explicam cada uma destas camadas.

2.5 ARQUITETURA DO SBTVD

2.5.1 Camada de transmissão

Na TV Digital, áudio, vídeo e dados precisam ser transportados desde sua origem até a casa do usuário. Para isso, um sistema de comunicação é usado para esse transporte. Contudo, as informações não podem ser enviadas diretamente pelo sistema de comunicação sem antes sofrer uma modulação no envio e uma demodulação na recepção.

Um dos padrões mais importantes em um sistema de TV Digital terrestre é o que define o processo de modulação, responsável por receber um fluxo de transporte e posicioná-lo em um canal e frequência.

A modulação é um processo de empacotamento da informação. Quando se faz uma transmissão, o sinal pode sofrer uma série de interferências e degradações. A modulação é responsável pela “proteção” do sinal, de modo que a informação originalmente transmitida possa ser reconstituída da maneira mais fiel possível.

O sistema brasileiro utiliza a mesma técnica de modulação BST-OFDM (*Band Segmented Transmission Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

A técnica de modulação BST-OFDM introduz a intercalação no tempo e a segmentação de banda.

A intercalação de tempo espalha ao longo de um sinal transmitido, símbolos consecutivos gerados pelo sinal original. Dessa forma, quando acontecem erros, eles não afetam símbolos consecutivos, mas são de fato espalhados com relação ao sinal original. Evitando-se a concentração de erros, evita-se que corretores de erros não sejam capazes de recuperá-los.

A segmentação de banda explora o fato de que algumas portadoras podem ser moduladas de forma diferente de outras. Assim, o canal de TV de 6MHz pode ser segmentado e modulado com a técnica mais apropriada para cada serviço. É possível, por exemplo, enviar sinais de vídeo em um canal com modulação otimizada para recepção móvel, enviar outros sinais de vídeo em outro canal otimizado para recepção fixa, etc. (SOARES & BARBOSA, 2009)

2.5.2 Camada de transporte

No ambiente da emissora é feito a multiplexação de vários programas em um único fluxo de transporte. No ambiente do usuário, realiza a demultiplexação do fluxo de transporte de acordo com o programa selecionado pelo usuário.

Na camada de transporte foi adotado o padrão MPEG-2 *System*. Este padrão adiciona aos fluxos elementares de áudio principal e vídeo principal informações para suas exibições sincronizadas. A sincronização é realizada seguindo o paradigma de eixo do tempo (*timeline*) pela adição de carimbos de tempo (*timestamp*) a conjuntos de amostras codificadas de vídeo e áudio baseado em um relógio compartilhado. A geração de fluxos de dados também é determinada pelo padrão (MORRIS & MITH-CHAIGNEAU, 2005).

2.5.3 Camada de codificação

Um sinal digital carrega em geral, muita informação redundante. Se eliminar essa redundância, consegue-se reduzir em muito a quantidade de bits gerados.

Para compressão de vídeo, o sistema brasileiro inovou ao definir o padrão H.264, também conhecido como MPEG-4 Part 10 ou AVC (*Advanced Video Coding*), no lugar do padrão MPEG-2, utilizado nos outros sistemas de TV Digital, pois o H.264 permite obter a mesma qualidade do MPEG-2 com a metade da taxa de *bits*. Assim, o seu uso permite transmitir uma quantidade duas vezes maior de vídeos por um mesmo canal usado pelo MPEG-2.

Este padrão permite formatos de transmissão com diferentes resoluções e taxas de compressão. Dentre eles estão o HDTV/1080i e o HDTV/720p para imagens de alta definição; o SDTV/480p para definição padrão; e o LDTV/OneSeg para dispositivos móveis.

A vantagem do MPEG-4 é a maior eficiência na compressão dos sinais de áudio e vídeo das transmissões digitais. Em qualidade de vídeo, ele oferece um ganho de 30% em relação ao MPEG-2. A compressão permite transmitir maior quantidade de bits pelo mesmo canal - quanto mais bits, melhor a qualidade de recepção.

Boa parte das emissoras de TV aberta pretende aproveitar a maior capacidade de banda oferecida pelo MPEG-4 para transmitir programas em alta definição, ou HD (*High Definition*). Isso significa 1080 linhas entrelaçadas (1080i) ou 720 linhas progressivas (720p), no formato de tela *widescreen*. Mas as emissoras têm outra alternativa na transmissão digital: usar a definição padrão (SD, de *Standard Definition*), que é de 480 linhas, para oferecer mais de uma programação pelo mesmo canal, este recurso é denominado de multiprogramação. Com a compactação do sinal é possível transmitir até quatro programas em um só canal, quando são transmitidos em definição standard (SD). A multiprogramação é uma alternativa

que permite ver programas diferentes no mesmo canal, conforme ilustrado na Figura 5, ou ver o mesmo programa com vários ângulos diferentes, conforme ilustrado na Figura 6.



Figura 5 - Multiprogramação com exibição paralela de diferentes programas em um mesmo canal.



Figura 6 - Multiprogramação com seleção de cenas e ângulos diferentes de um mesmo programa.

Para compressão de áudio foi adotado o MPEG-4 AAC (*Advanced Audio Coding*), também conhecido como MPEG-2 Part 7 ou MPEG-4 Part 3. Este formato é uma evolução da Camada-3 do MPEG-1 Áudio (também denominada MP3).

O AAC consegue taxa de compressão bem superior que seu antecessor. Uma das características desse sistema é a propriedade de análise da redundância da informação entre vários fluxos. Permite também acomodar até 48 fluxos de áudio e até 15 programas distintos. (SILVA, 2003).

2.5.4 Middleware

Uma aplicação poderia ser executada diretamente sobre o sistema operacional de um receptor. No entanto, os sistemas operacionais de propósito geral não estão preparados para dar um bom suporte às aplicações de TV Digital. Além disso, uma aplicação de TV deve ser capaz de ser executada em qualquer plataforma de hardware e sistema operacional. Para tornar as aplicações independentes de plataforma de hardware e software de um fabricante de receptor específico e para dar melhor suporte às aplicações voltadas para a TV, uma nova camada é acrescentada aos padrões de referência de um sistema para TV Digital. A essa camada denomina-se *middleware*.

Middleware é uma camada de software posicionada entre o código da aplicação e a infra-estrutura de execução (plataforma de hardware e sistema operacional).

O *middleware* serve como interface entre as camadas inferiores (sistema operacional, protocolos) e superiores (aplicações), garantindo a comunicação entre as camadas de forma transparente, gerenciando os componentes sem que as aplicações precisem se preocupar com a localização dos componentes requeridos, permissões de acesso, dentre outras funções (GINGA, 2009).

Um *middleware* para aplicações de TV digital consiste de máquinas de execução das linguagens oferecidas e bibliotecas de funções que permitem o desenvolvimento rápido e fácil de aplicações. Ele é um dos componentes mais importantes de um sistema de TV digital porque, na prática, é ele que regula as relações entre duas indústrias de fundamental importância: a de produção de conteúdos e a de fabricação de aparelhos receptores. Do ponto de vista de software, pode-se dizer, que ao definir o *middleware*, de fato, define-se o sistema de televisão. Dominar o conhecimento dessa tecnologia é estratégico para o país, pois o não-domínio acarretaria também o não-domínio do seu uso. (SOARES & SOUSA FILHO, 2007)

O Brasil utiliza uma solução nacional, denominada de Ginga, desenvolvido pelas universidades UFPB e PUC-RJ.

2.5.5 Camada de aplicação

É a camada responsável pela captura e formatação dos sinais de áudio e vídeo, bem como a execução dos aplicativos multimídias desenvolvidos.

Diferente de uma aplicação voltada para o computador, uma aplicação de TV deve levar em consideração que: (SOARES & BARBOSA, 2009)

- A televisão, em geral, se assiste a uma distância razoável da tela (isso pode não ser verdade no caso de dispositivos portáteis);

- Os dispositivos de interação (controle remoto) são ainda pobres em termos de expressividade e usabilidade;
- A TV é usada para lazer e o telespectador não quer nada complexo em seu uso.

2.6 SISTEMAS MUNDIAIS DE TV DIGITAL

Existem em todo o mundo, quatro sistemas de TV Digital – o sistema americano, o sistema japonês, o sistema europeu e o sistema brasileiro. Cada um deles foi concebido com suas características quanto ao padrão de modulação do sinal de difusão; transporte de fluxos elementares de áudio, vídeo, dados e aplicações; codificação e qualidade de áudio e vídeo; e adoção de especificação de *middleware*. (SBTVD, 2008)

2.6.1 DVB (*Digital Video Broadcasting*)

O DVB é conhecido como o sistema europeu de televisão digital (DVB, 2008), foi o primeiro padrão de televisão. Pode operar em canais de TV de 6,7 ou 8MHz. A multiplexação e codificação de áudio e vídeo são feitas sobre o padrão MPEG-2. A vantagem está na possibilidade de multiprogramação, interatividade e novos serviços. O *middleware* utilizado é o MHP (*Multimedia Home-Platform*).

2.6.2 ATSC (*Advanced Television Systems Committee*)

Em funcionamento nos Estados Unidos desde 1998, é o mais antigo, já foi adotado pelo Canadá, Coréia do Sul e Taiwan (ATSC, 2009), esse padrão utiliza a modulação 8-VSB, possuindo uma taxa de transmissão de 19,8 Mbps, ocupando uma largura de banda de 6,7 ou 8MHz. A multiplexação e codificação de vídeo são feitas sobre o padrão MPEG-2. O foco está na transmissão de vídeo em alta definição. O *middleware* utilizado é o DASE (*DTV Application Software Environment*).

2.6.3 ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*)

O ISDB é o sistema de transmissão terrestre japonês e foi especificado em 1999 pelo grupo DIBEG (*Digital Broadcasting Experts Group*) (ISDB, 2009). Utiliza a modulação Cofdm, com algumas variações. Possui uma taxa de transferência que varia entre 3,65 a 23,23Mbps, e uma largura de banda de 6,7 ou 8MHz. A multiplexação e codificação de vídeo, como nos padrões anteriores, também são feitas sobre o padrão MPEG-2. A principal vantagem é a facilidade e qualidade na transmissão para diferentes tipos de dispositivos (TVs,

celulares, etc), ou seja, mobilidade aliada a alta definição. O *middleware* utilizado é o ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*).

2.6.4 SBTVD (Sistema Brasileiro de TV Digital)

Em junho de 2006 foi assinado pelo presidente Lula um decreto que estabelece as diretrizes para a implantação do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD, 2008), que tem como base o Sistema de TV Digital Japonês. No entanto, o SBTVD incorporará tanto inovações na área técnica como características que visam a encaixar na realidade social brasileira. O Brasil apresenta grandes diferenças sócio-econômicas em relação aos países que já propuseram seus próprios sistemas, por isso a adoção integral de qualquer um dos três padrões existentes não atenderia plenamente às condições particulares e prioridades do País. O *middleware* utilizado é o Ginga.

A transição da TV analógica para a TV digital ocorrerá de forma gradual, sendo previsto um período de transição de cerca de 15 (quinze) anos, onde, as difusoras deverão transmitir sua programação simultaneamente nas formas analógica e digital (*simulcast*) (MAROTTA, 2009).

O Governo do Chile anunciou que adotará o Sistema Brasileiro de TV Digital em seu país. Agora, além do Brasil, Peru e Argentina, o Chile também utilizará o SBTVD. Informações do governo brasileiro indicam que Equador, Cuba, Bolívia, Venezuela e Paraguai estudam a adoção do nosso sistema brasileiro (UCHOA, 2009).

A expansão do mercado para a América Latina pode tornar o sistema brasileiro o mais competitivo do planeta. E isso não só em se falando de hardware, mas também para o *middleware*, o software que garante a interatividade.

A partir de exposições e demonstrações em feiras internacionais, o Brasil vem chamando atenção da indústria de TV mundial, o sistema brasileiro é tido como o mais avançado do mundo (SOARES & BARBOSA, 2009). Além do uso de tecnologias mais atuais, isto se deve principalmente conforme a Figura 7, pela possibilidade do nosso sistema interagir com outros dispositivos móveis.



Figura 7 – Múltiplos dispositivos de exibição.

