

MODELO DE APLICAÇÃO INTERATIVA PARA MIDDLEWARE GINGA DE TELEVISÃO DIGITAL: AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

*Marcelo Correia dos Santos*¹, *Vânia Cristina Pires Valente*²

¹ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Televisão Digital da UNESP, Bauru, Brasil, marcelocorreiajornalista@gmail.com

² Profa. Permanente do Programa de Pós-Graduação em Televisão Digital da UNESP, Bauru, Brasil, vania@faac.unesp.br

Resumo: O desenvolvimento de um modelo de aplicação interativa para Televisão Digital sobre a plataforma do middleware Ginga, do SBTVD, ainda em processo, é o tema deste artigo. A referida aplicação se traduz em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, para Educação a Distância, aplicativo destinado a acesso *on demand*, fora da grade de programação síncrona da emissora, em TV Digital dotada de *set top box*, ou conversor digital, embarcado com Ginga NCL. A metodologia utilizada na construção deste produto da pesquisa de Mestrado (que também abrange uma monografia na área de Comunicação) integra três metodologias: um modelo de Design Instrucional (ou Educacional) adequado aos recursos da TV Digital; técnicas de Usabilidade e Arquitetura da Informação para a construção de um protótipo interativo; e um modelo de Desenvolvimento de Software de ciclo de vida ágil baseado em Prototipagem Evolutiva, a fim de se gerar um modelo de aplicação interativa para criação de conteúdos instrucionais focados em EaD através da mídia TV Digital.

Palavras chave: Televisão Digital, Educação a Distância, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Design Instrucional, Aplicação Sob Demanda.

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa de Mestrado que vem sendo realizada no programa de Pós-graduação em Televisão Digital, na UNESP concentra-se na área de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação aplicadas à Educação, propondo um projeto de inovação tecnológica aplicado à interface entre as áreas de Comunicação e Educação, por compreender a pesquisa e o design de um software aplicativo educacional para Televisão Digital Interativa, sobre plataforma Ginga, middleware regulamentado pelo Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD).

O resultado final do projeto, ainda em processo, será constituído por uma pesquisa acadêmica em formato de Dissertação de Mestrado, abordando justamente essa interface entre as áreas da Comunicação e Educação mediadas pela Tecnologia, neste caso a engenharia de televisão e, como produto, apresentará a concepção de um protótipo de aplicativo desenvolvido em plataforma Ginga NCL.

Este aplicativo consiste em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), para Educação a Distância (EaD). A metodologia utilizada integra três

metodologias: um modelo de Design Instrucional (ou Educacional) adequado aos recursos da TV Digital; técnicas de Usabilidade e Arquitetura da Informação para a construção de um protótipo interativo; e um modelo de Desenvolvimento de Software de ciclo de vida ágil baseado em Prototipagem Evolutiva, a fim de se gerar um modelo de aplicação interativa para criação de conteúdos instrucionais focados em EaD para o ensino formal e informal, propondo-se portanto a cumprir a missão social de se levar inclusão digital e educação através da Televisão Digital.

Ou seja, mais que simplesmente uma nova tecnologia digital a serviço da indústria, o resultado desta pesquisa vem contribuir com a Televisão em sua missão de atender uma demanda da sociedade por inclusão e acesso à educação.

2. INFRAESTRUTURA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O MODELO DE INTERFACE

Para a produção do software aplicativo de Educação a Distância para TV Digital é necessário, na realização de testes de usabilidade e, como formato final de apresentação, embarcá-lo em um *set top box* rodando o middleware Ginga.

Entretanto, podem-se empregar como ferramentas de desenvolvimento, de forma acessível, editores de código de programação configurados com suporte à linguagem NCL, do Ginga, além da Máquina Virtual do middleware Ginga, rodando o Sistema Operacional de código aberto Linux Ubuntu, disponibilizada pela comunidade oficial Ginga, através de website do Governo Federal [3]. Por fim, os testes de Usabilidade em laboratório.

Também é ainda empregado, como material de construção e design das mídias interativas, o software Ginga Composer NCL, que cria projetos de aplicações interativas para televisão digital programadas em linguagem Ginga-NCL, além do Ginga NCL Emulator, emulador de interação com a aplicação através de controle remoto mapeado.

A proposta do modelo do produto se inicia por uma proposta diferenciada de modelo de negócio para TV Digital: um modelo que aproveite integralmente as potencialidades do aparelho conversor *set top box*, embarcado com middleware Ginga. A exemplo do que ocorre com operadoras de TV a cabo e via satélite digitais, algumas empresas de software para TV

Digital em parceria com a indústria de hardware, além do modelo de negócio de distribuidoras de conteúdos sob demanda por meio de aparelhos DVR/PVR proprietários (*Digital*, ou *Personal*, *Video Recorder*) comercializados no exterior.

