



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII ANTÔNIO MARIZ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

MAURÍCIO DIAS AVELINO

**AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO MOBILOGO:
um estudo de caso sobre usabilidade para
M - Learning**

PATOS – PB
2010

MAURÍCIO DIAS AVELINO

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO MOBILOGO: um estudo de caso sobre usabilidade para M - Learning

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para conclusão do curso e obtenção do título de graduado em Computação.

Orientador: Prof^o Msc. Pablo Ribeiro Suárez

PATOS – PB

2010

A948a Avelino, Maurício Dias

Avaliação de Usabilidade do Mobilogo: um estudo de caso sobre usabilidade para M-Learning. Patos:

UEPB, 2010.

82f.

Monografia (TRABALHO Acadêmico Orientado – (TAO) - Universidade Estadual da Paraíba.

Orientador: prof.Msc. Pablo Ribeiro Suárez

1. Computação 2. Computação móvel I. Título

II. Suarez, Pablo Ribeiro

CDD 629.895

MAURÍCIO DIAS AVELINO

**AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO MOBILOGO: um estudo
de caso sobre usabilidade para M – Learning.**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para conclusão do curso e obtenção do título de graduado em Computação.

Aprovada em __/__/____.

Prof^o Msc. Pablo Ribeiro Suárez / UEPB
Orientadora

Prof^o. Msc. Wellington Candeia de Araújo / UEPB
Examinador

Prof^o. Msc. José Wilker de Lima Silva / UEPB
Examinador

DEDICATÓRIA

A minha família, pai, mãe, irmãos, esposa e filhos, pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia e redentor, a ele toda honra, louvor e glória.

À minha querida esposa Dalva Cristina, por seu amor, sua paciência, seu incentivo e sua dedicação.

Aos meus filhos, Vinício, Débora e Sarah, simplesmente por existirem e alegrarem os meus dias.

Ao meu pai, José Avelino da Silva Filho e minha mãe Maria Anatália Dias Avelino, pela imensa dedicação e participação na minha vitória.

Aos pastores Sonigley Araújo Silva e Luciana Gomes de Araújo pelas orações, motivações e conselhos, que me trouxeram luz e direção.

Ao professor José Wilker de Lima Silva, coordenador do curso de Licenciatura em Computação, por seu empenho.

Ao professor Pablo Ribeiro Suárez pelo esforço despendido e dedicação na orientação deste trabalho.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Computação da UEPB, em especial, Wellington Candeia de Araújo, Frederico M. Bublitz, que contribuíram ao longo de dezoito meses, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio.

A partir daí, a principal função do professor não pode mais ser uma difusão dos conhecimentos, que agora é feito de forma mais eficaz por outros meios. Sua competência deve deslocar-se no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento (LEVY, 1999, p. 171).

RESUMO

O presente trabalho de monografia apresenta um estudo sobre a avaliação de usabilidade de um software educacional para dispositivos móveis desenvolvido em um projeto de extensão no Centro de Ciências Exatas e Aplicadas, na Universidade Estadual da Paraíba, Campos VII. Apresentando como estudo dos principais fenômenos que o cerca, neste caso, o M – Learning (aprendizado com mobilidade), suas definições e discussões, bem como o modelo FRAME, para concepção de critérios específicos para o desenvolvimento de aplicativos no contexto educacional móvel. Em seguida é apresentado um estudo sobre usabilidade, sua evolução histórica, princípios e fundamentos, como também o estudo específico de usabilidade para dispositivos móveis. Após isso é apresentado o estudo de caso, apresentando uma visão geral do projeto Mobilogo, o processo e resultados da avaliação de sua usabilidade, que procurou responder se ele é usável ou não. Por fim, são apresentadas as conclusões do trabalho, com as considerações finais, as contribuições e algumas propostas de trabalhos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de usabilidade. M – Learning. Educação ubíqua. Computação móvel.

A B S T R A C T

This monograph's work presents a study on the usability evaluation of educational software for mobile devices, developed in an extension project in the Center of the Exact and Applied Sciences of the State University of Paraíba, Campus VII. It's presenting as study of major phenomena surrounding him, in this case, M - Learning (mobile learning), their definitions and discussions, as well as the FRAME model, for conception of specific criteria for the development of mobile applications in educational context. Then it is presented usability's study, of its historical evolution, principles and fundamentals, as well as the specific study of usability for mobile devices. After it is presented the case study, presenting an overview of the project Mobilogo, the process and evaluation results of usability that sought to answer whether it is usable or not. Finally, it is presented the conclusions of the work with final considerations, contributions and proposals for future works.

KEYWORDS: Usability evaluation. M – Learning. Ubiquos education. Mobile computer.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Gerações de Computadores e de Interface de usuário	33
TABELA 2 –	Interação fixa X interação móvel	45
TABELA 3 –	Processo de Percurso Cognitivo	53
TABELA 4 –	Fases do percurso cognitivo	53
TABELA 5 –	Questionário da fase preparatória da Interface Menu	57
TABELA 6 –	Questionário da fase de análise da interface Menu	57
TABELA 7 –	Estória de fracasso da Interface Menu	58
TABELA 8 –	Questionário da fase preparatória da interface Jogo	59
TABELA 9 –	Questionário da fase de análise da interface Jogo	59
TABELA 10 –	Estórias de fracasso	60
TABELA 11 –	Percentual de usabilidade por funcionalidade	63
TABELA 12 –	Percentuais de usabilidade da Interface Menu	63
TABELA 13 –	Percentuais de usabilidade da interface Logo	64
TABELA 14 –	Sugestão de melhoria da interface Menu	66
TABELA 15 –	Sugestões de usabilidade para Interface Jogo	66

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 –	Percurso cognitivo da Interface Menu em gráfico	4
GRÁFICO 2 –	Percurso cognitivo da interface Logo em percentuais.....	5

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	FRAME do M – Learning	19
FIGURA 2 –	Foco dos estudos da pesquisa.....	20
FIGURA 3 –	Imagem reconhecida com esquemas cognitivos pronto.....	26
FIGURA 4 –	Imagem nova – esquemas cognitivos ainda não reconhece.....	26
FIGURA 5 –	Dimensões das relações de experiências do usuário.....	39
FIGURA 6 –	Processo centrado no usuário.....	44
FIGURA 7 –	As três dimensões da experiência móvel.....	47
FIGURA 8 –	Hierarquia da interface.....	48
FIGURA 9 –	Elementos de interação que afetam a usabilidade móvel.....	49
FIGURA 10 –	Interface Menu.....	58
FIGURA 11 –	Interface Jogo do MobiLogo.....	60
FIGURA 12 –	Interface Menu com implementação sugerida.....	68
FIGURA 13 –	Interface Logo com implementações sugeridas.....	68