2.7 AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO DO SBTVD

As aplicações para TV Digital são usualmente desenvolvidas utilizando dois paradigmas de programação distintos: o declarativo e o procedural. Para o desenvolvimento de tais aplicações é utilizado o *middleware* brasileiro, denominado Ginga, que permitem o desenvolvimento de aplicações seguindo dois paradigmas.

2.8 GINGA

Ginga é o *middleware* do sistema brasileiro de TV Digital. As aplicações Ginga são classificadas sob duas categorias, aplicações declarativas e aplicações procedurais.

Uma linguagem declarativa descreve o que precisa ser feito, na linguagem procedural, descreve-se como deve ser feito, especifica os passos que um programa deve seguir para alcançar um estado desejado, permite um maior controle sobre o comportamento da aplicação.

Tendo os ambientes também classificados dependendo do tipo de aplicação como Ginga-NCL (NCL -*Nested Context Language*) para aplicações declarativas e Ginga-J (J- Java) para aplicações procedurais.

Com o Ginga, o *middleware* brasileiro, é possível redirecionar informações específicas para dispositivos móveis de usuários específicos, ao invés de apresentá-las para todos na tela grande. Nenhum outro sistema é capaz de fazer isso hoje. Este avanço resolve um dos problemas da interatividade em TV Digital: uma tela única e compartilhada com outros usuários, onde a ação de um participante, não necessariamente interessa aos outros participantes.

O universo das aplicações para TV digital pode ser dividido em dois conjuntos: o das aplicações declarativas utilizando GINGA-NCL e o das aplicações procedurais utilizando GINGA-J.

2.8.1 Ginga-NCL

Ginga-NCL é o subsistema Ginga para exibição de documentos NCL (*Nested Context Language*), e foi desenvolvido pela PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro), visando prover uma infra-estrutura de apresentação para aplicações declarativas escritas na linguagem NCL (*Nested Context Language*) e Lua (SOARES & BARBOSA, 2009).

2.8.2 Ginga-J

Para criar aplicativos procedurais, está disponível a especificação da linguagem JAVA, que é designada especialmente para fornecer uma plataforma de desenvolvimento para TV Digital, chamada de Java DTV.

A API Java DTV é uma extensão para a plataforma Java para sustentar a produção de conteúdo interativo de forma procedural para a televisão digital, com base nas tecnologias Java. Basicamente, a API Java DTV oferece os mesmos mecanismos de controle e acesso dos receptores de televisão digital, escondendo alguns aspectos do Sistema Operacional e detalhes de hardware. A principal finalidade da API Java DTV é fornecer um conjunto de métodos, classes e interfaces para facilitar a construção de aplicativos destinados a serem executados através de plataformas de recepção de televisão digital independentes das tecnologias utilizadas na rede de transmissão. Algumas das funcionalidades que a API Java DTV oferece são: o acesso ao serviço de informações de dados, conteúdos, seleção específica de vídeos e acesso aos dados que são transmitidos com o sinal de televisão.

2.9 LINGUAGEM NCL (*Nested Context Language*)

Linguagens de programação declarativa (aquelas que seguem o paradigma declarativo) são linguagens de mais alto nível de abstração, muitas vezes ligadas a um domínio ou objetivo específico. Na linguagem declarativa fornece-se apenas o conjunto de tarefas a serem realizadas, não se preocupando em como o interpretador irá executar essa tarefa. Linguagem declarativa resultam em uma declaração de um resultado desejado, em vez de sua decomposição em uma implementação algorítmica e, portanto, normalmente não necessitam de tantas linhas de código para definir uma certa tarefa e são menos sujeitas a erros de programação. Entre as linguagens declarativas mais comuns está a NCL (SOARES & BARBOSA, 2009).

NCL é uma linguagem de aplicação XML com facilidades para a especificação de aspectos de interatividade, sincronismo, espaço-temporal entre objetos de mídia, adaptabilidade, suporte a múltiplos dispositivos e suporte à produção ao vivo de programas interativos não-lineares.

Diferente do HTML, a linguagem NCL não mistura a definição do conteúdo de um documento com sua estruturação, oferecendo um controle não intrusivo, tanto do *layout* do documento, quanto da sua apresentação temporal.

Uma característica das linguagens declarativas é que elas fornecem suporte a objetos com código procedural, trazendo capacidades computacionais adicionais aos documentos declarativos, isto porque em linguagens procedurais, o programador tem maior controle sobre o comportamento da aplicação. Para tal, o Ginga-NCL adotou a linguagem de script Lua (SOARES & BARBOSA, 2009).

2.10 LINGUAGEM LUA

A linguagem de programação Lua surgiu em 1993, com a necessidade interna do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC/RJ, de realizar tarefas difíceis na área da Informática, (MORENO, 2006) atualmente se encontra na versão 5.1 sob a licença MIT, que permite sua utilização em programas livres ou proprietários. O primeiro projeto foi realizado numa parceria entre o Departamento de Informática da PUC-Rio e a Petrobrás.

Lua é uma linguagem de programação poderosa e leve, projetada para estender aplicações de linguagens mais pesadas. Frequentemente utilizada como uma linguagem de propósito geral combina programação procedural com poderosas construções para descrição de dados, baseadas em tabelas associativas e semântica extensível. Lua é tipada dinamicamente, interpretada a partir de *bytecodes*, e tem gerenciamento automático de memória com coleta de lixo (MORENO, 2006).

Lua é usada em muitas aplicações industriais, por exemplo, *Adobe's Photoshop Lightroom*, com ênfase em sistemas embutidos e atualmente é a linguagem de script mais utilizada para o desenvolvimento de jogos, por exemplo, *World of Warcraft*.

2.11 JAVA-DTV

Um ponto em comum entre padrões de *middleware* citados é a utilização do API Java DTV em suas especificações. A API Java DTV é uma extensão da plataforma Java desenvolvida através de um processo aberto da Sun *Microsystems*. Ela não é vinculada a nenhum padrão específico de TV digital, sendo possível implementá-la em qualquer um dos sistemas existentes.

Java DTV consiste de uma máquina virtual Java (JVM – *Java Virtual Machine*) (LINDHOLM, 1999) e várias bibliotecas de códigos reutilizáveis e específicos para televisão digital interativa. Java DTV permite níveis avançados de interatividade e gráficos de qualidade. Estas facilidades fornecem aos desenvolvedores de aplicações uma ampla variedade de possibilidades, como EPGs (*Electronic Program Guide*), onde se pode oferecer uma visão geral da programação disponível. Na EAD (Educação à distância), por exemplo, isso seria exemplificado como uma lista de disciplinas disponíveis que estariam sendo transmitidas em determinado horário, permitindo a escolha desejada pelo usuário.

O Brasil tem acordo com a Sun para preços reduzidos das máquinas virtuais Java embarcadas nos dispositivos de TV. A própria Sun foi parceria do Fórum SBTVD no desenvolvimento de APIs de programação Java para a TV Digital brasileira, ambos inclusive abrindo mão dos royalties dessa especificação (acontecimento único na história da TV Digital mundial). Além disso, o Brasil desenvolveu uma plataforma de desenvolvimento própria, o NCL/Lua, que vem despontando internacionalmente.

2.12 MODELOS DE APLICAÇÕES

No Brasil as aplicações para TV digital podem ser desenvolvidas nas linguagens Java e NCL (*Nested Context Language*), cabendo ao desenvolvedor analisar e escolher a opção que mais se adequa ao objetivo da aplicação.

A utilização de aplicativos para TV Digital proporcionará ao usuário usufruir certos aspectos computacionais em sua TV. Essas pequenas aplicações podem ser enviadas pela emissora ou já estarem embutidas no terminal de acesso. Deve-se levar em consideração que apesar de possuir um poder computacional, a TV Digital não é um computador, e sim uma nova mídia que possui características próprias (MORRIS & MITH-CHAIGNEAU, 2005). A maior parte dos usuários apenas terá a disposição um controle remoto para interagir com os aplicativos e suas funcionalidades, então, estes aplicativos devem ser simples e auto-explicativos no tangente à sua apresentação.

Segue uma listagem de possíveis aplicações que poderão ser executadas por intermédio da TV com uma breve descrição. (SOARES & BARBOSA, 2009)

·T-programação: programa de guia para conteúdos digitais. Com ele, o telespectador pode navegar pelo conjunto de programações e serviços oferecidos e escolher o que mais lhe agrada. Ele pode selecionar um canal convencional ou resolver comprar um vídeo pré-armazenado para assistir.

·T-Comércio: aplicação voltada ao comércio eletrônico.

·T-saúde: são conteúdos voltados à saúde dos cidadãos, que visa grande utilização principalmente pelos órgãos governamentais, que utilizaria esse tipo de aplicação para, por exemplo, divulgar informações relativas à prevenção de doenças, como a dengue e os serviços disponíveis nas Unidades de Pronto Atendimento. Na aplicação para TV Digital, pode ser mostrado através da interatividade como se prevenir da doença, quais os sintomas de dengue hemorrágica, locais para doação de sangue, entre outras informações.

·T-Educação: são conteúdos educacionais via TV. Oferece recursos importantes, que pode servir, entre outros, como complementação do ensino presencial que os alunos tem na escola.

2.13 EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Hoje temos a educação presencial, semi-presencial (parte presencial/parte virtual ou a distância) e educação à distância (ou virtual). A presencial é a dos cursos regulares, em qualquer nível, onde professores e alunos se encontram sempre num local físico, chamado sala de aula, é o ensino convencional. A semi-presencial acontece em parte na sala de aula e outra parte a distância, através de tecnologias. A educação a distância pode ter ou não momentos presenciais, mas acontece fundamentalmente com professores e alunos separados fisicamente no espaço e ou no tempo, mas podendo estar juntos através de tecnologias de comunicação.

A educação a distância (EAD), em sua forma empírica, é conhecida desde o século XIX. Entretanto, somente nas últimas décadas passou a fazer parte das atenções pedagógicas. Ela surgiu da necessidade do preparo profissional e cultural de milhões de pessoas que, por vários motivos, não podiam frequentar um estabelecimento de ensino presencial, e evoluiu com as tecnologias disponíveis em cada momento histórico, as quais influenciam o ambiente educativo e a sociedade. Ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e

comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos.

Montez e Becker (2005) ilustram bem a necessidade de adaptação das tecnologias da informação e do conhecimento a nova realidade tecnológica e social.

“A sociedade não é mais baseada na mão-de-obra, nem no capital, mas na informação e no conhecimento. Porém, a maior parte da população brasileira ainda não vive nessa “sociedade”. Para estarem incluídas nessa nova era, as pessoas precisam do básico, do alicerce desse novo modelo capitalista mercadológico, que é a informação. E como dar informação com qualidade e geradora de conhecimento a essas pessoas, que muitas vezes não têm nem o alimento necessário para a subsistência diária? As respostas podem ser muitas e os meios também; uma delas, certamente, é através da inclusão digital, inicialmente oferecendo a informação, educando e ensinando como obtê-la e usá-la, para depois transformar a informação em conhecimento.”

Existem várias modalidades de educação à distância: educação à distância por videoconferência, on line e por televisão.

Algumas iniciativas privadas que seguem a proposta de educação à distância mediado pela televisão, que é disponibilizar material instrutivo de qualidade para a grande parcela da população brasileira que tem acesso à TV. Entre estes programas, se destacam: Telecurso 2000, TV Cultura e o Canal Futura.

2.14 EDUCAÇÃO ATRAVÉS DA TV DIGITAL

A aplicação da TV no processo de aprendizagem, com conteúdos audiovisuais educativos vem sendo utilizada, desde 1996, com a TV Escola, Programa da Secretaria de Educação a Distância, do Ministério da Educação, que já atinge mais de cinco mil municípios, cobrindo todos os estados brasileiros (SEED, 2008).

A aplicação da mídia interativa televisiva ao contexto educacional dá origem ao termo *T-learning*. Este campo de pesquisa combina os benefícios da mídia contínua (audiovisual), naturalmente popular, informal e lúdica, a recursos computacionais assíncronos (aplicações). Assim, juntamente com as novas possibilidades, surgem também novos problemas e preocupações, tanto com relação às limitações técnicas, como também às implicações sociais resultantes.