O que se tem hoje é a exibição de determinados conteúdos interativos relacionados a certos programas da grade horária das emissoras e, com relação à interface e usabilidade, o conceito de ambiente de interação imediata, que resulta na aplicação de sobreposição de menus e seus respectivos conteúdos ao plano da imagem televisiva *broadcast*, transmitida de maneira síncrona, em direto, conforme exemplos nas figuras que seguem:



Fig. 1. Interatividade na programação da Rede Globo digital: arquitetura e exemplo de funcionalidade sobre tela cheia

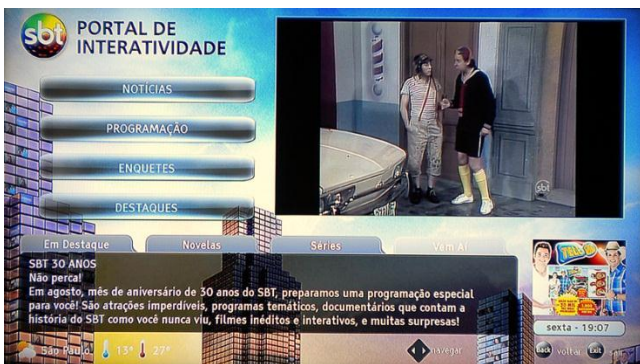


Fig. 2. Arquitetura de menus e funcionalidades interativas na programação do SBT digital, com redução da janela de imagem



Fig. 3. Interatividade na programação da Rede Globo digital: preocupação com a usabilidade na orientação ao usuário

2.1. A questão do canal de interatividade e sua influência sobre a metodologia

O conceito de *Interatividade* empregado na pesquisa é relativo ao meio TV Digital, baseado em Glossário da Anatel – produzido em conjunto com o CPqD, em 2004. O conceito classifica a interatividade em algumas categorias atribuídas ao fenômeno e ao meio: Interatividade local; Interatividade com canal de retorno não dedicado; Interatividade com canal de retorno dedicado.

No desenvolvimento de um modelo de aplicação para TV Digital torna-se fundamental a questão da disponibilidade ou ausência do canal de interatividade, ou canal de retorno.

Isto porque ele se torna um requisito de especificação que direciona toda a modelagem do aplicativo, que se desenhará, em várias dimensões, de forma completamente distinta em função da adoção ou não desse requisito tecnológico já na fase de análise e planejamento.

As seguintes metodologias aqui inter-relacionadas são diretamente afetadas pela especificação do canal de interatividade:

- Design Instrucional: a opção pelo tipo de modelo instrucional (dentre aberto, fixo ou contextualizado) a ser executado sob a metodologia ADDIE é pré-requisito básico para especificação do projeto e determina toda a concepção de objetos de aprendizagem relacionados para o ensino a distância, decisão que se refletirá nas demais metodologias a seguir;
- Arquitetura da Informação: a projeção de funcionalidades interativas que prevejam o envio de dados do usuário à emissora (modelo cliente-servidor), ou entre usuários – pensando-se num conceito “2.0” de interatividade – é diretamente influenciada pela existência do canal, no universo da aplicação especificada;
- Usabilidade: a exigência da implementação de certos testes de usabilidade com usuários e sobre a aplicação se modifica em decorrência do canal;
- Desenvolvimento de Software: determina a complexidade da fase de desenvolvimento de funcionalidades, no âmbito da metodologia de ágil e cíclica de prototipagem e desenvolvimento escolhida para este projeto.

A Televisão Digital, nos moldes estabelecidos pelo SBTVD, propõe este recurso da interatividade como fundamento à nova forma de relação gerada entre o espectador e o aparato tecnológico de TV, atributo que vem a caracterizar essa nova tecnologia de telecomunicação e fluxo de informação como Televisão Digital Interativa.

Entretanto, a realidade brasileira, ao pensarmos na missão universal de inclusão social por meio da educação via TV Digital, faz com que levemos em conta que o fornecimento de serviço de conexão banda larga à internet não é recurso disponível a grande parcela da população, o que acarreta em uma revisão do conceito de Interatividade que deve ser escolhido em primeira instância para o projeto – do conceito ideal de Interatividade com canal de retorno dedicado, a princípio decidimos trabalhar com um modelo conceitual cujo paradigma seja somente a Interatividade local.