LISTA DE SIGLAS

AMPS	Sistema avançado de telefonia móvel
CD	Disco Compacto
CDMA	Acesso múltiplo por divisão de código
DVD	Disco de Vídeo Digital
EDGE	Taxa de dados aperfeiçoada para evolução do GSM
EPOCA	Escola Potiguar de Computação
FRAME	Quadro para a Análise Racional da Educação Móvel
GPRS	Serviço de rádio de pacote geral
GSM	Sistema global para comunicação móvel
IHC	Interação Humano – Computador
ISO	Organização de Padrões Internacionais
J2ME	Java Micro Edition
MBTI	Indicador de Tipos Myers-Briggs
MCE	Mostra de Iniciação Científica e Extensão
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PDA	Assistente Pessoal Digital
PMP	Tocador Pessoal de Mídias
RAM	Memória de Acesso Aleatório
ROM	Memória Apenas de Leitura
SD	Cartão Digital Seguro
SMS	Sistema de Mensagens Curtas
TIMS	Tecnologia da Informação e Comunicação Móvel e Sem – fio
WAP	Protocolo de Acesso Sem – fio
WCDMA	CDMA Banda Larga
WIMP	Windows, Icones, Menus e Point device
UCD	Processo Centrado no Usuário
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UI	Interface com usuário
USB	Barramento Serial Universal
UMTS	Sistema universal de telecomunicações móvel
VLSI	Integração em muito larga escala
YP	easY Process (Modelo de desenvolvimento de software)

Sumário

CAPÍTULO 1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.2	Importância do trabalho	15
1.3	Metodologia	16
1.4	Apresentação do trabalho	16
CAPÍTULO 2.	CONTEXTO DE USO (M – LEARNING).....	17
2.1	Definição	17
2.2	Modelo FRAME	19
2.3	Considerações do estudo do contexto	30
CAPÍTULO 3.	USABILIDADE PARA MOBILE LEARNING	31
3.1	O Que é usabilidade.....	31
3.1.1	A interação Humano – Computador	34
3.1.2	Usabilidade	35
3.2	Usabilidade para Mobile	42
3.3	Métodos de avaliação de usabilidade	50
3.3.1	Problemas de usabilidade	51
3.3.2	Métodos de Inspeção	51
3.3.3	Percurso Cognitivo	52
3.4	Considerações dos estudos sobre usabilidade	54
CAPÍTULO 4.	ESTUDO DE CASO (Avaliação do MobiLogo).....	55
4.1	O Projeto MobiLogo.....	55
4.2	Processo de avaliação da interface do MobiLogo.....	56
4.3	Resultados da avaliação.....	62
4.4	Considerações do estudo de caso	69
CAPÍTULO 5.	CONCLUSÕES	70
5.1	Considerações finais	70
5.2	Contribuições.....	71
5.3	Trabalhos Futuros.....	72
REFERÊNCIAS.....		73
APÊNDICE A – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE.....		79
APÊNDICE B – DOCUMENTO DE VISÃO DO MOBILOGO.		80

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica que ocorre desde o início do século 20 vem trazendo inovações para a humanidade que modificam sua forma de vida. Segundo (TANENBAUM, 2007), desde os primeiros computadores, que chegavam a ocupar prédios inteiros, aos pequenos telefones, que cabem no bolso, muitas coisas mudaram. Essas mudanças afetaram a forma de relacionamento, comunicação e em particular, o aprendizado. De acordo com Levy (1999), “O saber-fluxo, o saber-transação de conhecimento, as novas tecnologias da inteligência individual e coletiva estão modificando profundamente os dados do problema da educação e da formação”. Desta forma, o processo de ensino-aprendizado também mergulhou neste novo mundo. Ainda segundo este autor, é necessário se fazer duas grandes reformas na educação: a primeira seria a introdução do aprendizado aberto e a distância e a segunda o reconhecimento deste aprendizado. Sendo assim, segundo ele, o professor deixa de ser o dispersador de saberes e passa a ser o animador da inteligência coletiva de seus grupos de alunos.

Existem várias iniciativas para se levar o uso de tecnologias à educação, como a utilização de softwares tais como tutorias, programação, processadores de texto, multimídia e internet, simulação, modelagem e jogos, dentre tantos outros. Cada uma dessas iniciativas com suas peculiaridades (VALENTE, 1999). No entanto, o uso das tecnologias, em particular do computador, nas escolas tornou-se muito comum apenas a partir da criação do Logo por Simon Paper em 1967 (LOGO FOUNDATION, 2010).

Com o surgimento da internet, as possibilidades de troca de informação e comunicação se multiplicam. A educação à distância amplia sua forma de ser, com maior interatividade e dinâmica no processo de ensino e aprendizado, surgindo, então, o conceito do E-learning (aprendizado por meio eletrônico) e, mais recentemente, o M-learning (aprendizado com mobilidade). Nesse cenário, as Tecnologias Móveis Sem Fio têm despertado grande interesse em termos educacionais (BATISTA; BEHAR, 2009).

O desenvolvimento de aplicativos para o M-learning é algo ainda emergente, e por ser uma área em plena expansão ainda há muito a ser explorado, apesar de problemas de padronização quanto aos aspectos clássicos que definem a

própria noção de ambiente de aprendizado e, ainda, quanto aos aspectos tecnológicos (fabricação de aparelhos, linguagens e disponibilização de conteúdos) (OLIVEIRA; MEDINA, 2007). Neste sentido, foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos Móveis, denominado Mobilogo, através de um projeto de extensão no Campus VII da Universidade Estadual da Paraíba, que simula a linguagem LOGO em um ambiente móvel (ANDRADE; AVELINO; ARAÚJO; BUBLITZ, 2010).

Durante o desenvolvimento desse aplicativo foi verificado que o projeto de sua interface pôde ser considerado um objeto particular de estudo, tendo em vista que este é o meio pelo qual acontece a interação entre o usuário (aluno) e o software. Ou seja, existe um consenso no fato de que uma interface bem projetada é de extrema importância para a aceitação do software e, portanto, essencial para o sucesso do aplicativo. Sendo assim, procurou-se examinar se o Mobilogo é considerado usável, sob o ponto de vista técnico da interface e, ainda, sob a ótica dos resultados ao longo do processo de aprendizagem.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é verificar a usabilidade deste aplicativo, levando em consideração tanto o aspecto tecnológico, quanto o pedagógico. Para isso serão avaliados critérios pertinentes para este tipo de projeto, visto que existem nuances específicas que levam em conta a mobilidade e, adicionalmente, o objetivo educacional.

O primeiro objetivo específico é fazer uma revisão bibliográfica acurada no sentido de fundamentar o trabalho nos termos tratados neste projeto, conforme descrito na sessão 1.4. Em seguida observar a usabilidade do aplicativo através do método mais adequado, definido segundo o embasamento teórico observado. Na sequência realizar uma discussão sobre os dados e resultados coletados para então apresentar as contribuições do trabalho.