Para o Brasil, um padrão de televisão digital deve atender às necessidades da sociedade brasileira, levando em consideração aspectos como a renda da população e as novas possibilidades disponíveis através da interatividade. Logo, baixo custo, robustez na recepção, flexibilidade, interatividade, domínio tecnológico e disponibilização de novas aplicações à

população, são alguns dos principais objetivos desta iniciativa. Estas metas visam proporcionar educação e cultura, de forma a contribuir com a formação de uma sociedade apta a enfrentar os desafios de um mundo onde a informação e o conhecimento são cada vez mais importantes para alcançar o progresso econômico e bem-estar social.

Estes objetivos estão formalizados no Decreto nº 4.901 (DOU, 2003), que especifica características únicas em um modelo de TV Digital. Estas metas explicitam a preocupação com a inclusão social, a pesquisa e inovação, que podem ser conferidos nos trechos a seguir:

- I. promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando à democratização da informação;
- II. propiciar a criação de rede universal de educação a distância;
- III. estimular a pesquisa e o desenvolvimento e propiciar a expansão de tecnologias brasileiras e da indústria nacional relacionadas à tecnologia de informação e comunicação;

Ainda é possível observar na Exposição de Motivos, anexa ao Decreto Presidencial nº 4.901, outro trecho que sintetiza este relacionamento entre tecnologia e sociedade:

“A televisão digital não é apenas uma evolução tecnológica da televisão analógica, mas uma nova plataforma de comunicação, cujos impactos na sociedade ainda estão se delineando.”

O cenário é favorável à utilização da TV no combate à exclusão digital e social, uma vez que passaria a ser uma ferramenta de extrema importância na transmissão de conteúdo instrutivo de qualidade e tornaria esses recursos acessíveis à maior parcela da população, que atualmente sofre com a falta de fontes de informação de qualidade. Este objetivo também corre em paralelo com a necessidade de desenvolvimento de soluções inovadoras e tecnologia nacional.

Uma aplicação *T-learning* tem como característica:

- Acesso de materiais de aprendizagem ricos em vídeo, através de uma TV;
- Convergência entre TV e o uso de tecnologia computacional para apoiar atividades educacionais;
- Permite utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 INFRAESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES PARA TV DIGITAL

Por conhecer a IDE Eclipse, esta aplicação foi desenvolvida utilizando o plugin ncl-eclipse que foi instalado dentro da plataforma eclipse, porém, como o NCL é uma linguagem declarativa baseada em XML, é possível criar programas interativos em qualquer editor XML, até mesmo em um bloco de notas ou em uma ferramenta específica. As principais ferramentas são:

Emulador Ginga NCL: é a ferramenta mais fácil de ser usada e mais acessível. Através dela é possível abrir um arquivo NCL e controlar as ações através do controle remoto. No entanto, por ser implementado em Java e estar baseado no JMF, tem algumas limitações como por exemplo, o emulador não dá suporte à linguagem Lua.

O emulador Ginga NCL pode ser instalado como plugin na IDE Eclipse, o que facilita o desenvolvimento e teste de aplicações.(GINGA, 2009)

Composer: trata-se de uma iniciativa muito interessante buscando desenvolver aplicativos em NCL sem a necessidade de conhecimentos de programação. O Composer oferece desenvolvimento visual das aplicações, através de quatro tipos de visualização dos componentes hipermídia:

- Temporal: apresenta uma linha do tempo com o comportamento de cada mídia a ser executada, com os sincronismos temporais, espaciais e a participação do usuário.
- Layout: apresenta uma visão do layout da estrutura espacial do aplicativo.
- Textual: apresenta as linhas de código NCL.
- Estrutural: apresenta o roteiro hipermídia da aplicação, com todas as mídias e suas conexões espaciais e temporais.

No entanto, a ferramenta ainda é bastante instável, sendo recomendada apenas para aplicações bem simples, que não envolvem muitas mídias.

Interface do Composer, com as quatro visualizações, em sentido horário: estrutural, layout, textual e temporal. (GINGA-NCL)

Ginga NCL Virtual STB: Trata-se de uma implementação em C++ rodando em Linux e emulada no Windows. Assim, é necessário a instalação de um player de máquina virtual e de um SSH para carregamento e controle das aplicações. Apesar das instruções bem detalhadas na interface do set top box virtual, é recomendável um conhecimento básico em Linux para um uso pleno. A visualização das aplicações no STB virtual é um pouco mais demorada do que no emulador para Windows. Nesta ferramenta estão implementadas a maioria das funções Lua e a transparência funciona muito bem. A máquina virtual é limitada à resolução 640X480, o que impede testes de aplicativos para alta definição. (CLUBE-NCL, 2009)

Emulador C++: Disponível apenas em código fonte para ser implementado na distribuição Fedora do Linux, este emulador exige conhecimentos avançados de Linux e a instalação de suas bibliotecas para rodar. Apesar da dificuldade trata-se de uma implementação bastante completa e compatível com a norma do SBTVD. Recomendado apenas para usuários avançados de Linux e programadores experientes. (CLUBE-NCL, 2009)

Ginga Live CD: Versão mais amigável do emulador C++, dispensa instalações e conhecimentos de informática. Todo sistema operacional Fedora vem no CD, incluindo as bibliotecas e as APIs do NCL e Lua. Semelhante a distribuição Linux do Kurumin, não é necessário instalar nada na máquina. Basta dar o boot pelo CD, que o mesmo será descarregado na memória do computador. A partir deste ponto, é possível ver alguns exemplos que acompanham o CD, carregar aplicações por USB ou puxar a aplicativos do Clube NCL. É a ferramenta mais completa disponível para testes em computadores, mas tem o problema de necessitar um computador específico para ser executado, ou reiniciar o computador a cada teste.

Essas ferramentas são boas para desenvolver aplicações simples e testar conceitos. Em ambientes profissionais, para colocar aplicações no ar, são necessárias ferramentas mais completas e aderentes à norma da ABNT. (CLUBE-NCL, 2009)

3.2 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO EDUCACIONAL

Com o potencial dos recursos da TV digital, diante do contexto de educação à distância, foi desenvolvida uma aplicação *T-learning* Interativa, que introduz complementaridade a programação e permite participação do telespectador com o conteúdo apresentado em SDTV, para a disciplina de matemática, voltado para crianças do ensino fundamental. As crianças terão a possibilidade de reforçar seus conhecimentos e trabalhar o

raciocínio lógico, possibilitando a complementaridade ao ensino presencial, apoiando e incentivando assim a aprendizagem em casa.

3.3 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

A aplicação foi denominada T-EADRIKA e foi desenvolvida objetivando permitir que, paralelo a uma programação de vídeo aula da disciplina de matemática voltada para crianças do ensino fundamental, seja possível interagir com atividades relativas ao vídeo que está sendo apresentado.

Além de acessar e interagir com a atividade educacional, a aplicação também permite consultar informações dos programas a serem apresentados relacionados a programação atual, e visando a ampliação do projeto, foi disponibilizado o acesso a informações dos programas organizados por disciplina.

A aplicação utiliza multiprogramação, com o envio de programas em padrão *Standard* e interatividade local, não necessitando de um canal de retorno.

Características da Aplicação:

- Possui um público bem definido;
- A interação intuitiva e atraente;
- Possui contribuição pedagógica.

Pela popularidade da televisão, pela grande quantidade de lares que possuem pelo menos um aparelho de TV, esta aplicação pode contribuir de uma forma que a aprendizagem através da Internet não consegue contemplar, devido ao grande alcance geográfico que ela possui. Sua importância é notável, independente dos índices socioeconômicos de um país. Por exemplo, em uma pesquisa realizada no Reino Unido, que desenvolve o sistema aberto de TVD desde 1998, foi analisada a expectativa dos futuros usuários sobre os possíveis serviços que deveriam ser oferecidos. Aproximadamente 67% dos entrevistados responderam que usariam serviços de educação ou treinamento, este percentual ficou atrás somente de serviços de aconselhamentos médicos, com 69%.

Algumas das principais vantagens são:

- Por ser um recurso acessível à grande maioria da população, na área educacional, a TV já possui uma história de cursos a distância, como por exemplo, TV Escola e Telecurso 2000;

- A grande quantidade de aparelhos de TV existente nos domicílios do Brasil;
- A TV já é usada como veículo de Informação;
- O menor custo do receptor de TVD, se comparado ao computador;
- Proporciona prática da aprendizagem informal, recreativa e colaborativa;

Para o desenvolvimento foram seguidas as seguintes etapas:

- 1- Levantamento de Requisitos;
- 2- Projeto com o desenvolvimento da modelagem;
- 3- Desenvolvimento da aplicação.

Em termos de engenharia de software foi utilizado o ciclo de vida em cascata visando diminuir o tempo de planejamento dos projetos. O modelo em cascata e as fases do projeto podem ser observados na Figura 8.

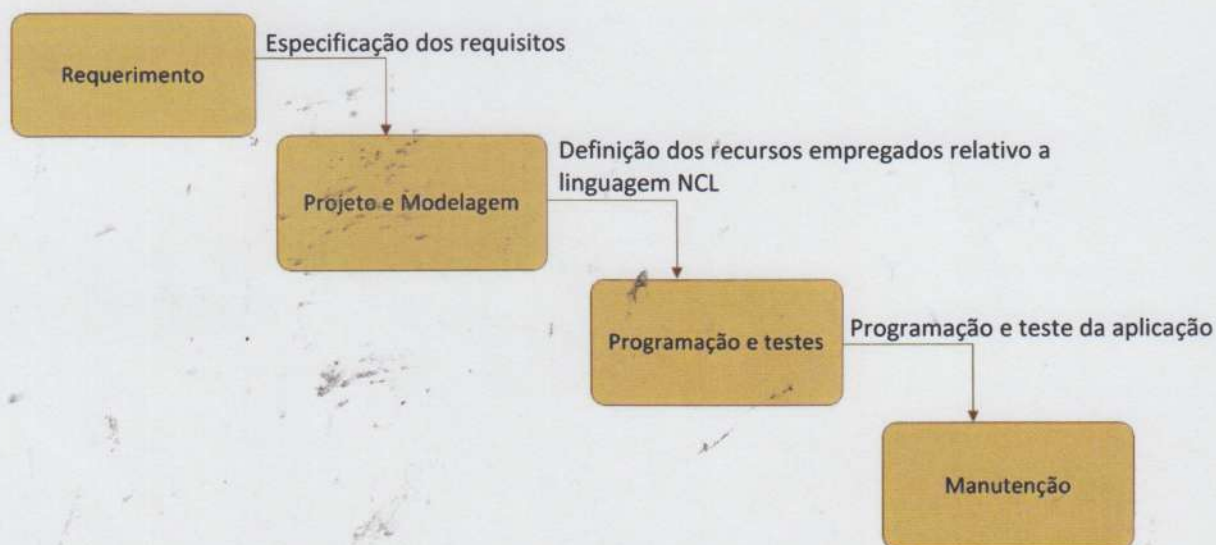


Figura 8 – Ciclo em cascata da aplicação implementada. Fonte:Dados da Pesquisa.

3.4 REQUISITOS

Requisitos do Usuário:

- A aplicação deve permitir que o usuário escolha o momento em que deseja acessar o conteúdo adicional a programação;

- A aplicação deve ser intuitiva, permitindo que o usuário navegue entre as opções do menu e escolha de maneira fácil a opção desejada;
- A aplicação deve permitir que o usuário retorne a programação principal a qualquer momento;

Requisitos da Aplicação:

- A aplicação poderá ser encerrada a qualquer momento pelo usuário;
- A aplicação utilizará como botão responsável pela seleção o “OK” (no controle remoto do set-top box) e pela navegação as setas para cima e para baixo;
- O botão “MENU” fica como um reset para a aplicação, ou seja, quando pressionado ele retorna a aplicação atual;
- A aplicação exibirá o menu de opções apenas quando o botão vermelho do controle remoto do STB for pressionado;
- A aplicação terá quatro opções de escolha no menu principal;
- Para selecionar a opção disponível o usuário utilizará os botões vermelho, verde, amarelo e azul do controle remoto ou as teclas de movimento seguido do botão “OK”.

3.5 DIAGRAMA DE CASO DE USO

As funcionalidades fornecidas pela aplicação ilustradas de uma forma mais amigável, do ponto de vista dos usuários, são exibidas no diagrama de Casos de Uso, conforme a Figura 9.