As Figuras 1 e 2 demonstram a Interatividade local em funcionamento. Observamos os menus e respectivos subníveis na arquitetura da aplicação interativa da emissora. Através da transmissão de dados pelo próprio sinal de televisão (sem necessidade de conexão à internet) o aplicativo é inteiramente carregado desde o lado do servidor até o *set top box* da TV do usuário e, a partir disso, a interatividade é perfeita do lado do cliente. Esse dado vem também, por fim, a influir na decisão sobre o modelo de arquitetura da interface e funcionalidades a serem modeladas e na determinação do desenho instrucional da aplicação educativa.

Fica evidente ser possível desenvolver aplicações através das quais os alunos interagentes atinjam *objetivos de aprendizagem* [2] plenamente satisfatórios utilizando apenas recursos e funcionalidades disponíveis para recepção, sem deixar de proporcionar interação ao uso, na ausência do canal de retorno – a *Interatividade local*, dentre a tipologia do conceito de Interatividade estabelecida anteriormente.

3. MÉTODOS

A metodologia utilizada integra um modelo de Design Instrucional (ou Educacional) adequado aos recursos da TV Digital, técnicas de Usabilidade e planejamento da Arquitetura da Informação e um modelo de Desenvolvimento de Software (Prototipagem Evolutiva) para, por fim, ser finalizada a atual construção da aplicação – um protótipo interativo que se apresente como um Ambiente Virtual de Aprendizagem modelo, para Educação a Distância via Televisão Digital.

A modelagem da aplicação consistiu no desenvolvimento de estruturas de fluxo de informação no espaço da interface humano-computador, construída com base nos paradigmas da Arquitetura da Informação e de modelos de Design Instrucional, empregando heurísticas de Usabilidade na concepção e validação.

O Design Instrucional, ou Educacional, é o ramo do design que estuda e formula metodologias para a definição de recursos e funcionalidades componentes

da estrutura interativa e de conteúdo de um curso de Educação a Distância. Esta pesquisa tem como referência o consagrado Modelo ADDIE, especificado na Metodologia de pesquisa. A referência à metodologia do Design Instrucional é o estudo de Filatro [5].

Por extensão, relacionam-se a esse processo de recepção cognitiva os estudos sobre interatividade entre o espectador-usuário de mídias digitais e os sistemas (conhecida como IHC – Interação Humano Computador), constituindo o campo da chamada Usabilidade, fenômeno evidenciado na interação desse usuário com o ambiente virtual de aprendizagem interativo.

A pesquisa propõe também, como hipóteses centrais a serem abordadas segundo esta metodologia de análise:

- Como desenvolver estruturas de fluxo de informação hipermediáticos, no espaço da interface de usuário trabalhada num programa de TV Digital, respeitando os princípios de usabilidade, entre outros;
- Determinar o desenho de modelos de interação e instrucional voltados à produção de conteúdos melhor adequados ao gênero de programa proposto (aplicativo de EaD);
- Investigar qual o alcance do valor de uso social que a TV Digital pode prestar à população brasileira, em iniciativas como t-learning ou T-EaD (expoente modalidade de EaD via TV Digital), assim como o valor que potencialmente pode conferir ao desenvolvimento do país.

O desenvolvimento de um modelo de aplicação interativa de Educação a Distância para Televisão Digital, sobre a plataforma do middleware Ginga, compreende um processo de construção, em primeira instância, de um protótipo interativo e navegável, em linguagem Ginga NCL. O protótipo em atual desenvolvimento tem sido programado dentro do paradigma de modelagem exposto anteriormente.

Para além do caráter tecnológico da pesquisa, por se tratar de um produto educativo e comunicacional, faz-se necessária uma interdisciplinaridade de áreas do conhecimento em sua concepção e execução, a fim de entregar um produto de alto valor ao usuário final.

3.1. Metodologias Transdisciplinares

Um dos desafios da criação de um modelo complexo como o proposto nesta pesquisa é a articulação interdisciplinar de outros modelos de áreas do conhecimento distintas. A transdisciplinaridade do projeto demanda a integração em fases intercaladas entre:

- O modelo de Design Instrucional adotado – o ADDIE, em suas fases iniciais de Análise de requisitos e posterior Design;
- O trabalho de Arquitetura da Informação e Usabilidade, com suas análises heurísticas de padrões, para o Design e a estruturação de um modelo conceitual em formato protótipo, como antecedente ao início do desenvolvimento;
- Seguido da retomada do modelo ADDIE para o Desenvolvimento de conteúdo em simultâneo à forma estruturada pela Arquitetura e a Usabilidade;
- Em âmbito macro, é necessário articular a inserção do modelo de Desenvolvimento de Software da Prototipação Evolutiva, como conceito de gerenciamento do processo iterativo de produção da aplicação, desde a Arquitetura do protótipo inicial.