1.2 Importância do trabalho

Este tipo de trabalho garante a qualidade do projeto, quer seja no sentido mais técnico, levando em consideração os critérios de usabilidades que garantam o perfeito funcionamento do artefato, como no sentido da qualidade, levando em conta as facilidades e disponibilidades do sistema, e também do resultado da aprendizagem.

1.3 Metodologia

Para sua realização, foi feita, primeiramente, uma pesquisa bibliográfica através da internet, livros, periódicos e anais de eventos específicos da área de informática na educação e avaliação de usabilidade. Essa pesquisa embasou o trabalho no tocante aos termos M-Learning, interface, usabilidade, qualidade de software, e resultados da aprendizagem em um software. Após tal embasamento teórico, realizou-se um experimento na forma de um estudo de caso, que avaliou a usabilidade do aplicativo supracitado, através do emprego do método de percurso cognitivo, visto que a avaliação foi feita em tempo de desenvolvimento. A mensuração da aprendizagem não pôde ser realizada tendo em vista que o sistema ainda não saiu do ambiente de desenvolvimento, ou seja, ainda não foi utilizado em uma experiência real de um processo de ensino-aprendizagem.

1.4 Apresentação do trabalho

Os resultados deste experimento são apresentados neste trabalho da seguinte forma: no capítulo dois é apresentada a revisão bibliográfica realizada para fundamentar os estudos, falando sobre o contexto de uso, neste caso, o conceito do M-learning, suas vantagens e dificuldades, bem como em que se aplica. Depois são mostrados no capítulo três os conceitos fundamentais da avaliação de usabilidade, falando sobre o que é usabilidade, como avaliar a usabilidade, quais são as principais técnicas para se avaliar e dentre elas qual a melhor técnica e seus critérios para avaliar o M-learning. O capítulo quatro apresenta o estudo de caso, avaliando a usabilidade do Mobilogo através da técnica indicada, ressaltando cada uma das etapas da avaliação e apresentando os dados e resultados desta avaliação. Na última seção são apresentadas as considerações finais, as contribuições desse trabalho e as propostas de futuros trabalhos que deem continuidade a essa iniciativa de pesquisa.

CAPÍTULO 2. CONTEXTO DE USO (M – LEARNING)

Para realizar a avaliação de usabilidade do projeto é necessário levar em conta o contexto em que este aplicativo está inserido, pois segundo Hewett et al.,

A interação humano-computador é uma disciplina que diz respeito ao projeto, avaliação e implementação de sistemas de computador interativos para uso humano e ao estudo dos principais fenômenos que o cercam (HEWETT et al., 1992, grifo nosso),

Sendo assim, faz-se necessário investigar as questões pertinentes ao M – Learning, visto que o aplicativo pertence a este grupo. Portanto neste capítulo serão apresentados os principais estudos sobre o M – Learning, discutindo sua definição, o modelo FRAME para sua concepção, apresentando os principais aspectos, do dispositivo e do aluno, e por fim as considerações deste capítulo.

2.1 Definição

Na literatura, a definição do que realmente seja o M – Learning não é um consenso. Para tentar fechar esta questão foi realizado um Workshop em 2007 e apresentado em (WINTERS, 2007, p. 7). Na oportunidade, após cinquenta minutos de discussões, os participantes chegaram à conclusão que esta definição seria inatingível. No entanto foi verificado que as abordagens a cerca do M – Learning estão inseridas em quatro aspectos, que são o Tecnocêntrico (que domina a literatura e está relacionado ao uso de dispositivos móveis na aprendizagem), o aspecto relacionado ao e – Learning (neste aspecto o M – Learning é entendido como uma evolução do e- Learning), a perspectiva de ser um incremento na educação formal (muito criticada, pois o uso de educação a distância existe por correspondência a mais de 100 anos) e por último o aspecto centrado no aluno (que relaciona o M – Learning a mobilidade do aluno).

No entanto, dado as características deste trabalho, que envolve tanto a perspectiva Tecnocêntrica, ou seja, o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis e Sem fio (TIMS), bem como o aspecto centrado no aluno, em relação sua mobilidade, será adotado a seguinte definição (ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007):

Aprendizagem com mobilidade ou m-learning se refere ao processo de ensino e de aprendizagem que ocorrem, necessariamente, apoiados pelo uso de TIMS envolvendo a mobilidade de atores e também de espaços físicos formais de educação, tais como salas de aula, salas de treinamento/formação/qualificação, ou local de trabalho (ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007).

Os autores que citam esta definição destacam que ela vai ao encontro da ideia da aprendizagem pervasiva, que diz respeito ao uso da tecnologia que o aprendiz tem em mãos para criar situações, de sua própria autoria, que sejam relevantes para o aprendizado significativo para o aluno (TOMAS, 2005 apud ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007). Os autores apresentam ainda outras definições encontradas na literatura, que são, de forma geral, do M-Learning como sendo a aplicação de TIMS na educação (DESMOND, 2002; TRIFONA, 2003; FAGERBERG; KEKKEDAL; RUSSEL, 2002 apud ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007), e a evolução do E-Learning e EAD a partir do uso de TIMS na educação (DESMOND, 2002; FAGERBERG; KEKKEDAL; RUSSEL, 2002 apud ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007). No entanto, citando Mifsud (2002 apud ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007) e Tamminen (apud ZANELLA; SCHLEMMER; BARBOSA; REINARD, 2007) os autores mostram que houve uma quebra de paradigma, pois o aprendizado, com a aplicação de TIMS não ocorre mais em locais formais e fixos.

Outra perspectiva do M – Learning é a possibilidade que o aluno/aprendiz tem de ter acesso ao material de aprendizado de qualquer lugar e em qualquer momento. Segundo Ally (2009) os alunos têm o controle de quando eles querem aprender e de que lugar eles querem aprender. Este fato leva ao encontro da educação Ubíqua, que segundo (LEVIS; BARBOSA; PINTO; BARBOSA, 2008) a ideia da computação ubíqua na educação é permitir que os processos educacionais ocorram em qualquer lugar, momento ou dispositivo, contextualizado com o dia-a-dia do aluno. O uso da computação Ubíqua na educação proporciona uma dinâmica jamais vista anteriormente, como o fato do sistema levar em consideração a localização do aluno para determinar que material ele deva acessar e em que contexto este material deve ser apresentado (LEVIS; BARBOSA; PINTO; BARBOSA, 2008). Desta forma é importante se pensar de forma mais ampla quando da concepção de sistemas para M – Learning. A seguir tem-se um modelo para isso.