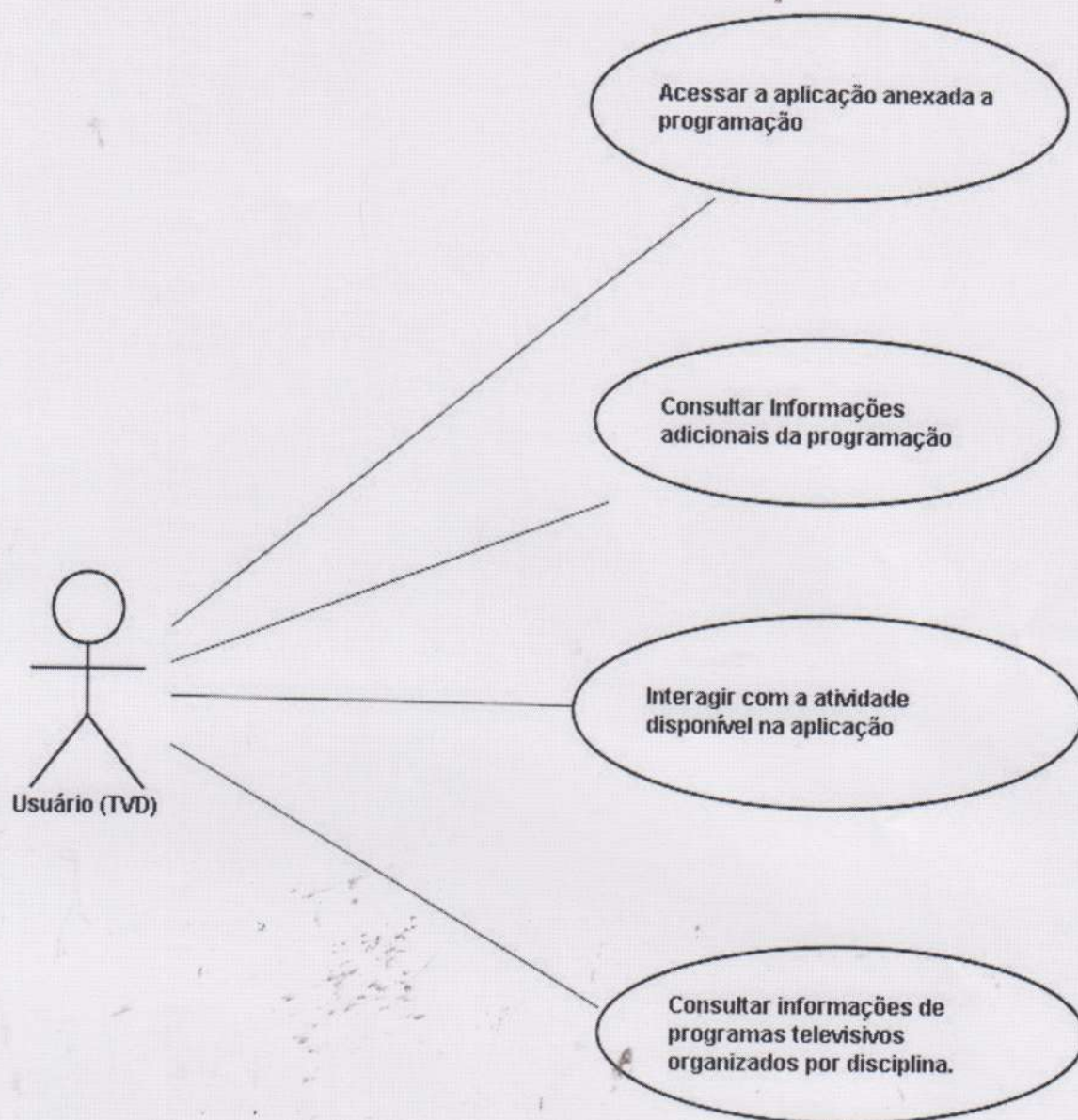


Figura 9 - Diagrama de Casos de Uso que ilustra as principais funcionalidades da aplicação. Fonte: Dados da Pesquisa.

CASOS DE USO

Nome do Caso de Uso	Acessar a aplicação anexada à programação
Ator Principal	Usuário/Telespectador
Descrição	Este caso de uso permite o acesso ao menu de opções da aplicação
Pré-condições	Ser enviado junto a programação transmitida o menu de opções

Pós-condições	O sistema disponibiliza o acesso ao menu para acesso as opções adicionais enviadas junto a programação
Ações do Ator	Ações do Sistema
1-Acessar o botão interativo, indicado pela sigla "TVDI", através do botão vermelho do controle remoto;	
	2-Exibir as opções do menu;
3-Acessar as opções do menu através das teclas relativas a coloração do fundo de cada opção disponível ou através das teclas de movimento seguido do botão "ok";	
	4- Abrir a aplicação referente a opção selecionada.

Nome do Caso de Uso	Consultar informações adicionais da programação
Ator Principal	Usuário/Telespectador
Descrição	Este caso de uso permite o acesso as informações adicionais inerentes a programação que está sendo transmitida
Pré-condições	Ser enviado junto a programação transmitida as informações adicionais sobre o programa
Pós-condições	O sistema disponibiliza o acesso ao menu interativo para exibição das informações adicionais do programa
Ações do Ator	Ações do Sistema
1-Acessar o botão interativo, indicado pela sigla "TVDI", através do botão vermelho do controle remoto;	
	2-Exibir as opções do menu;
3-Acessar a opção "Informações da Programação" através do botão verde do controle remoto ou através das teclas de movimento seguido do botão "ok";	
	4-Exibir as informações adicionais da

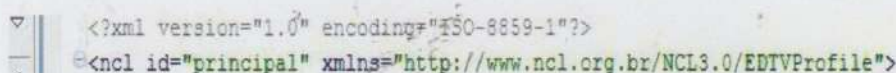
	programação atual.
--	--------------------

Nome do Caso de Uso	Consultar informações de outros programas televisivos organizados por disciplina
Ator Principal	Usuário/Telespectador
Descrição	Este caso de uso permite o acesso, as informações de outros programas televisivos educacionais organizados por disciplina
Pré-condições	Ser enviado junto a programação transmitida, as informações sobre outros programas televisivos educacionais
Pós-condições	O sistema disponibiliza o acesso ao menu para a exibição de informações a respeito de outros programas educacionais organizados por disciplina
Ações do Ator	Ações do Sistema
1-Acessar o botão interativo, indicado pela sigla "TVDI", através do botão vermelho do controle remoto;	
	2-Exibir as opções do menu;
3-Acessar a opção "Programação por disciplina" através do botão amarelo do controle remoto ou com as teclas de movimento seguido do botão "ok";	
	4-Exibir as informações sobre outros programas organizados por disciplina.

Nome do Caso de Uso	Interagir com a atividade disponível na aplicação
Ator Principal	Usuário/Telespectador
Descrição	Este caso de uso permite o acesso as atividades relativas ao assunto contido na programação atual
Pré-condições	Ser exibida uma programação educacional e junto a mesma ser enviado o conteúdo interativo
Pós-condições	O sistema disponibiliza o acesso a aplicação com a atividade prática

Ações do Ator	Ações do Sistema *
1-Acessar o botão interativo, indicado pela sigla “TVDF”, através do botão vermelho do controle remoto;	
	2-Exibir as opções do menu;
3-Acessar a opção “Atividade” através do botão azul do controle remoto ou através das teclas de movimento seguido do botão “ok”;	
	4-Exibir a tela principal das atividades com os exercícios disponíveis
5-Selecionar a atividade desejada através das teclas de movimento seguido do botão “ok” do controle remoto.	
	6-Exibir a atividade conforme a opção desejada

3.6 ESTRUTURA DA APLICAÇÃO

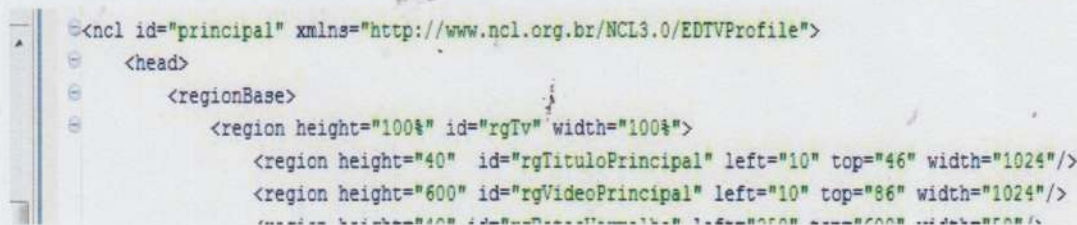


```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<ncl id="principal" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile">
```

Figura 10 – Cabeçalho do documento NCL. Fonte:Dados da Pesquisa.

Conforme pode ser visto na Figura 10, é especificado a versão do documento XML o nome do programa e o *profile* utilizado.

Logo após o cabeçalho do documento NCL é declarado o cabeçalho do programa como pode ser visto na Figura 11.



```
<ncl id="principal" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile">
  <head>
    <regionBase>
      <region height="100%" id="rgTv" width="100%">
        <region height="40" id="rgTituloPrincipal" left="10" top="46" width="1024"/>
        <region height="600" id="rgVideoPrincipal" left="10" top="86" width="1024"/>
```

Figura 11 – Região onde as mídias serão exibidas. Fonte:Dados da Pesquisa.

No cabeçalho da aplicação contém a base de regiões, onde é definido a área da tela de exibição, indica a posição e as dimensões da área onde é apresentado a vídeo aula principal, o

link ao acesso interativo, os links com as programações adicionais de informações, links com as atividades e os demais componentes.

Após as regiões, conforme pode ser visto na Figura 12, é definida a base de descritores, que indica como as mídias são apresentadas. Todas as mídias apresentadas estão associadas a um descritor que realiza a ligação entre o vídeo educacional e a sua região a ser exibida, entre o link interativo e a região onde o mesmo será exibido, e entre os demais componentes e seus respectivos links. No descritor, também foi definido o índice de navegação para cada link de objeto de mídia associado, para que o objeto de mídia receba o foco no decorrer da navegação, foi definida a cor e a espessura do retângulo que deve aparecer sobrescrito a região do descritor associada ao link (quando ele receber o foco), e alguns parâmetros com as propriedades, como o volume do som da apresentação do vídeo educacional, por exemplo.

```

<!-- Base de descritores -->
<descriptorBase>
  <descriptor id="dTituloPrincipal" region="rgTituloPrincipal">
    <descriptorParam name="border" value="none" />
    <descriptorParam name="color" value="blue" />
  </descriptor>
  <descriptor id="dRodape" region="rgRodape"/>
  <!--Video com a apresentação da aula-->
  <descriptor id="dVideoPrincipal" region="rgVideoPrincipal" >

```

Figura 12 – Base de descritores. Fonte:Dados da Pesquisa.

A Figura 13 exibe o trecho do código da aplicação onde são definidos os elos. No conector foram definidos como os links são ativados e o que eles disparam. Um dos elos definidos no conector, foi o elo das atividades práticas, que após o término da atividade é exibida a tela inicial do menu.

```

<!-- Base de conectores -->
<connectorBase>
  <causalConnector id="onBeginStartN">
    <simpleCondition role="onBegin"/>
    <simpleAction max="unbounded" qualifier="par" role="start"/>
  </causalConnector>
  <causalConnector id="onEndStopN">
    <simpleCondition role="onEnd"/>

```

Figura 13 – Base de conectores. Fonte:Dados da Pesquisa.

Após o cabeçalho do programa é definido o corpo do mesmo, conforme exibido na figura 14.

```

<body>
  <port component="videoPrincipal" id="pInicio"/>

  <media descriptor="dVideoPrincipal" id="videoPrincipal" src="midias/video/aula_video.mpg" type="video/mpeg">
    <!-- Âncoras no vídeo que devem ser sincronizadas com a legenda -->
    <area id="aVideoLegenda01" begin="1s" end="10s"/>
    <property name="bounds" />
  </media>

  <media descriptor="dRodape" id="tituloMenu2" src="midias/img/menu12.jpg" type="image/jpeg">
    <!-- Âncoras no vídeo que devem ser sincronizadas com a legenda -->
    <area id="aImage1"/>
    <property name="bounds" />
  </media>

```

Figura 14 – Mídias. Fonte:Dados da Pesquisa.

No corpo são definidas as mídias. Onde foi descrita a programação, o conteúdo adicional e interativo, a vídeo aula, os textos descritivos e as demais mídias que compõem a aplicação.