Iniciamos pela análise de requisitos e o design do protótipo inicial. Em termos de modelo instrucional, escolhemos como metodologia o modelo ADDIE, um processo genérico largamente aplicado nos projetos de Design Instrucional em todo o mundo, que se caracteriza da seguinte forma:



Fig. 4. Modelo ADDIE

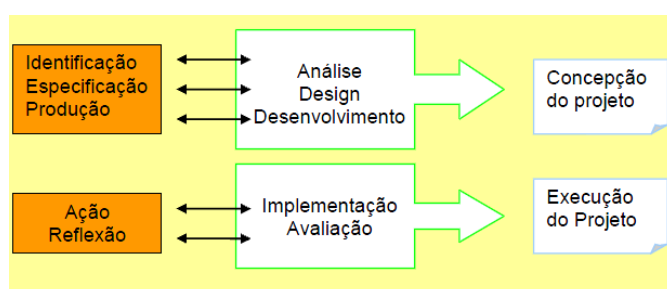


Fig. 5. Descrição do Modelo ADDIE [8]

Os Modelos Instrucionais, assim como os modelos de aprendizagem, funcionam como base ao processo de elaboração de material instrucional. O chamado modelo ADDIE (do inglês *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) envolve análise, desenho, desenvolvimento, implementação e avaliação de um curso de Ensino a Distância.

A tipologia de modelos baseada no ADDIE classifica três categorias: Modelo Fixo ou Fechado; Modelo Aberto e Modelo Contextualizado. Esses modelos refletem a diferenciação que há entre eles quanto à forma de estruturação dos recursos empregados, natureza do trabalho pedagógico exercido pelo educador na preparação de materiais instrucionais e durante o processo de aprendizado, bem como o trabalho de produção de conteúdo que se permite e solicita que o aluno realize em seu processo de aprendizado.

Outra referência de metodologia semelhante já foi utilizada no desenvolvimento estrutural (Arquitetura da Informação e Usabilidade) de projeto de pesquisa em Televisão Digital interativa: é o de Waisman [6, p. 60-61], evidenciando um ponto de interface explorável entre as duas metodologias. Segundo o citado estudo, o padrão de desenvolvimento de interfaces interativas para TV Digital devem integrar os seguintes aspectos:

- Entendimento das necessidades do usuário; estudo dos objetivos da audiência e suas expectativas;
- Design – desenvolvimento de conceitos e protótipos, inclusive com a participação de usuários; realização de seções colaborativas de design com participação de grupos de usuários;
- Envolvimento de pesquisa aplicada relativo ao contexto de utilização da mídia em questão;
- Condução de testes formais de usabilidade e estudos de mercado e contexto.
- Avaliação – teste e refinamento de design e *feedback* do processo junto a usuários; avaliação feita com especialistas da área.

Considerando-se as realidades possíveis para a tecnologia da TV Digital, tomamos o desenvolvimento de aplicações baseadas nos modelos Fixo e Aberto – com seu emprego de acordo com a infraestrutura tecnológica limitante disponível – o canal de interatividade. Ele determina quais funcionalidades podem ser desenvolvidas e poderão ser disponibilizadas ao grupo de alunos usuários a quem se destinará o AVA, o ambiente de EaD.

Na ausência de canal de interatividade (Interatividade local), é interessante trabalhar o aplicativo dentro do paradigma do modelo Fixo de Design Instrucional. Se pensarmos que a realidade brasileira atual provavelmente é de ausência de acesso à internet de banda larga em grande parte dos domicílios, e a TV Digital é uma alternativa a isso, é

uma escolha realista para desenvolvimento de um protótipo de modelo base de aprendizagem.

Ele possibilita o uso de funcionalidades interativas e dirige o processo cognitivo dentro do modelo de aprendizagem tradicional, já que esse modelo demanda conteúdos bem estruturados e automatização de processos, sendo, portanto, mais indicado à educação de público em larga escala. Por isso foi o escolhido para o desenvolvimento do primeiro modelo de ambiente virtual de aprendizagem em Televisão Digital.

A segunda opção, o Design Instrucional Aberto, é interessante como uma próxima etapa de avanço iterativo a esse primeiro modelo fixo.

Através do canal de interatividade simulado na ferramenta de desenvolvimento, será possível oferecer objetos de aprendizagem na forma de funcionalidades colaborativas na interface, como fóruns, chats, algo mais próximo do que se conhece por *paradigma 2.0*.