2.2 Modelo FRAME

Ao se pensar em M- learning não se pode considerar apenas os requisitos tecnológicos, mas sim, numa visão mais holística, o cenário como um todo. Desta forma Koole (2009) mostra um modelo para concepção do M- learning baseado em três aspectos, que ela chama de FRAME (Framework for the Rational Analysis of Mobile Education ou Quadro para a Análise Racional da Educação Móvel). Este modelo é representado através de um diagrama de Venn, que mostra três aspectos da educação móvel em círculos intercedendo entre si. São eles: o Dispositivo (D), que se refere aos aspectos tecnológicos, o aspecto do aluno (Learner, L) e os aspectos sociais (S). Segundo esta autora o M – learning está na interseção destes três aspectos, conforme mostra a figura 1.



FIGURA 1 – FRAME do M – Learning. (adaptado de KOOLE, 2009, p. 27)

Neste quadro, as intercessões secundárias (entre dois aspectos) fortalecem o estabelecimento de critérios para formalização de conteúdos para serem dispostos num processo de educação com mobilidade (Mobile Learning), sendo eles a Usabilidade do dispositivo (DL), a Tecnologia Social (DS) e o

aprendizado interativo (LS). Este estudo se encaixa com as várias dimensões da mobilidade, além da física e temporal, a do contexto (KAKIHARA; SORENSE, 2002).

Pelo fato do objetivo deste trabalho ser a avaliação de usabilidade de um aplicativo para M – Learning, os estudos serão aprofundados nos aspectos do Dispositivo (D), Aluno (L) e na interseção entre ambos (DL), conforme destacado em cores na figura 2 abaixo. Os demais aspectos ficam para serem abordados em estudos futuros conforme o interesse neste assunto.

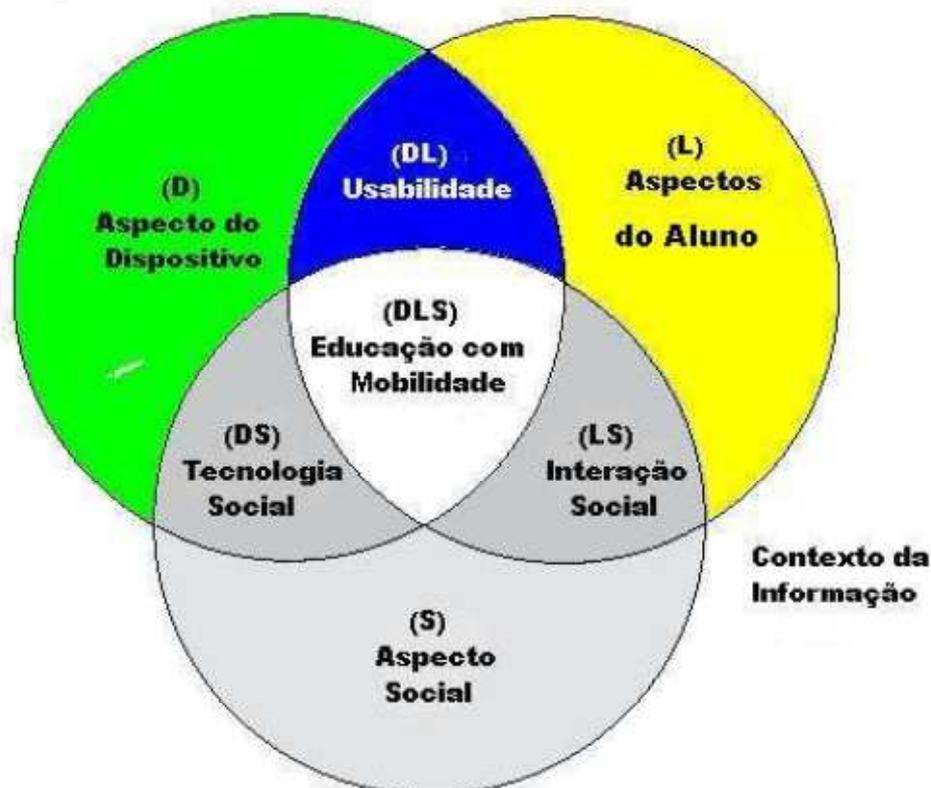


FIGURA 2 - Foco dos estudos da pesquisa. (adaptado de KOOLE, 2009, p. 27)

2.2.1.1 Aspecto do dispositivo

Seguindo o modelo FRAME conforme exposto acima, nesta seção será analisado o aspecto do dispositivo. Para tanto será definido primeiramente quais são os dispositivos que podem ser considerados como Mobile, tendo em vista a variedade de produtos e tecnologias disponíveis no mercado. Em seguida serão abordados os principais aspectos dos dispositivos móveis. Por fim, serão apresentadas as principais vantagens no uso da tecnologia Mobile na educação.

O que é Mobile

Do ponto de vista do dispositivo, vale considerar a definição de Livingston (2004) que diz que um dispositivo móvel é aquele que é pequeno o suficiente para caber em um bolso, bolsa ou estojo, de modo que o usuário pode mantê-lo convenientemente consigo o tempo todo (LIVINGSTON, 2004). Desta forma, segundo Anderson e Blackwood (2004), os dispositivos como Laptop e tablet não estão inclusos nesta definição, conforme a distinção que o IEEE (2002) faz entre portáteis e móveis, sendo estes últimos, segundo eles, classificados como portáteis.

Dentro dos principais dispositivos considerados como móveis estão os PDAs (Personal Digital Assistants), os telefones celulares, e os PMPs (Personal Media Players).

Os PDAs são os dispositivos que a princípio exercem a função de substituir, eletronicamente, as organizações que seriam realizadas em papel, como agenda, calendário, agenda telefônica, lista de tarefas entre outros. Estes dispositivos dispõem de uma tecnologia que oferecem, de forma reduzida, recursos de um PC desktop, como processadores de texto, planilhas eletrônicas e banco de dados (ANDERSON; BLACKWOOD, 2004).

Quanto aos telefones celulares, há uma ampla discussão para sua classificação, porém Anderson e Blackwood (2004) diante deste debate classificam-nos como sendo um dispositivo portátil que faz uso de redes sem fio e que age como um telefone normal onde o usuário pode se deslocar livremente por uma longa área. Livingston (2004) classifica de acordo com o nível de sofisticação. Os telefones padrão – somente voz, Web-enabled (habilitado para Web), Extensible (extensível) e Smartphone (telefone fácil).