Na porta, que define o primeiro nó do documento a ser apresentado, foi indicado com o vídeo principal educacional.

A sequência de apresentação dos demais links, foram definidos nos links de sincronismo dos nós para a realização da interatividade da aplicação, conforme visto na Figura 15.

```

<!-- O título inicial é iniciado simultaneamente com o vídeo -->
<link id="lVideoTituloStart" xconnector="onBeginStartN">
  <bind component="videoPrincipal" role="onBegin"/>
  <bind component="tituloPrincipal" role="start"/>

```

Figura 15 – Links. Fonte:Dados da Pesquisa.

3.7 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Para o desenvolvimento dos elementos de software, foi escolhido o paradigma declarativo, no caso, utilizando o ambiente Ginga-NCL. Este é um dos ambientes do *middleware* Ginga, responsável pelo processamento das aplicações declarativas que utilizam a linguagem NCL.

Na implementação da aplicação, além da aplicação apresentar a qualidade desejada, possibilitou baixo de custo de desenvolvimento, pois em sua maioria tratam-se de ferramentas *Open Source*. Segue a lista dos recursos de *software* adotados:

- **IDE (Interface Development Environment) Eclipse 3.3.1.1** - trata-se de uma IDE (Interface Development Environment) de desenvolvimento em sua versão Eclipse

3.3.1.1. O Eclipse é uma das mais conceituadas e difundidas plataforma de desenvolvimento de aplicações multilinguagem do mercado atualmente, com inúmeros *pluguins* para as mais diversas tecnologias e uma comunidade muito ativa que está cada dia aperfeiçoando e melhorando a plataforma.

- **Java Standard Edition Development Kit 1.6** - Java SE Development Kit (JDK) for Windows é um Kit de Desenvolvimento Java, ou seja, um conjunto de utilitários que permitem criar sistemas de software para plataforma Java. Ele contém todo o ambiente necessário para a criação e execução de aplicações Java, incluindo a máquina virtual Java (JVM), o compilador Java, APIs do Java e outras ferramentas utilitárias.
- **Plugin NCL Eclipse**, responsável por reconhecer a sintaxe NCL - O NCL Eclipse (GINGA, 2009) tem o objetivo de agilizar o desenvolvimento de aplicações para TV digital Interativa em NCL. Desenvolvido como um plug-in para o Eclipse, o NCL Eclipse permite que todas as facilidades deste conhecido ambiente sejam reutilizadas, facilitando sua integração com outras ferramentas de desenvolvimento.
- **Ginga-NCL Emulator 1.1.1** (GINGA, 2009) – utilizada para a realização dos testes da aplicação NCL.
- **JUDE UML Modeling Tool 5.5** – utilizado para a criação dos diagramas UML.
- **Adobe Photoshop CS4** – Desenho e tratamento das imagens;

Conforme a lista dos softwares adotados, entre as principais características do *Plugin NCL Eclipse*, como ilustra a Figura 16, destacam-se:

- Diferenciação entre *tags* através de cores;
- Sugestões de código (*auto complete*);
- Validação automática e destacamento de erros;
- Execução dos documentos gerados.

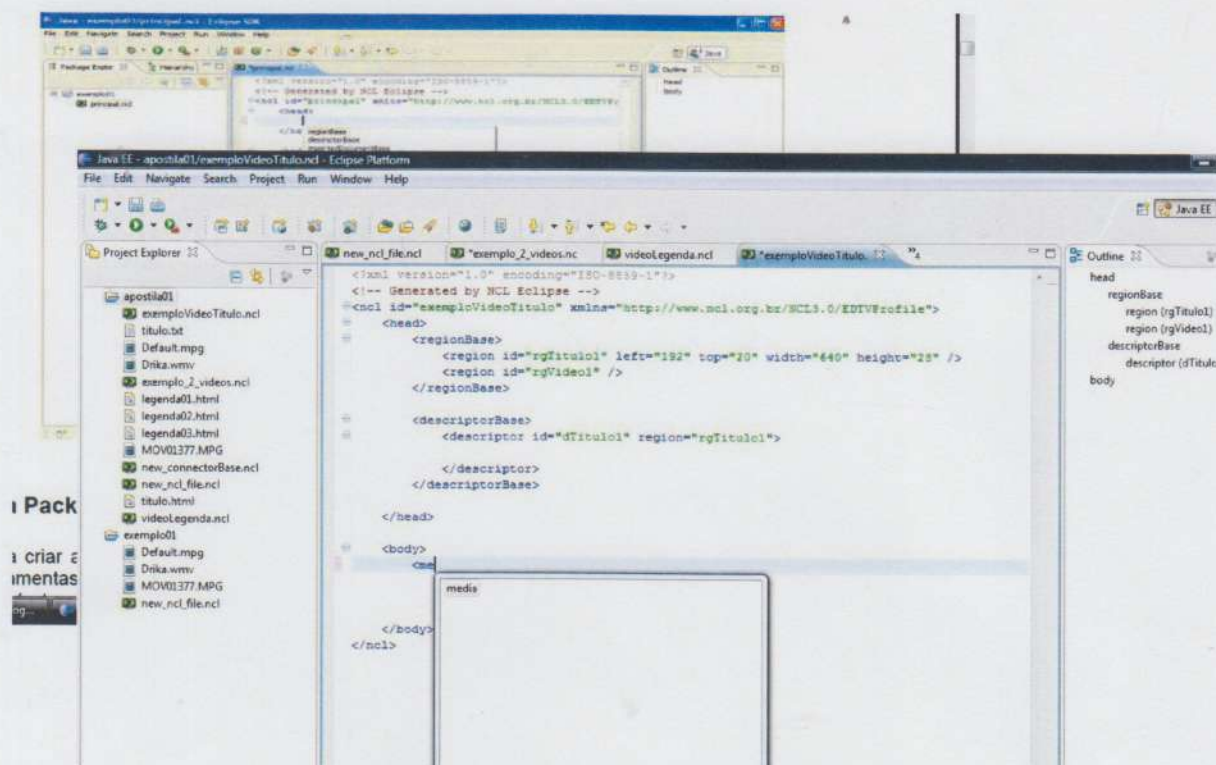


Figura 16 -Interface do plugin ncl-eclipse já instalada dentro da plataforma eclipse. Fonte:Dados da Pesquisa.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O acesso a aplicação é feito através dos botões do controle remoto: controle de movimento, botão OK e com botões vermelho, verde, amarelo e azul utilizado no Ginga Emulador, conforme a Figura 17 , segue as principais funções para navegação na aplicação.

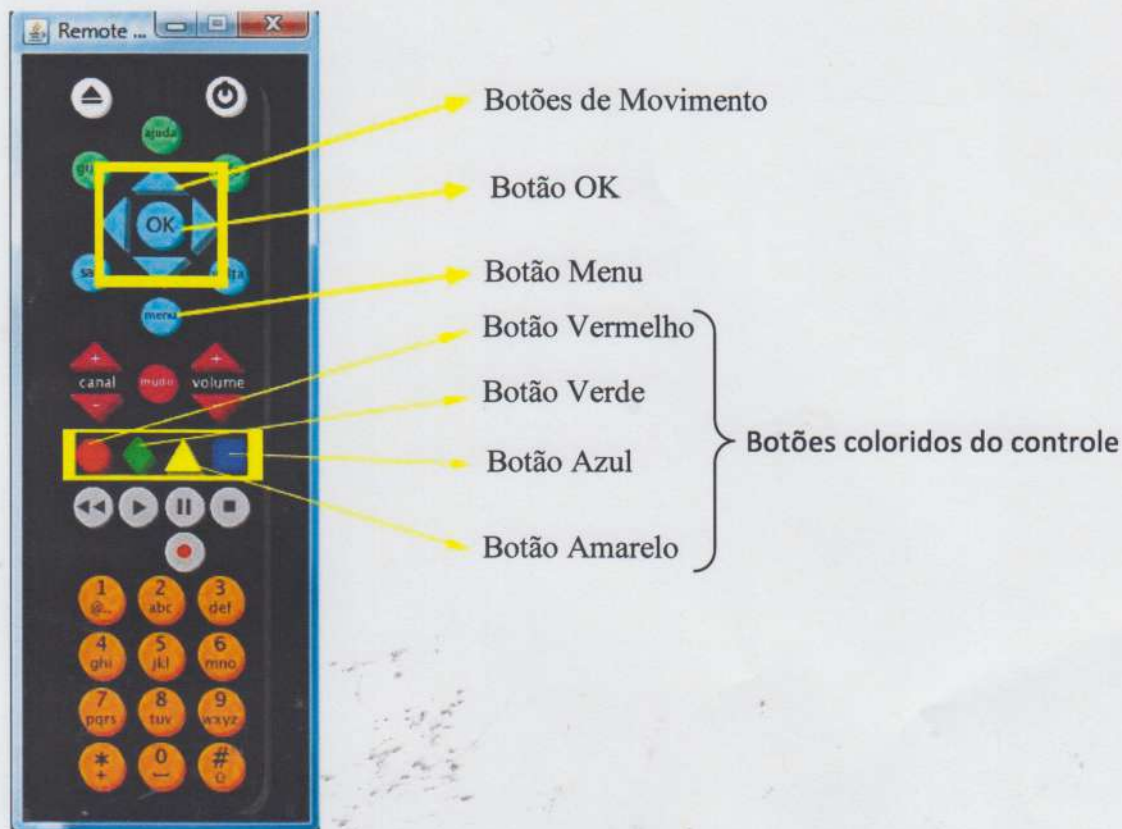


Figura 17 –Controle Remoto utilizado no Ginga Emulador. Fonte:Dados da Pesquisa.

A ideia geral de um dos fluxos alternativos que segue a aplicação é descrito seguindo o mapa de navegação abaixo que exibe as telas que compõem a aplicação, representado por um mapa de navegação, como pode ser visto na Figura 18.

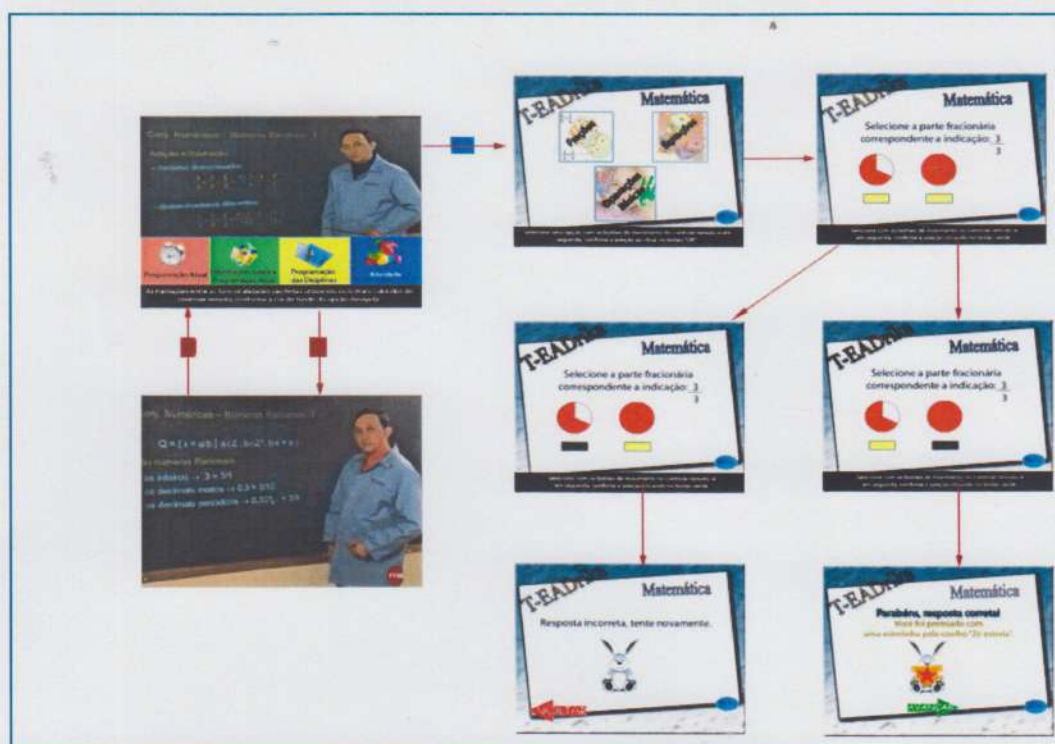


Figura 18 – Mapa de navegação. Fonte:Dados da Pesquisa.