Por sua vez, esses objetos de aprendizagem e essas funcionalidades são planejados e estruturados a partir de outros dois paradigmas de conhecimento: a Arquitetura da Informação (para estruturação da interface e funcionalidades) e Usabilidade (para determinação de padrões de qualidade de uso e acesso à informação, na forma de funcionalidades disponibilizadas à interação do usuário).

A metodologia para elaboração da Arquitetura da Informação do projeto abrange as seguintes práticas:

- Criação de Matrizes de níveis de acesso à informação e suas respectivas funcionalidades de acesso;
- Construção estrutural de Fluxograma e do Protótipo em *wireframe*, utilizando softwares aplicativos próprios para essas atividades. A preocupação é tanto com a interface de interação com usuário (IHC) quanto com as funcionalidades que serão disponibilizadas.

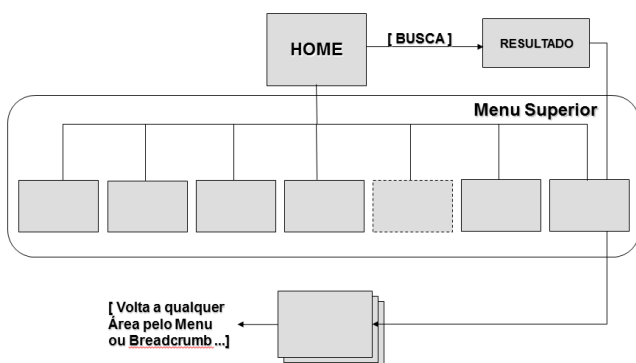


Fig. 6. Exemplo de Fluxograma

7. Tecnologia, Qualidade e Normas Técnicas	Página de Conteúdo	SIH	Clientes, não clientes, empresas, pessoa física...
nível vermelho (3)			
7.1 Plano de Ação	Link para arquivo PPT	SIH	idem
7.2 Qualidade	Link	SIH	idem
7.3 Tecnologia da Informação	Página de conteúdo	SIH	idem
7.4 Normas Técnicas ABT / CB-05	Link para arquivo PDF	SIH	idem
nível laranja (4)			
7.2.1 Requisitos Específicos de Clientes	Página de conteúdo com 1 arquivo DOC	SIH	idem
7.2.2 Diretivas Europeias	Área logada	IAO	idem
7.2.3 Benchmarking	Área logada	IAO	idem
7.2.4 Cartilha Ambiental	Página de conteúdo com 1 arquivo ZIP	SIH	idem
7.2.5 Programa de Apoio a Fornecedores	Página de conteúdo com 3 arquivos	SIH	idem
7.2.6 Prorrogação da ISO TS	Página de conteúdo	SIH	idem
Excluída			
7.3.2 Comissão de Normas e Padrões	Página de conteúdo	SIH	idem
7.3.3 CAD - CAH - CAE	Página de conteúdo	SIH	idem
7.3.4 EDI	Página de conteúdo	SIH	idem
7.3.5 Links	Página de conteúdo	SIH	idem
7.3.6 SPED e NF-e	Área logada	IAO	idem
8. Grupos Operacionais	Página de Conteúdo	SIH	Clientes, não clientes, empresas, pessoas física...
nível vermelho (3)			
Excluída - link direto da Home, para Grupos Operacionais			

Fig. 7. Exemplo de Matriz de níveis de informação

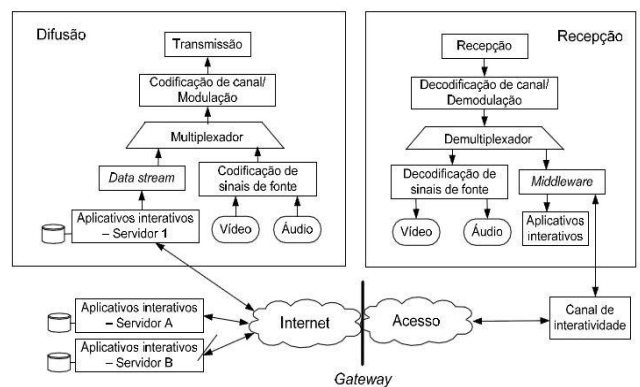


Fig. 8. Fluxograma da informação através do Canal de interatividade bidirecional com acesso à internet [1]

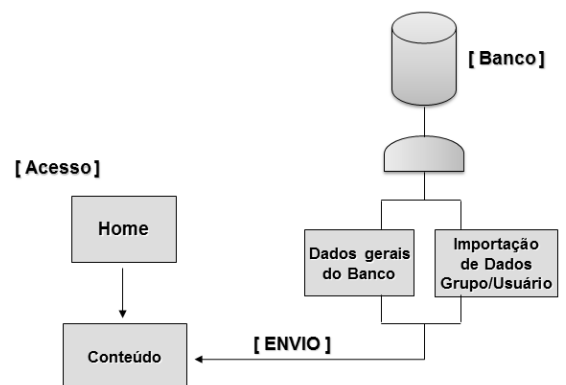


Fig. 9. Exemplo de Fluxograma da informação desde Banco de Dados, por meio do Canal de Interatividade

Sintetiza-se o processo na estruturação dos documentos hipermídia da aplicação, empregando matrizes e documentação de prototipação, que demonstram em nível conceitual a projeção da arquitetura da informação visível na interface de interação (menus, links, funcionalidades e seu acesso e direcionamento a partir de navegação).