O telefone padrão é usado para oferece uma forma simples de comunicação de voz e mensagens de texto SMS (LIVINGSTON, 2004). Estes aparelhos pertencem à primeira geração de telefonia móvel, que utilizavam a rede AMPS (Sistema avançado de telefonia móvel) para dividir a área geográfica de cobertura via rádio em células, o que os levou a serem chamados de celulares, como também pertencem à segunda geração de celulares, que já dispunha de tecnologias como D-AMPS (AMP totalmente digital), que se caracterizava pela transmissão de voz totalmente digital, o GSM (Sistema global para comunicação

móvel) que possui um canal mais largo para transmitir dados numa taxa mais alta e o CDMA (Acesso múltiplo por divisão de código) que utiliza um sistema de codificação que permite às estações transmitirem pelo mesmo espectro simultaneamente (TANENBAUM, 2003);

O Web-enabled faz uso de WAP (Wireless Access Protocol) para acessar conteúdos da internet. Este foi superado rapidamente pelo Extensible que além de acessar a internet faz download de softwares que ampliam as funcionalidades do aparelho (LVINSTON, 2004). Estes aparelhos pertencem às chamadas gerações 2,5 e 2,75, que incluem tecnologias como GPRS (Serviço de rádio de pacote geral) e EDGE (Taxa de dados aperfeiçoada para evolução do GSM), porém como apontado por Mishra (2007), estas são tecnologias de segunda geração.

Os Smartphones são uma junção das facilidades do Web-enabled e Extensible phones que tem incluso as aplicações básicas do PDA, sendo assim um telefone celular (mobile phone) que inclui as funcionalidades de um PDA (ANDERSON; BLACKWOOD, 2004). Estes aparelhos pertencem tanto às chamadas gerações 2,5 e 2,75 como também a terceira geração, que é designada pelo termo UMTS (Sistema universal de telecomunicações móvel) e utiliza a tecnologia WCDMA (CDMA Banda Larga) que oferece transmissão de voz e dados e banda larga com taxas de até 2 Mbps (TELECO, 2010).

Aspectos Importantes

Voltando a tese de Koole (2009), no modelo FRAME, os aspectos do dispositivo que devem ser levados em consideração são as características físicas, a capacidade de entrada, a capacidade de saída, armazenamento e recuperação de arquivos, velocidade de processamento e taxa de erros.

As características físicas dizem respeito ao tamanho, largura, localização das teclas e botões, requisições para destro ou canhoto, operabilidade com uma ou duas mãos dentre outras. Isto afeta diretamente o modo como o usuário manipula e utiliza o dispositivo.

A capacidade de entrada diz respeito ao teclado, mouse, light pen, pen/stylus, touch screen, trackball, joystick, touchpad, controles de mão/pé, comando de voz e tudo para seleção e posicionamento de objetos e dados nos dispositivos móveis. Os dispositivos móveis são criticados constantemente por possuírem mecanismos inadequados de entrada.

A capacidade de saída refere-se ao monitor/tela, fones e qualquer outro mecanismo visual, audível e palpável. Tudo que o corpo humano pode sentir de mudança no dispositivo e tudo com que o usuário pode interagir com o dispositivo. Os dispositivos móveis são constantemente criticados por seus mecanismos de saída limitados, devido ao pequeno tamanho de sua tela.

A armazenagem e recuperação de arquivo referente aos meios de armazenamentos de dados como memória RAM/ROM, mecanismos portáteis via cabo, como os Drives USB de CD's, DVD's e cartões SD. A padronização e consistência do sistema de armazenamento e recuperação garantem uma efetiva usabilidade.

A velocidade de processamento é um fator importante, pois se refere à taxa de resposta que o equipamento reage a uma entrada feita por uma pessoa. É determinado pela quantidade de memória, velocidade do sistema de armazenamento de arquivos, velocidade (desempenho) da interface com o usuário (ficando evidente a importância da avaliação de usabilidade de um projeto de aplicativo para dispositivos móveis) e configurações do sistema. A variação da taxa de resposta pode afetar a taxa de erro, pois o usuário pode esquecer os objetivos iniciais e a sequência de tarefas.

A taxa de erros refere-se aos defeitos resultantes de falhas no hardware, software ou no design da interface. Com isso os usuários podem não ser capazes de realizar tarefas desejadas e podem, neste caso, perderem a confiança no dispositivo.

Vantagens no uso de Mobile

No sentido dos benefícios que os dispositivos móveis trazem de fato para a educação, Anderson e Blackwood (2004) apresentam um estudo que aponta fatores como o crescente uso de dispositivos móveis pelos jovens na faixa etária de 16 a 24 anos, a evolução destes dispositivos para navegarem na internet, sendo assim possíveis as universidades e escolas utilizarem estes dispositivos que os jovens já contam para realizar uma série de tarefas. Um segundo fator seria o sentido real de educação em qualquer momento e lugar, dado a necessidade de alterar a estratégia da educação. Segundo Becta (2004 apud ANDERSON; BLACKWOOD, 2004) existem benefícios em quatro áreas notórias: a motivação (no sentido de possuir um dispositivo que pode carregar consigo), o envolvimento de

alunos que não se adaptam ao ensino tradicional, em habilidades de escrita e na utilização de Just - in - time, ferramentas de aprendizado/consulta rápida em campo. Por fim, Anderson e Blackwood (2004) argumentam que existem fortes razões pedagógicas para incorporar os dispositivos móveis na educação, para tanto apresenta estudos de (FARMER; TAYLOR, 2002) e Susana Sotillo (2003) que mostram a aplicação de conceitos construtivistas quando da utilização da computação Ubíqua na educação através de redes sem fio.

2.2.1.2 Aspecto do Aluno

Com relação aos aspectos relativos à capacidade de aprendizado humano, Koole (2009) afirma que é relativo às habilidades cognitivas, a memória, o conhecimento prévio, fatores emocionais e motivacionais dos indivíduos. Ela afirma ainda que é a descrição de como os alunos usam o que eles já conhecem e como codificam, armazenam e transferem informações. Neste caso é necessário investigar como acontece o processo que o próprio cérebro realiza para acomodar os novos conhecimentos em suas estruturas neurais. Sendo assim as contribuições dos construtivistas bem como da neurociência muito interessa para a compreensão deste tema.

Dentre os principais construtivistas, Jean Piaget pode ser considerado um pioneiro em dar cunho científico a esta tendência filosófica. O seu trabalho sobre a Epistemologia Genética causou uma verdadeira revolução no modo de pensar a educação. Um dos principais conceitos formados a partir de seus estudos foi a Teoria da Equilibração. Esta será explicada nas linhas que seguem.

Teoria da Equilibração

Segundo Piaget (1980 apud PÁDUA, 2009) o desenvolvimento cognitivo se dá através de uma relação dialética que acontece com a interação com objeto de aprendizado. Isso acontece através dos processos de assimilação e acomodação que reorganiza as estruturas cognitivas para acomodar os conhecimentos adquiridos a partir do objeto de aprendizado. Para tanto, as estruturas cognitivas passam pelos processos que ele define como *Assimilação*, *Acomodação* e *Equilibração*. Estes processos se baseiam na tese de que o conhecimento é armazenado no cérebro em uma estrutura cognitiva que ele denomina de *Esquemas Cognitivos*. Estes Esquemas existem de tal forma que as informações retiradas de um determinado

objeto de aprendizado são “encaixadas” em si. Quando não existe um Esquema Cognitivo pronto para acomodar este novo conceito, as estruturas são alteradas e reconstruídas para que então seja possível a Assimilação deste novo conceito (PIAGET, 1976). Na sequência serão detalhados estes processos.