Legenda:

- Segue o fluxo ao clicar no botão azul do controle remoto
- Segue o fluxo ao clicar no botão vermelho do controle remoto

O mapa de navegação exibe os fluxos consecutivos conforme selecionado o menu interativo e a atividade prática.

TELAS DA APLICAÇÃO

A interação e as transições internas a cada uma dessas funcionalidades principais são feitas utilizando as teclas direcionais do controle remoto, evitando que o usuário tenha que mudar o foco entre a tela da TV e o controle remoto. Esta questão é uma preocupação de usabilidade que visa utilizar o controle na aplicação interativa, como já é utilizado atualmente em navegação de menus de aparelhos de DVD.

Seguindo o mapa de navegação visto anteriormente. A seguir serão exibidas as telas e suas determinadas funcionalidades.

Conforme a Figura 19, o fluxo televisivo principal é exibido em tela cheia e a aplicação interativa encontra-se minimizada, sendo indicada apenas por um ícone no canto inferior direito da tela (Indicado na figura com a imagem com a sigla “TVDP” no seu interior) que pode ser selecionado apenas clicando no botão vermelho do controle remoto.

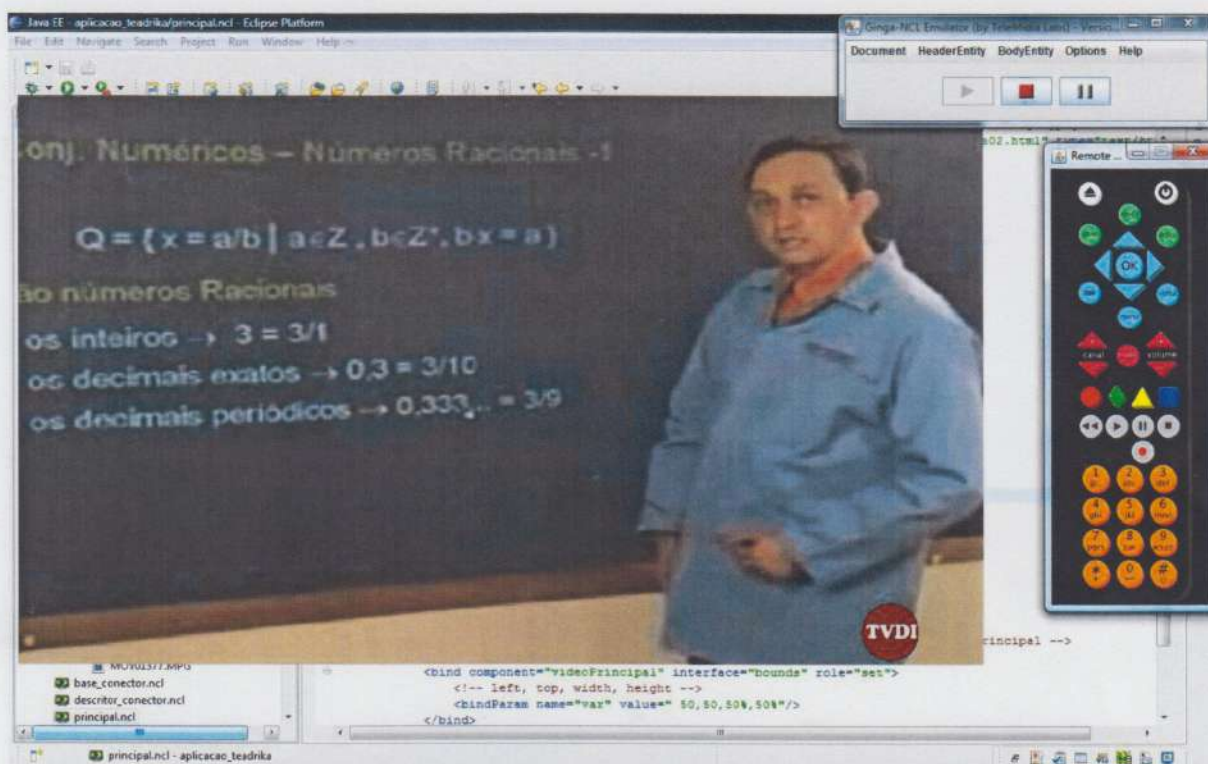


Figura 19 – Transmissão Principal. Fonte: Dados da Pesquisa.

Após o usuário selecionar o ícone interativo, pressionando o botão vermelho do controle remoto, são disponibilizadas algumas aplicações relacionadas ao conteúdo atual. Esta, descreve uma simulação de uma vídeo-aula da disciplina de matemática, cujo conteúdo exibido seja relativo a “Fração Matemática”. Além da programação principal também é oferecido conteúdo interativo durante a sua transmissão. As opções disponíveis são: detalhes da programação atual, programação por disciplina e a atividade, onde o telespectador ao assistir a vídeo-aula referente ao assunto pode exercitar o conteúdo que está sendo transmitido, conforme pode ser visto na Figura 20. O acesso as aplicações deve ser feito também pelos botões coloridos do controle remoto de acordo com a cor de fundo da aplicação desejada.

As transições entre as funcionalidades principais são feitas utilizando os botões coloridos do controle remoto, como segue:

- Botão Vermelho – retornar para a programação atual;
- Botão Verde – informações adicionais sobre a programação atual;
- Botão Amarelo - guia de programação por disciplina;
- Botão Azul – Atividade com exercício prático referente à programação atual.

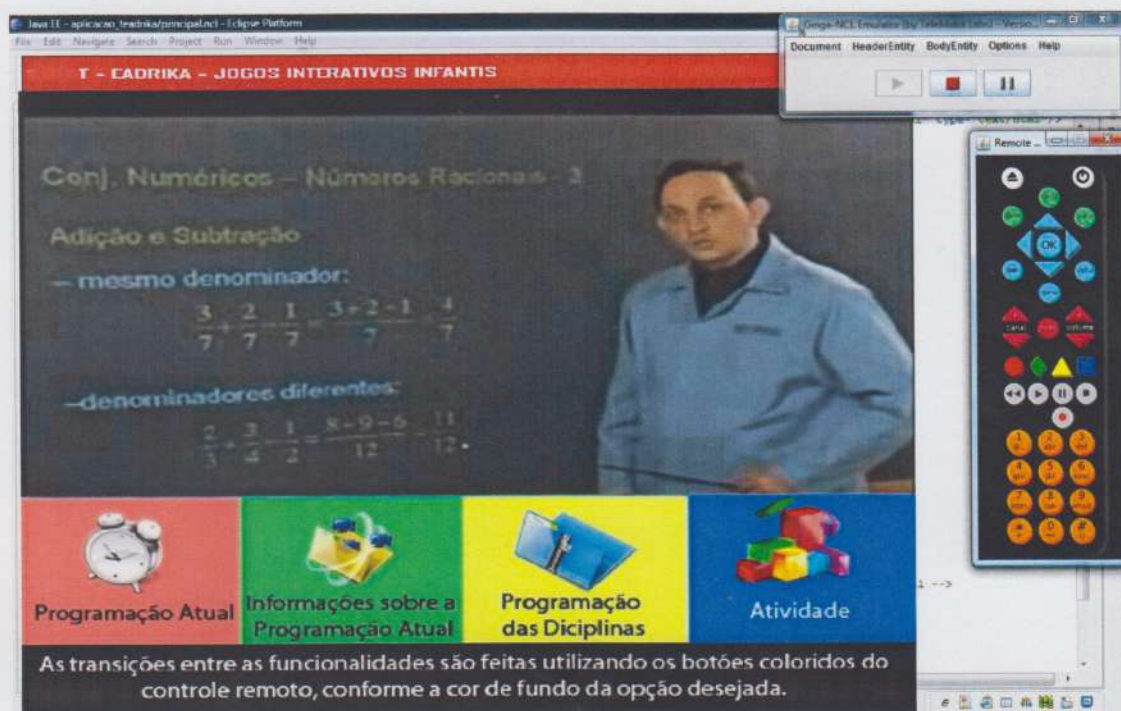


Figura 20 – Tela com os menus principais. Fonte:Dados da Pesquisa.

Ao selecionar a opção Atividade, conforme pode ser visto na Figura 21, o usuário telespectador tem acesso ao menu principal da atividade no qual ele tem a opção de iniciar o exercício, selecionando a atividade desejada ou voltar para a programação atual a qualquer momento, clicando no botão “Menu” do controle remoto.

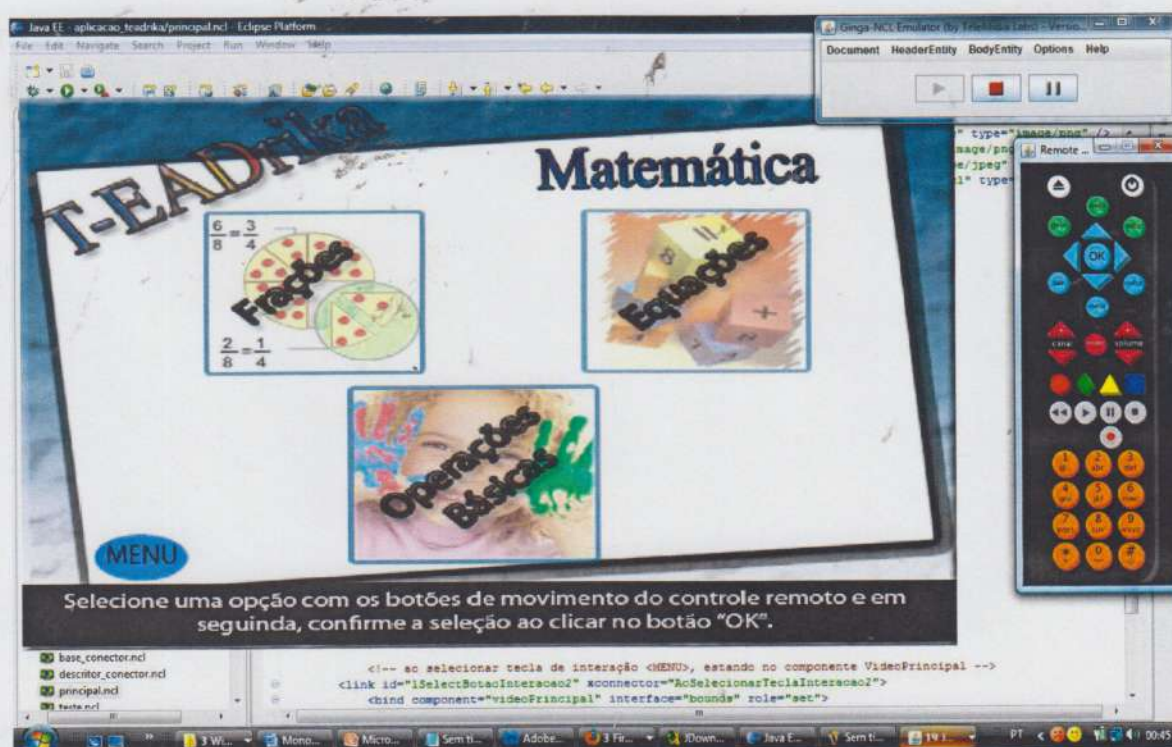


Figura 21 – Tela principal da atividade. Fonte:Dados da Pesquisa.

O telespectador deverá responder de forma objetiva qual a parte fracionária equivalente a indicação, conforme pode ser visto na Figura 22.