A partir das primeiras fases de pesquisa realizadas, observou-se a importância, num projeto de TV Digital, da arquitetura e desenho da usabilidade dos elementos de navegação, utilizando-se do input de botões do controle remoto em formato de setas, de botões numéricos e botões coloridos (os botões nas 4 cores: vermelho, verde, azul e amarelo); da presença de menus e abas dinâmicas (à semelhança da internet); além de um design de interface utilizando paleta de cores, bordas e formas adequadas ao meio tecnológico da TV Digital.

Em termos de análise e projeto de Usabilidade, mostrou-se primordial o Mapeamento do controle remoto, periférico de acesso à informação – o acesso ao dispositivo de TV Digital através de set top box é feito pelo usuário por meio exclusivo do controle remoto, no paradigma atual.

Isso proporciona um estabelecimento claro do paralelismo entre suas funções nativas de controle e as funcionalidades presentes na interface humano-computador em TV Digital, na aplicação de Educação a Distância proposta.

A análise de Usabilidade é etapa fundamental num projeto centrado no usuário. Definimos uma sequência de análises a serem realizadas no processo de desenvolvimento de protótipo do produto:

- Mapeamento do controle remoto;
- Taxonomia: testes de Usabilidade utilizando Conceptual Mapping e Card Sorting, aplicados a grupo de usuários;
- Teste de Usabilidade Think Aloud com usuários;
- Análise do Protótipo criado segundo as 10 Heurísticas de Nielsen

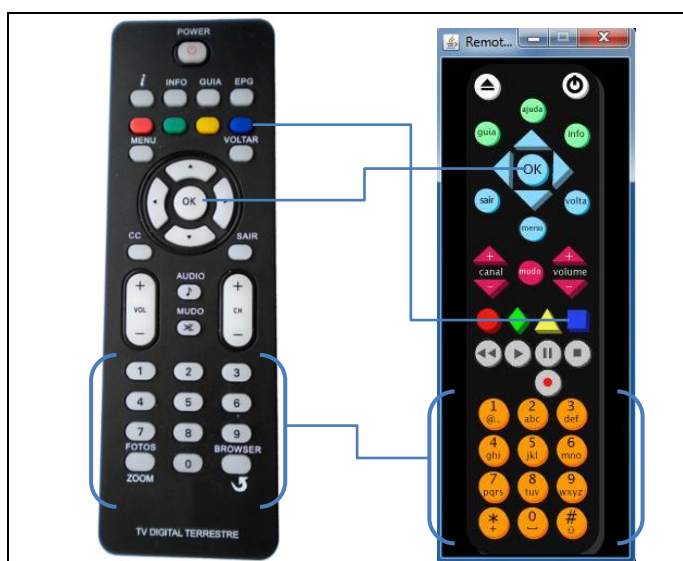


Fig. 10. Usabilidade no processo de Mapeamento de controle remoto: controle real de TV Digital interativa (esq.) em paralelo com controle virtual para desenvolvimento em Ginga NCL (dir)

O Mapeamento das funções do periférico controle remoto dedicado à TV Digital é de suma importância para estudo dos diferentes caminhos ou formas de acesso às páginas hipermídia e funcionalidades da interface. Um ponto a ser observado são as funções disponíveis no controle emulado do software de desenvolvimento em Ginga NCL (como o Ginga Composer), em paralelo com as funções de um conversor ou *set top box* real.

A definição da Taxonomia (rotulação textual de classificação da informação para acesso do usuário via interface) é tarefa prévia e obrigatória à estruturação do protótipo.

Os testes de Usabilidade mais interessantes são os Mapas Conceituais (C-Mapping) e Card Sorting, em que, aplicados a um grupo de usuários, deve-se propor a eles uma hierarquização de termos mais relevantes ao tema proposto (EaD, no caso) e o relacionamento dos conceitos idealizados, que devem ser interligados por proximidade ou relação causal, levando a uma condensação dos conceitos trabalhados, que acabam por definir termos cuja significação será compreendida pelos que utilizarem a interface.