Assimilação

O processo de assimilação é tratado por Piaget tal como um processo biológico (isso por que a sua formação era de biólogo (PÁDUA, 2009)), para ele “a assimilação constitui um processo comum à vida orgânica e à atividade mental, portanto, uma noção comum à fisiologia e à psicologia” (PIAGET, 1996, p. 47). Neste sentido o processo de assimilação acontece quando organismo retirar as propriedades de um determinado alimento para transformar em energia. Já nos processos cognitivos, a assimilação tem um processo semelhante, pois na relação sujeito/objeto o aprendiz retira do objeto de conhecimento algumas informações e as retém, porém ele só retém informações das quais já tenha estruturas cognitivas apropriadas. No entanto, ao contrário da assimilação do processo fisiológico, que utiliza reações químicas para transformar o alimento, no processo cognitivo o objeto não é alterado (Pádua, 2009). O objeto neste caso passa a ser integrado aos campos de aplicação das estruturas cognitivas, como cita Piaget, “A assimilação não se reduz [...] a uma simples identificação, mas é construção de estruturas ao mesmo tempo em que incorporação de coisas a essas estruturas” (PIAGET, 1996, p. 364).

O processo de Assimilação culmina, segundo Piaget, numa associação de inferências, como ele afirma que.

[...] assimilar um objeto a um esquema torna [...] a conferir a esse objeto uma ou mais significações e é essa atribuição de significações que comporta, então, um sistema mais ou menos complexo de inferências, mesmo quando ela tem lugar por constatação. Em resumo, poder-se-ia dizer então que uma assimilação é uma associação acompanhada de inferência. (PIAGET, 1976, p. 59)

Acomodação

A acomodação é o processo pelo qual as estruturas mentais são modificadas para absorverem os novos conceitos a cerca dos objetos de aprendizado. Ou seja, quando uma pessoa se depara com um novo conceito, no qual ele não tenha esquemas cognitivos prontos para absorver um determinado conteúdo, os esquemas cognitivos irão reestruturarem, modificando parcial ou integralmente um determinado esquema, ou criando novas estruturas para que

então seja encaixado este novo conhecimento nas estruturas cognitivas mais adequadas (PÁDUA, 2009). Para Piaget (1996 apud PÁDUA, 2009) "a assimilação e a acomodação são [...] os dois polos de uma interação entre o organismo e o meio, a qual é a condição de todo funcionamento biológico e intelectual".

Para exemplificar melhor considere as duas imagens abaixo:



FIGURA 3 – Imagem reconhecida com esquemas cognitivos prontos.



FIGURA 4 – Imagem nova – esquemas cognitivos ainda não reconhece.

Uma criança que teve a oportunidade de ver apenas a imagem do gato até o momento em que é exposta a imagem do Tigre tenderá chamar a segunda

imagem de gato. Isto porque ele não tem estruturas cognitivas prontas para assimilar a informação de que aquela imagem se trata da imagem de outra espécie de felino, muito embora as visíveis diferenças de tamanho e aspectos gerais. Isso significa que a criança tem esquemas prontos para reconhecer o gato (quadrúpede, peludo, orelhas pontudas, formatos dos olhos, entre outras características), mas não o Tigre. Somente quando um adulto corrige a criança e informa que não se trata de um gato, mas sim de um Tigre, acontece o que Piaget chama de desequilíbrio, pois haverá uma reestruturação dos esquemas cognitivos para formarem novos esquemas, para que então a criança possa reconhecer que aquela imagem se trata de um Tigre e não de um Gato.

O processo de acomodação provoca uma mudança de comportamento, sendo muito mais do que uma reação isolada a um determinado estímulo, conforme Pádua (2009).

A acomodação é uma variação de comportamento e não uma mera reação a determinados estímulos, pois a capacidade de variação das estruturas mentais deixa claro que mesmo as mais simples reações não são processos simplesmente mecânicos; a acomodação é a origem do processo de aprendizagem. (PÁDUA, 2009).

Desta forma pode-se dizer que o aprendizado nada mais é do que a associação dos processos de Assimilação e de Acomodação. Neste sentido afirma Piaget.

Que a vida mental seja também acomodação ao meio ambiente, disso não se pode [...] duvidar", portanto também a "assimilação jamais pode ser pura porque, ao incorporar os elementos novos nos esquemas anteriores, a inteligência modifica sem cessar esses últimos para ajustá-los aos novos dados. (PIAGET, 1996, p. 13 apud PÁDUA, 2009).

Equilibração

Este processo acontece quando o sujeito se depara com uma nova situação ou um algo novo em relação ao objeto de aprendizado, de forma que este novo conceito encontra, no processo de Assimilação, uma resistência ao novo conteúdo, desta forma as estruturas mentais do sujeito necessitam passar por uma

reestruturação, modificando-a, para acomodá-las a um novo esquema. Este processo contínuo de busca por ajustar as estruturas mentais, a fim de Assimilar as informações de um determinado objeto de aprendizado, é chamado de Equilibração (PÁDUA, 2009).

O processo de Equilibração é contínuo, dialético e progressivo, sendo, desta forma, dinâmico e não estático. Para Piaget este é um processo "que conduz de certos estados de equilíbrio aproximado a outros qualitativamente diferentes, passando por múltiplos desequilíbrios e reequilibrações" (PIAGET, 1976, p. 9). Neste sentido Pádua (2009) afirma que é por esta razão que Piaget chama este processo de Equilibração e não Equilíbrio, para diferenciar a dinâmica do processo.

Zona de desenvolvimento Proximal

Outro grande nome da Psicopedagogia é o de Levi Vygotsky, dentro de suas principais contribuições para este campo de estudo podemos destacar o que ele chamou de Zona de desenvolvimento proximal. Para realizar os estudos no qual ele desenvolveu esta tese, ele deixou de lado os métodos rigorosos da Psicologia da sua época (testar hipóteses, controlar variáveis rigorosamente, quantificar respostas, fazer inferências sobre relação de causa e efeito, entre tantos outros) e partiu para o método genético-experimental, que não se preocupava em controlar o sujeito, mais sim em dar o máximo de oportunidades para que ele se empenhasse nas mais diversificadas atividades em que fossem possíveis de ser observado (COLE; SCRIBNER, 1988, p.13). Desta forma ele aplicou técnicas que dava ênfase aos processos e não ao produto (DRISCOLL, 1995, p. 226).

Como resultado dos seus experimentos Vygotsky define que a Zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real (a capacidade de resolver problemas independentemente) e o nível de desenvolvimento potencial (medido pela capacidade de resolver problemas sob a orientação de um professor ou colega mais capaz) (VYGOTSKY, 1998, p. 97). Neste sentido a Zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda estão em processo de maturação. É na verdade uma medida do potencial de aprendizagem do sujeito, sendo a representação da região onde o desenvolvimento cognitivo ocorre e está em uma dinâmica constante de mudanças.