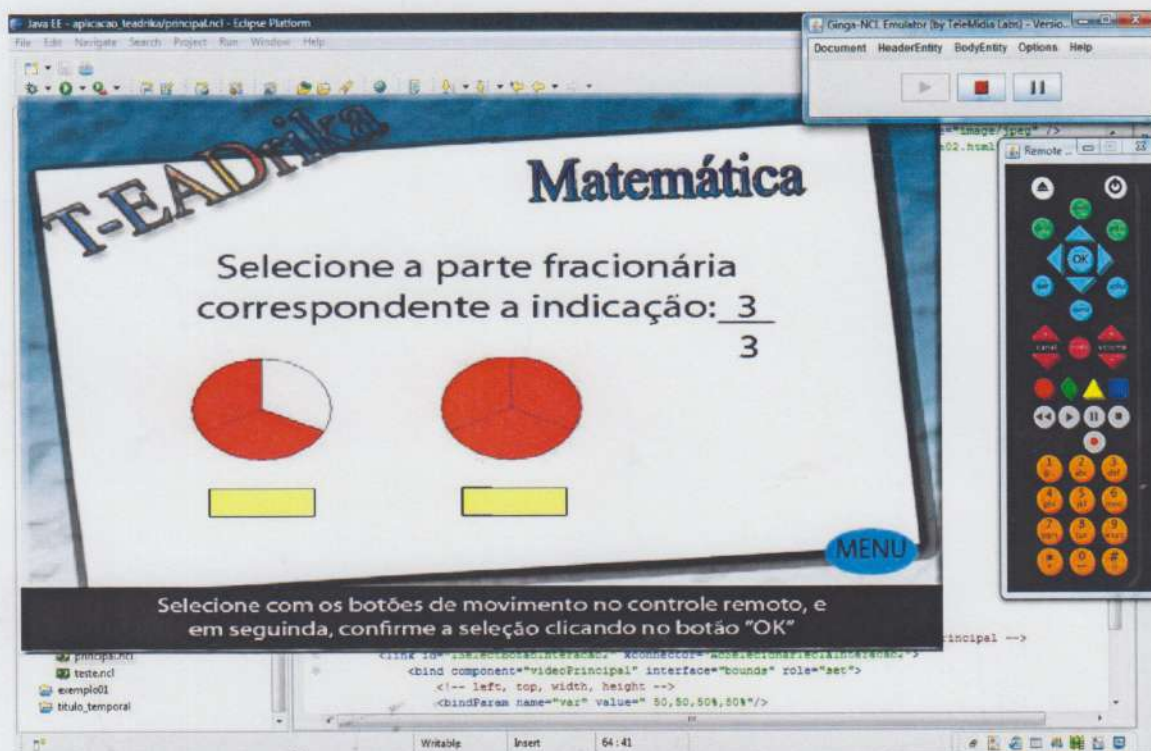


Figura 22 – Tela com a atividade. Fonte:Dados da Pesquisa.

Há duas opções de resposta, para a atividade, conforme pode ser visto na Figura 23 e na Figura 24. Utilizando os botões de movimentação do controle remoto, assim como é feito no menu de navegação de um DVD, por exemplo, o usuário telespectador seleciona a opção que achar correta com os botões de navegação e para confirmação da resposta, clica no botão “OK”.

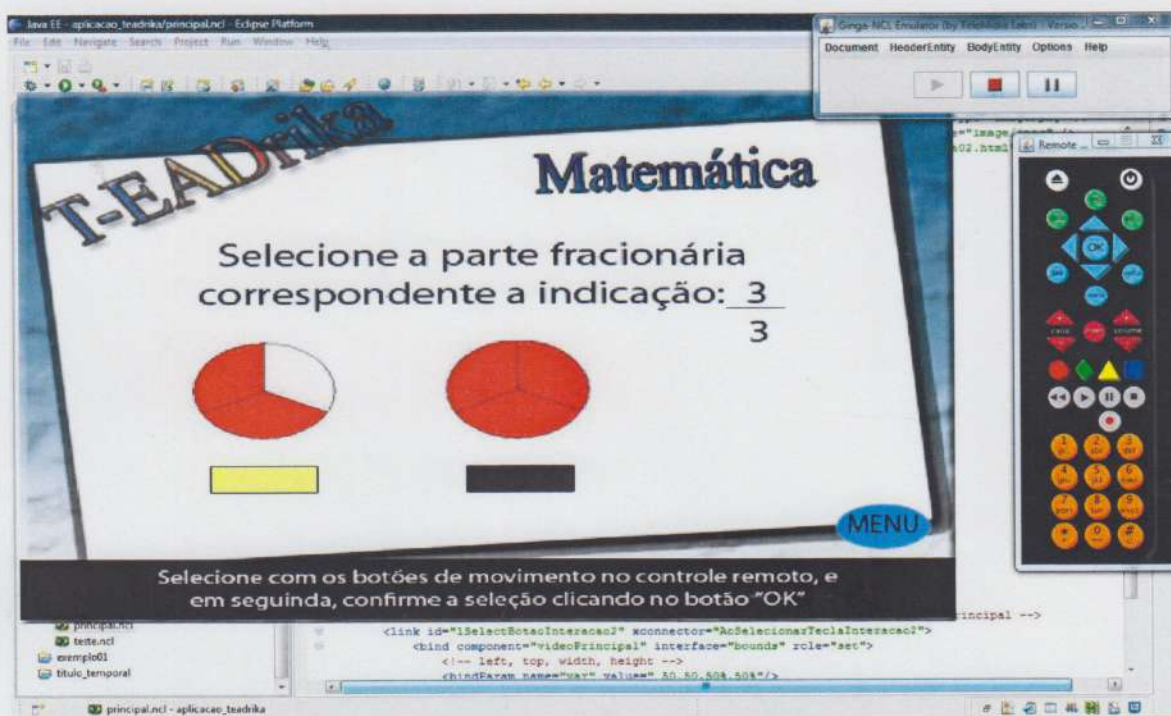


Figura 23 – Atividade com a opção correta selecionada. Fonte:Dados da Pesquisa.

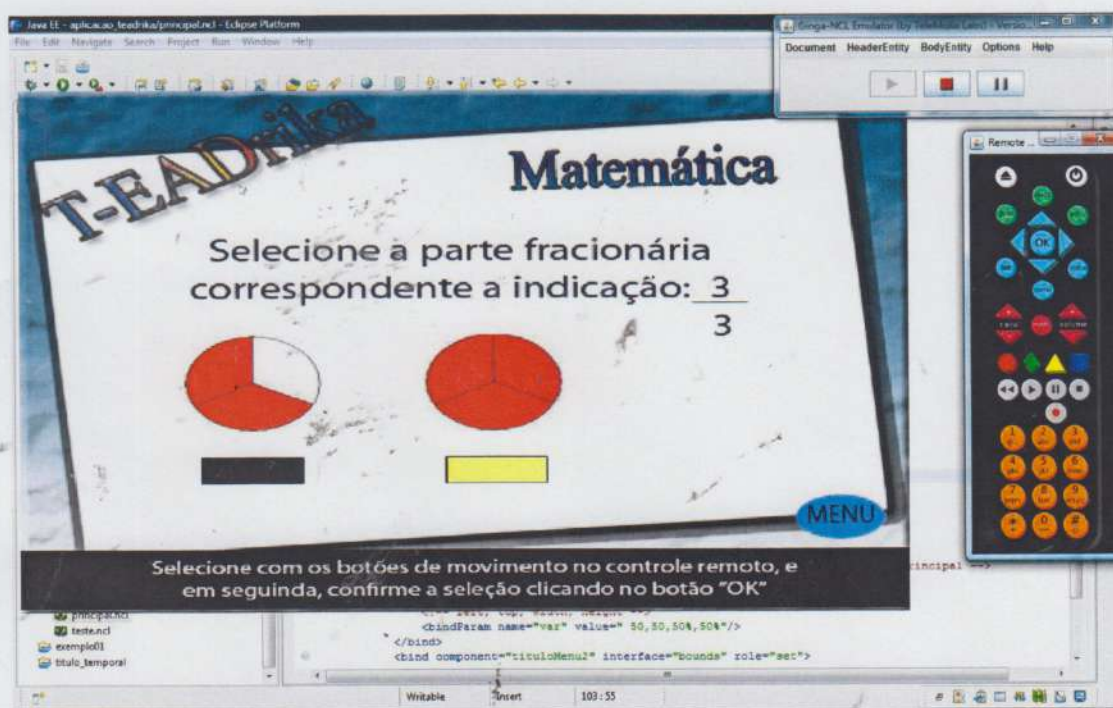


Figura 24 – Atividade com a opção incorreta selecionada. Fonte:Dados da Pesquisa.

Conforme pode ser visto na figura 25, caso a resposta esteja correta, o usuário é parabenizado e premiado simbolicamente com uma estrela, de forma a incentivar a continuidade e participação nas demais atividades.

Após responder a atividade, o usuário tem a opção de prosseguir, participando de outras atividades através da opção “Avançar” ou voltar para a programação atual através do botão “Menu”.

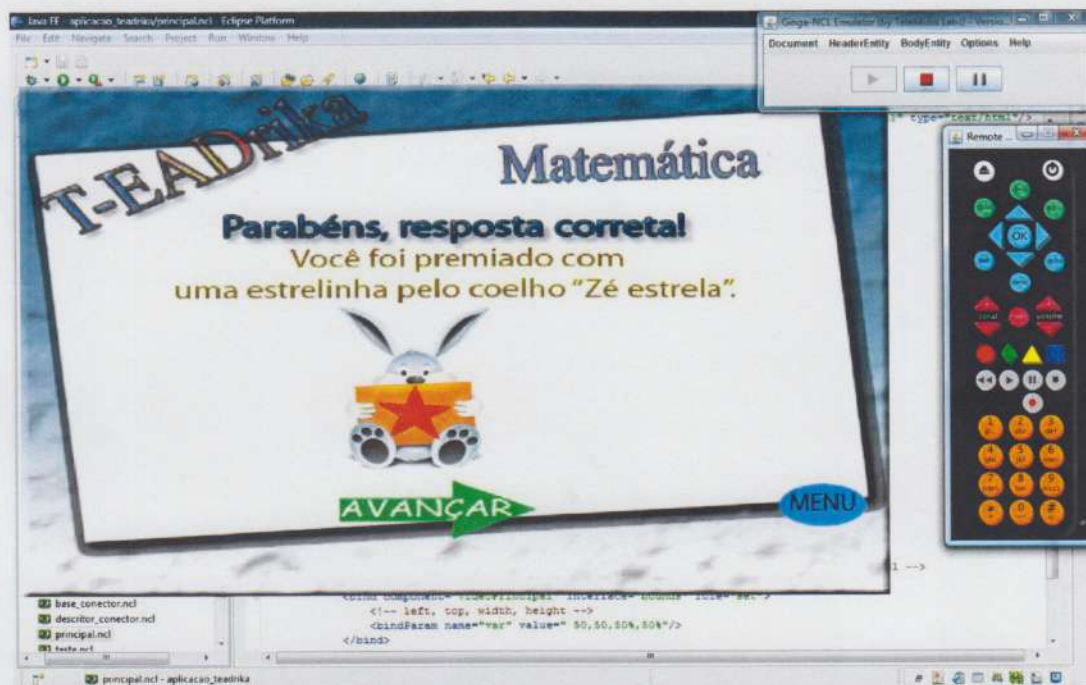


Figura 25 – Tela exibida após a seleção da resposta correta. Fonte:Dados da Pesquisa.

Conforme pode ser visto na figura 26, caso a resposta esteja incorreta, o usuário é informado e pode voltar para a atividade para que ele possa tentar responder corretamente.

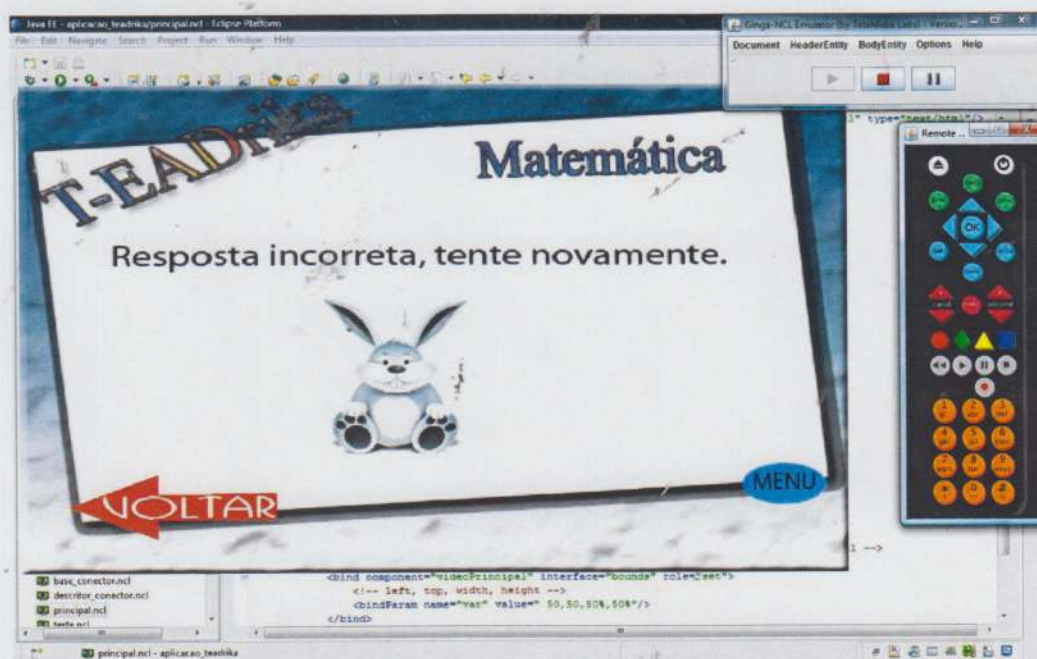


Figura 26– Tela exibida após a seleção da resposta incorreta. Fonte:Dados da Pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho traz o desenvolvimento de uma aplicação educacional que aproxima as características da mídia televisiva, como o aspecto recreativo e informal, ao contexto educacional. Isto é alcançado através da integração do conteúdo apresentado com a aplicação educacional, onde, a aplicação deixa sua contribuição não apenas pelos componentes de software desenvolvidos, mas pela aceleração a inclusão digital, que é a idéia central do governo para o Sistema Brasileiro de TV Digital, e também pela preocupação com os aspectos humanos e sociais no qual ela proporciona interação intuitiva e atraente, educação para as crianças, que terão êxito em um modo de auto-aprendizagem e contribuição pedagógica.