É uma proposição e uma validação dos conceitos e rótulos estudados para se definir, por exemplo, menus e funcionalidades, junto ao foco central de todo o trabalho – o usuário.

O teste de Usabilidade comumente chamado de *Think Aloud*, que deve ser conduzido com usuários, tem o propósito de testar a aplicação pronta em situação real ou de simulação próxima do real. Para sua realização, pode-se rodar a aplicação instalada num *set top box real* disponível em laboratório ou num computador executando o *Ginga Live CD* [3], rodando a aplicação a partir de um *pendrive* USB – com o uso do teclado de computador e uma TV de preferência LCD, simulando uma situação real.

Na prática, propõe-se uma tarefa a ser executada ao usuário interagente, que deve “narrar” seu processo de busca (que estará sendo gravado) até que consiga, ou não, efetivamente concluir a tarefa. É uma ferramenta de validação da eficiência e eficácia do protótipo desenvolvido, em termos de Usabilidade, Arquitetura e Design de Interação Humano-Computador.

A metodologia de avaliação de Usabilidade é a Avaliação Heurística, com suas consagradas 10 Heurísticas de Usabilidade [7].

As 10 regras de avaliação heurística de Usabilidade enfocam testes para validação do projeto:

- Visibilidade do estado do sistema;
- Compatibilidade do sistema com o mundo real;

- Liberdade e controle do usuário;
- Consistência e padrões;
- Prevenção de erros;
- Reconhecimento ao invés de lembrança;
- Flexibilidade e eficiência de uso;
- Estética e design minimalista;
- Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros;
- Ajuda e documentação.

Numa visão mais macro do processo, é necessário implementar um modelo de desenvolvimento de software associado ao gerenciamento de projeto.

O modelo de desenvolvimento de software adotado nesta pesquisa vem da linhagem dos modelos evolucionários, pela propriedade de ser consistir num paradigma iterativo e, assim, proporcionar alterações cíclicas no processo de produção: o modelo da Prototipagem Evolutiva para engenharia de software aplicativo, tendo como referência o estudo de Pressman [4].

“O projeto rápido leva à construção de um protótipo, que é implantado e depois avaliado pelo usuário. O *feedback* é usado para refinar os requisitos de software. A iteração ocorre à medida que o protótipo é ajustado” [4].

É possível associar o modelo desenvolvimento da Prototipagem Evolutiva ao modelo ADDIE de Design Instrucional pela própria natureza do paradigma da prototipagem: é comumente usada como uma técnica que pode ser implementada dentro do contexto de qualquer modelo de processo existente, fazendo-o um processo iterativo, evolutivo, até se atingir a versão final.

A Prototipagem Evolutiva compreende as seguintes fases iterativas:

- O Plano Rápido e a Modelagem do projeto rápido;
- Construção do protótipo;
- Implantação, entrega e *feedback*;
- Comunicação.

O próprio Pressman já desenhou este modelo a partir de outras perspectivas distintas em alguns interessantes detalhes, em edições anteriores da obra, conforme figura.

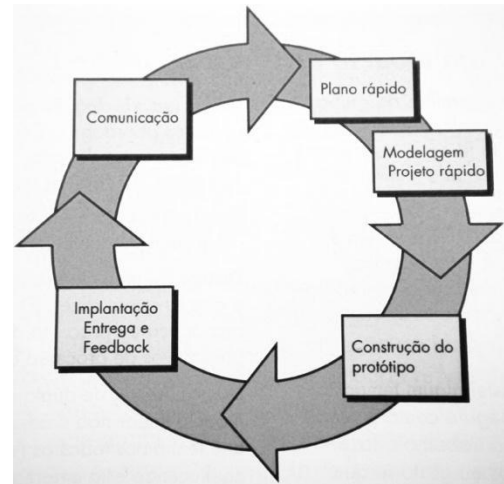


Fig. 11. O Modelo de Prototipagem, segundo Pressman [4]

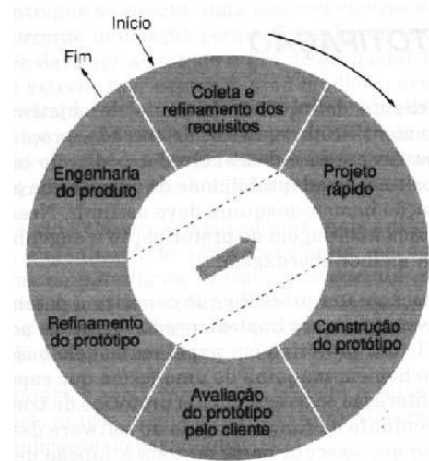


Fig. 12. Outra perspectiva do Modelo, criada por Pressman em edição anterior da obra [4]

A seleção do referido modelo justifica-se por se tratar de uma aplicação inovadora, sem um quadro de referência já consistente. Sem possuir desde o princípio requisitos bem definidos para desenvolvimento, esse modelo iterativo baseado em prototipação (que inclusive se assemelha ao produto final que será construído) mostrou-se o mais adequado. O protótipo será, assim, o primeiro sistema desenvolvido, para posterior retroalimentação, aperfeiçoamento e descarte por uma versão definitiva.