As interações sociais delimitam esta zona de desenvolvimento proximal ao mesmo tempo em que provoca o aprendizado. O limite inferior é o potencial em

que o aluno se encontra, o superior é definido por meio de processos instrucionais, estes ocorrem nas relações sociais tais como brincadeiras, relação profissional (trabalho) no ensino (formal ou informal), de forma que não importa o tipo de relação, mas sim que haja interação social (DRISCOLL, 1995, p. 233).

Desta forma Vygotsky dá uma condição sine qua non às interações sociais no processo de ensino e aprendizado. Sendo assim, o Mobile Learning oferece a oportunidade de um ensino interativo através das redes sociais e colaborativas oferecidas pelo ciberespaço, o que proporciona ao aluno a oportunidade de desenvolver o seu potencial de aprendizado.

Critérios para estabelecer os processos educacionais

De acordo com Koole (2009) e baseado nos fundamentos estabelecidos através dos estudos citados neste capítulo, os critérios importantes para estabelecer processos educacionais são, basicamente, o conhecimento prévio do aluno, a memória, contexto e transferência, o aprendizado por descoberta, os fatores emocionais e a motivação.

O conhecimento prévio diz respeito às estruturas cognitivas que os alunos têm para desenvolver a aprendizagem, como visto na Teoria da Equilibração, a partir das estruturas cognitivas do sujeito, ou seja, dos conhecimentos já equilibrados em suas estruturas mentais, ele parte para um desequilíbrio para que seja novamente reequilibrado (PIAGET, 1996; PÁDUA, 2009). Portanto deve se levar em consideração o nível de conhecimento do aluno, pois isto afeta diretamente a facilidade para o aluno compreender um novo conceito.

A memória refere-se às técnicas de memorização e de como acontece o processo de armazenamento de informações no cérebro. Para tanto Koole (2009) leva em conta o estudo da memória semântica e episódica de Tulving e Donaldson (1972). Eles desenvolveram estudos que mostram que a memória explícita (aquela relativa ao que recordamos conscientemente) pode ser dividida em duas: memória semântica e memória episódica. A memória semântica é aquela em que guardamos as informações sobre determinado objeto, por exemplo, que um cão é um animal. A memória episódica é aquela que liga o objeto a um contexto específico, como o dia em que o cão do vizinho latiu quando a pessoa passava em frente ao portão (TULVING; DONALDSON, 1972). Além dessa questão, muitos outros critérios influenciam o processo de ensino e aprendizado, tais como apresentar os conceitos

usando aquilo que é habitual do aluno e da sua realidade facilita a compreensão (DISCROLL, 1994), e a teoria da codificação dual de Allan Paivion (PAVION, 1979) que afirma que a transmissão de informação acontece mais efetivamente quando o cérebro usa vários canais (geralmente auditivo e visual, como afirma Tavares (2008)). O uso de multimídia ajuda na ativação destes processos.

Em relação ao contexto e transferência, o uso de informações efetivas ajuda os alunos a recordarem, entenderem e transferir conceitos para vários contextos (KOOLE, 2009).

Aprendizado por descoberta é aplicar novos conceitos e procedimentos em novas situações de aprendizado, solucionar novos problemas. Estas atividades podem ajudar os alunos a desenvolver habilidades tais como filtrar, escolher e reconhecer informações relevantes em diferentes situações (TIRRI, 2003, p. 26).

Sobre os fatores emocionais e motivacionais, o sentimento do aluno em realizar uma tarefa, levando em conta a sua boa vontade e habilidades em adquirir uma determinada informação, pode afetar o estado emocional do aluno ou causar o desinteresse em realizar uma determinada tarefa (KOOLE, 2009).

2.3 Considerações do estudo do contexto

Desta forma, os aspectos do dispositivo e do aluno deixam claro que a aplicação de TMS à educação pode contribuir significativamente para auxiliar o processo de ensino e aprendizado, visto que o acesso aos dispositivos multimídias, à interação através do ciberespaço, a apresentação de assuntos no contexto do aluno e os fatores emocionais ativam os principais processos de cognição da mente humana.

No entanto, para que haja sucesso nos aplicativos voltados para processos de aprendizado móvel (M-Learning), a interseção entre os aspectos do dispositivo e do aluno é de suma importância, sendo esta interseção os critérios de usabilidade do dispositivo (Koole, 2009). Devido à importância deste aspecto para o projeto de um aplicativo para M – Learning, bem como por ser o foco deste trabalho, ele será detalhado com profundidade no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3. USABILIDADE PARA MOBILE LEARNING

Este trabalho tem como foco inspecionar a usabilidade do aplicativo Mobilogo, desenvolvido no projeto (ANDRADE; AVELINO; ARAÚJO; BUBLITZ, 2010). Para tanto é necessário o aprofundamento nas bases teóricas que fundamentam a usabilidade, levando em consideração o contexto educacional em que se aplica e as características técnicas envolvidas em dispositivos Mobile, conforme exposto no capítulo 2. Neste capítulo será relatado o estudo sobre o que é a usabilidade, como avaliar a usabilidade, quais são os critérios e quais critérios e técnicas mais aplicáveis ao contexto de aplicativos para M – Learning.

3.1 O Que é usabilidade

O estudo da usabilidade nos lava ao referencial da Interação Humano – Computador, frequentemente identificada pelo acrônimo IHC. Esta área da computação, que estuda todos os fenômenos da interação entre o usuário (Humano) e a máquina (Computador), começou a se desenvolver a partir da necessidade de aprimorar as interfaces dos primeiros computadores até os dias atuais. A princípio o termo interface era entendido “como o hardware ou software com o qual o homem e o computador podiam se comunicar” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Este conceito primordial evoluiu com a inclusão dos aspectos que envolvem a capacidade cognitiva do usuário e também os aspectos emocionais. Hoje, a princípio, é comum imaginar que a interface é a tela com as informações contidas nela com a qual o usuário se comunica com a máquina. Porém esta é uma visão superficial da interface que, segundo Rocha e Baranauskas (2003), não está na direção correta.