Fundamentalmente, esta aplicação é de fácil uso por utilizar como terminal de escolha e exibição um televisor controlado por um controle remoto.

Com esta aplicação de ambiente de aprendizagem é possível contribuir com o desenvolvimento social pela formação e educação para as pessoas ao longo de toda a vida e para além das fronteiras que separam os estados.

A aplicação tem o intuito de assegurar as crianças um tempo mais longo de convívio escolar, maiores oportunidades de aprender e, com isso, aumentar o nível de aprendizagem.

O desenvolvimento baseado em licenças de código aberto, que além de reduzir os custos de aquisição e implantação, também contribui a médio e longo prazo para o constante aperfeiçoamento da ferramenta, assim como para a sua fácil personalização e a incorporação de novos recursos.

Entre as principais características de uma aplicação *T-learning* encontram-se a facilidade de uso, fornecimento a distância de material multimídia interativo, baixo custo de implantação e grande área geográfica de cobertura, proporcionada pela disponibilidade quase total de sinal de televisão no território nacional, o que o torna importante no desenvolvimento da sociedade e no compartilhamento de informações.

Existem também limitações quanto ao desenvolvimento de aplicações no contexto do *T-learning*. Entre elas destacam-se:

- Custos adicionais, como por exemplo, no caso de necessidade de uso da infra-estrutura do canal de retorno, podem atrapalhar a adoção de serviços.
- As aplicações dependem fortemente da infra-estrutura;
- As tecnologias adotadas em uma região limitam o reuso e portabilidade;

5 CONCLUSÕES

Este trabalho traz o desenvolvimento de uma aplicação educacional que aproxima as características da mídia televisiva, como o aspecto recreativo e informal, ao contexto educacional. Isto é alcançado através da integração do conteúdo apresentado com a aplicação educacional, onde, a aplicação deixa sua contribuição não apenas pelos componentes de software desenvolvidos, mas pela aceleração a inclusão digital, que é a idéia central do governo para o Sistema Brasileiro de TV Digital, e também pela preocupação com os aspectos humanos e sociais no qual ela proporciona interação intuitiva e atraente, educação para as crianças, que terão êxito em um modo de auto-aprendizagem e contribuição pedagógica.

Fundamentalmente, esta aplicação é de fácil uso por utilizar como terminal de escolha e exibição um televisor controlado por um controle remoto.

Com esta aplicação de ambiente de aprendizagem é possível contribuir com o desenvolvimento social pela formação e educação para as pessoas ao longo de toda a vida e para além das fronteiras que separam os estados.

A aplicação tem o intuito de assegurar as crianças um tempo mais longo de convívio escolar, maiores oportunidades de aprender e, com isso, aumentar o nível de aprendizagem.

O desenvolvimento baseado em licenças de código aberto, que além de reduzir os custos de aquisição e implantação, também contribui a médio e longo prazo para o constante aperfeiçoamento da ferramenta, assim como para a sua fácil personalização e a incorporação de novos recursos.

Entre as principais características de uma aplicação *T-learning* encontram-se a facilidade de uso, fornecimento a distância de material multimídia interativo, baixo custo de implantação e grande área geográfica de cobertura, proporcionada pela disponibilidade quase total de sinal de televisão no território nacional, o que o torna importante no desenvolvimento da sociedade e no compartilhamento de informações.

Existem também limitações quanto ao desenvolvimento de aplicações no contexto do *T-learning*. Entre elas destacam-se:

- Custos adicionais, como por exemplo, no caso de necessidade de uso da infra-estrutura do canal de retorno, podem atrapalhar a adoção de serviços.
- As aplicações dependem fortemente da infra-estrutura;
- As tecnologias adotadas em uma região limitam o reuso e portabilidade;

- Os dispositivos usados pela grande maioria dos usuários é um simples controle remoto, o que limita a interação;

Quanto as dificuldades encontradas, por se tratar de uma sintaxe e abordagem relativamente novas, na fase de codificação e nas questões como design, usabilidade, o principal problema foi a dificuldade em encontrar referência, devido à escassez de materiais que tratassem do desenvolvimento de aplicações para TVD.

Em relação a perspectivas futuras, a aplicação desenvolvida possibilita a implementação de novas estratégias de ensino e de aprendizagem, permite a expansão para aplicações abordando não só a disciplina de matemática, mas, também as demais disciplinas.

A aplicação desenvolvida pode ser aprimorada, pois os resultados, desenvolvidos até o momento, podem ser considerados como uma iniciativa que ainda precisa ser evoluída, por exemplo, nas áreas de educação, psicologia, comunicação, design e também em termos de usabilidade.

Como o SBTVD permite o recurso de mobilidade, essa aplicação também pode se estender para diversas plataformas de forma integrada e consistente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMIN - Portal da Administração. Disponível em: http://www.administradores.com.br/noticias/gestores_publicos_querem_tv_digital_com_inclusao_social/7333/. Acesso em: 19/05/09.

ANEAD - Associação Nacional de Educação à Distância. Disponível em: http://www.conead.com.br/viewcade.asp?id_cade=3 . Acesso em: 20/05/09.

ATSC. Advanced Television Systems Committee. Disponível em: <http://www.atsc.org> Acessado em: 20/05/2009.

BATES, Peter J. (2003). *A study into TV-based interactive learning to the home*. Pjb Associates, UK. Disponível em: <http://www.pjb.co.uk/t-learning/contents.htm> >. Acesso em: 01/06/2009.

BATISTA, Carlos Eduardo. TV Digital: Java na sala de estar. Mundo Java, n. 17. 2006.

BECKER, Valdecir. Serviço Interativo de Saúde. Disponível em: http://www.itvproducoesinterativas.com.br/pdfs/P-Minicom_BSB_11-11.pdf. Acesso em: 09/04/2009.

CAMARGO, Camila Porto. História da Televisão, 2009. Disponível em: <http://www.baixaki.com.br/info/2397-historia-da-televisao.htm> > . Acesso em: 17/09/2009.

CLUBE-NCL, Club NCL. Disponível em: <http://clube.ncl.org.br>. Acessado em: 20/06/2009.

DOU - Diário Oficial da União. Decreto-lei 4.901, de 26 de novembro de 2003. Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital – SBTVD, e da outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 27 de nov. 2003. Seção 1, Pág. 7.

DTV. Entenda a TV Digital. Disponível em: <http://www.dtv.org.br>. Acesso em: 03 ago. 2009.

DVB (2008). Digital Video Broadcasting. Disponível em: <http://www.dvb.org> - Acesso em: 20/09/2009.

FERNANDES Jorge. et al. Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA. 2004, Porto Alegre, UFRGS, 2004.

GINGA. Ambiente declarativo do *middleware* Ginga. Disponível em: <http://www.gingancl.org.br> . Acesso em: 20/05/2009.

ISDB. Integrated Services Digital Broadcast. DiBEG. Digital Broadcasting Experts Group. Disponível em: <<http://www.dibeg.org>>. Acesso em: 10/08/2009.

KAHL, T.N. & CROPLEY, A.J. (1986). Face-to-face versus distance learning: psychological consequences and practical implications. *Distance Education*, 1475-0198, Volume 7, 1986.

KOOGAN, André; HOUAISS, Antonio (Ed.). Enciclopédia e dicionário digital 98. Direção geral de André Koogan Breikman. São Paulo: Delta: Estadão, 2008.

KUROSE, J., Ross, K., Redes de Computadores e a Internet – Uma abordagem top-down, 3a. Ed., São Paulo, Addison Wesley, 2006.

LINDHOLM, T. and Yellin, F. (1999), "The Java Virtual Machine Specification", Second Edition, Addison-Wesley, 1999.

LUA (2008). The Programming Language Lua. Disponível em: <http://www.lua.org> – Acesso em: 20 de agosto de 2009.

MAROTTA, Yapir, Ensaios de Transmissão Simultânea Analógica/Digital em Radiodifusão Sonora (Simulcast). Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/web/comissoes/cct/ap/AP20071122_ANATEL_YapirMarotta.pdf>. Acesso em: 10/09/2009.

MORRIS, Steven; SMITH-CHAIGNEAU, Anthony. Interactive TV Standards . Burlington: Ed. Focal Press, 2005. 585 p.

MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir (2004). TV Digital Interativa. Conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil. Editora da UFSC, 2ª edição, Florianópolis, 2005.

MORENO Márcio Ferreira. Um Middleware Declarativo para Sistemas de TV Digital Interativa. Dissertação de Mestrado. abr. 2006. Rio de Janeiro: PUC-Rio.

NCL, Nested Context Language. Disponível em: <<http://www.ncl.org.br/>> . Acesso em: 10/09/2009.

RITLA - São Paulo RITLA - Rede de Informação Tecnológica Latino-Americana. Disponível em: <http://www.ritla.net/index.php?option=com_content&task=view&id=2904&Itemid=298>. Acesso em: 05/08/2009.

SBTVD, Sistema Brasileiro de TV Digital. Disponível em: <<http://sbtvd.cpqd.com.br>> . Acessado em: 26 de dezembro de 2008.

SEED, Secretaria de Educação a Distância. Ministério da Educação. TV Escola. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed> - Acessado em: 24 de setembro de 2008.

SILVA, Jones Q. TV Digital Interativa. Monografia. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2003.

SOARES, Luiz Fernando Gomes; SOUZA FILHO, Guido Lemos de (2007). Interactive Television in Brazil: System Software and the Digital Divide. European Conference on Interactive TV (EuroITV), Áustria, 2007.

SOARES, Luiz Fernando G.; BARBOSA, Simone Diniz J. Programando em NCL: desenvolvimento de aplicações para middleware Ginga, TV Digital e Web. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

STRAZZO, D.; WENTLING, T. L. A study of e-learning practices in selected Fortune 100 companies. Champaign, Ill.: The Knowledge and Learning System Group/The NCSA E-learning Group University of Illinois, 2000.

TEMA - Revista Tema, Ano XXVIII – Edição 173 - A revista do Serpro – Brasília/DF, 2008.

TEIXEIRA, M. “Minuta de exposição de motivos da TV digital”. Disponível em: <http://www.mc.gov.br/em_25062003.htm>. Acesso em: 10/08/2009.

TELECURSO 2000. Fundação Roberto Marinho. Disponível em: <<http://www.telecurso2000.org.br>>. Acesso em: 01/09/2009.

UCHOA, Daniel - Brasil exportará mão-de-obra especializada em TV Digital. Disponível em: <<http://www.overmedianetworks.com.br/noticia-brasil-exportacao-mao-de-obra-tv.html>>. Acesso em: 12/09/2009.

VALIM, Mauricio (1998). A História da Televisão: da sua invenção ao início das transmissões em cores. Disponível em: <http://www.tudosobretv.com.br/histortv/>. Acesso em: 15/09/2009.

WAISMAN, T.. Usabilidade em Serviços Educacionais em Ambiente de TV Digital. Tese; USP, São Paulo. 2006.