Também se caracteriza por ser um modelo de projeto ágil, ou rápido. Além disso, é bastante adequado aos projetos que envolvam mídias digitais, como meios de comunicação, caso da internet e da própria TV Digital.

4. RESULTADOS E AVALIAÇÃO DAS IMPLEMENTAÇÕES

A aplicação vem sendo desenvolvida iterativamente como protótipo funcional, programado diretamente em middleware Ginga e linguagem declarativa NCL, num processo de levantamento de requisitos, planejamento, posterior programação de interface e funcionalidades pontuais e, por fim, avaliação.

Quanto ao gerenciamento do projeto no âmbito do modelo de desenvolvimento de software adotado, os resultados positivos das implementações de aplicativo poderão ser validados a partir dos testes de Usabilidade a serem realizados com usuários em interação com a interface construída, acessando o programa a partir de *set top box* com a aplicação embarcada, o que será realizado na UNESP e consolidado por meio de algumas semanas de testes.

Da mesma maneira vem sendo gerenciado o procedimento com o feedback das funcionalidades que devem ser redesenhadas ou reprogramadas, seguindo o modelo iterativo de desenvolvimento da Prototipagem Evolucionária.

5. CONCLUSÃO

A proposta de se integrar as metodologias de Desenho Instrucional, Arquitetura da Informação e Usabilidade, sob gerenciamento de uma Metodologia de Desenvolvimento de Software mais ampla (Prototipagem Evolucionária) vem se mostrando produtiva na soma de conhecimentos direcionados a cada subárea pontual, ideal ao domínio de cada uma dessas metodologias. É uma experiência de caráter inovador tecnológico e metodológico que pode vir a referenciar um escopo variável de aplicações para Televisão Digital e mídias interativas educacionais.

A prototipação seguindo o método iterativo se adequa bem a essa proposta e vem resultando no levantamento de múltiplos requisitos, desenvolvimento rápido, validação, reavaliação e redesenho cíclico das distintas estruturas interdisciplinares integradas ao sistema educacional modelado, um Ambiente Virtual de Aprendizagem para Educação a Distância via TV Digital.

Permitirá um ágil desenvolvimento das múltiplas facetas de interface até sua consolidação num modelo definitivo, a princípio um modelo instrucional fechado iterativo, porém sem utilização de funcionalidades que demandam obrigatoriamente o canal de retorno e, posteriormente, uma evolução iterativa num modelo instrucional aberto que consolidará funcionalidades que permitirão a colaboratividade dialógica dos usuários na construção do conhecimento, fazendo uso do canal de retorno ou interatividade da TV Digital, através de protocolo de rede TCP/IP a que deve ser conectado o *set top box* embarcado com middleware Ginga NCL e a aplicação em questão.

REFERÊNCIAS

- [1] Fórum do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre, "ABNT NBR 15607: Canal de Interatividade", Disponível em <<http://www.forumsbtvd.org.br/materias.asp?id=112>>, Acesso em 19 jun. 2011.
- [2] B. Bloom, "Taxonomia dos Objetivos Educacionais, Porto Alegre, Globo, 1973.
- [3] Portal Ginga NCL, "Ferramentas Ginga NCL", Disponível em <<http://www.gingancl.org.br/pt-br/ferramentas>>, Acesso em 19 jun. 2011.
- [4] R. S. Pressman, "Engenharia de Software", 6.ed, São Paulo, McGraw-Hill, 2006, pp. 42-43, 2006.
- [5] A. Filatro, "Design Instrucional na Prática", São Paulo, Pearson Prentice-Hall, 2009.
- [6] T. Waisman, "Usabilidade em serviços educacionais em ambiente de TV digital", Tese de Doutorado (ECA USP), São Paulo, 2006.
- [7] J. Nielsen, "Heuristic Evaluation", EUA, Prentice-2005, Disponível em <<http://www.useit.com/papers/heuristic>>, Acesso em 10 jun. 2011.
- [8] M. Kasten, Manual CPDI, 2009.