Conforme Brenda Laurel (1990 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003) “a “direção correta” é aquela que leva o usuário a ter mais poder”. Esta direção aponta para o objetivo de facilitar o uso do sistema para o usuário, desta forma ele terá como explorar todas as funcionalidades de um determinado software, sem ter grandes dificuldades na interação do sistema. Se, porém, o software for incrementado com muitas funcionalidades, mas for bastante complexa sua manipulação, o usuário fica refém das suas próprias limitações no tocante ao conhecimento no uso e manipulação desta ferramenta. Sendo assim, é importante que o software possua muitas funcionalidades, mas é essencial que seja fácil de usar (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Aprofundando mais o conceito de interface, Brenda Laurel define que “uma interface é uma superfície de contato que reflete as propriedades das que interagem, as funções a serem executadas e o balanço entre poder e controle” (LAUREL, 1993 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Esta definição traz um sentido bem mais amplo do que realmente seja uma interface. O mundo está repleto de exemplos de interfaces usadas pelos humanos no cotidiano, como a maçaneta de uma porta, a direção de um carro, o câmbio de um carro, uma torneira, uma tesoura, dentre tantos outros. Todos estes objetos possuem uma forma particular de interação e são projetados levando em consideração a forma como são utilizados, considerando os aspectos do utilizador. Exemplos: Existem tesouras que são fabricados para destros e canhotos; O câmbio do carro é geralmente projetado para destro; as maçanetas das portas são projetadas conforme o sentido que deve ser aberto, sentido horário ou anti-horário, puxar, empurrar. (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 8).

Em muitas destas interfaces o controle da interação está na ação a ser tomada pelo usuário, porém em outras o controle é realizado pelo objeto, como, por exemplo, as torneiras que desligam automaticamente ou os secadores de mãos encontrados nos banheiros públicos, que são acionados assim que identificam, através de sensores, uma presença na parte inferior do equipamento, mais especificamente na saída de ar. Esta ação não é controlada pelo sujeito, de tal forma que pode ser acionada mesmo sem ser essa a intenção do usuário, bastando, por exemplo, que ele passe a mão por baixo acidentalmente, assim o equipamento liga mesmo sem o usuário necessitar de enxugar as mãos.

Em relação aos computadores, as interfaces não dizem respeito apenas às telas com ícones e janelas com barras de rolagens tal como temos hoje em dia, mas ela remota a toda evolução tecnológica e acompanha a evolução do próprio computador (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 9).

Jacob Nielsen mostra através de uma tabela a relação entre as gerações de computadores e o usuário para cada fase, esta tabela é apresentada abaixo:

Geração	Tecnologia de Hardware	Modo de operação	Tipo de usuário	Paradigma de interação
-1945 Pré-história	Mecânica e eletromecânica	Somente cálculo	Os próprios inventores	Nenhum
1945-1955 Pioneira	Válvulas, máquinas enormes e sujeita a muitas falhas.	Um usuário por vez em um tempo limitado	Especialistas e pioneiros	Programação, batch
1955-1965 Histórica	Transistores, mais confiáveis, começam a ser usado fora do laboratório.	Batch, computador central acessado indiretamente.	Tecnocratas, profissionais de computação.	Linguagem de comando.
1965-1980 Tradicional	Circuito integrado, maior popularização pelo custo.	Time-sharing	Grupos especialistas, sem conhecimento computacional.	Menus hierárquicos e preenchimento de formulários.
1980-1995	VLSI. Pessoas podem comprar seu computador	Computador pessoal para único usuário	Profissionais de todo tipo e curiosos	WIMP (Window, Icons, Menus, e Point device)
1995 – Futura.	Integração de alta-escala. Pessoa podem comprar diversos computadores	Usuários conectados em rede e sistemas embutidos	Todas as pessoas.	Interface não baseada em comandos.

Tabela 1 – Gerações de Computadores e de Interface de usuário, adaptado de Nielsen (1993, p. 50 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 10).

Desta forma, desde os primórdios da computação, passando pela fase pré-histórica (anterior a 1945) com a interação com as calculadoras sendo feitas através da manipulação de cabos e chaves, aos históricos ENIACS e Mainframes das primeiras gerações, que a interação se dava através de chaves e mostradores, a interação através do processamento em batch a partir dos cartões perfurados,

chegou-se ao desenvolvimento do *Time Sharing* e *teletipos* com linhas de comando e programas orientados a menus, que trazem uma noção dualista a esta interação, no sentido de que o computador é tratado como uma parte e o usuário a outra (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Esta é uma forma muito simples de pensar a conversação, pois o usuário passa um comando e o computador dá uma resposta, sendo esta interação mediada por meio de uma tela. Evoluções nos estudos linguísticos demonstram que uma conversação não é linear, no sentido de que a informação deve ser processada pela parte receptora e depois esta última parte retorna com uma resposta. Neste sentido o significado é fundamental para o diálogo, sendo que quando uma das partes não decifra os símbolos utilizados na conversação acontece uma quebra na comunicação. Isto leva ao estudo das *Metáforas de Interfaces* por (CARROLL et.al. 1988; WONZY, 1989). Este estudo mostra que assim como nossa linguagem está recheada de metáforas é interessante que a interação com o computador se dê através deste tipo de linguagem. Isto acontece, por exemplo, nos casos clássicos em que o usuário arrasta um arquivo de uma pasta para outra, “pensando” que está movendo o arquivo de lugar, quando na verdade o que está mudando é a informação de qual diretório pertence aquele determinado arquivo (conceito de ponteiro) (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 12-13).

3.1.1 A interação Humano–Computador

No sentido de tornar o uso de computadores cada vez mais aceitável e efetivo por usuários, os projetos dos softwares e hardware devem garantir uma alta qualidade de seu design. Esta preocupação levou as empresas que produzem softwares a terem uma preocupação com o desenvolvimento da sua interface, usando termos como “interface amigável”, sem, contudo, em muitos destes produtos, considerarem aspectos relacionados à facilidade com que o usuário vai realizar uma determinada tarefa ou se efetivamente esta tarefa será utilizada. Em paralelo a isto, vários estudos tentaram desvendar os aspectos relacionados ao uso de computadores por pessoas no trabalho, fazendo uso dos aspectos psicológicos de como acontece a interação de um usuário com o computador. Partindo disto evoluiu-se ao ponto de perceber-se que os fatores relacionados ao usuário envolviam aspectos ainda mais amplos (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Seguindo este entendimento, em meados dos anos 80, foi utilizado o termo Interação Humano – Computador (IHC) para descrever este novo campo de estudo. Este termo é definido por Rocha e Baranauskas (2003) como sendo “a disciplina preocupada com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles”.

Em outras palavras, a IHC tem a preocupação de tornar os sistemas mais produtivos e fáceis de usar, em seu contexto de aplicação. Ou seja, objetiva torna o sistema usável, seguro e funcional (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 17).

Nielsen amplia esta discursão quando utiliza o termo **aceitabilidade de um sistema**. A aceitabilidade de um sistema por sua vez é subdividida em aceitabilidade social (que está relacionada aos aspectos que envolvem as interações sociais) e aceitabilidade prática (que leva em conta fatores tais como: custo, confiabilidade, compatibilidade, entre outros). Esta segunda também envolve o termo **Usefulness**, que se refere ao sistema ser usado para atingir um determinado objetivo (NIELSEN, 1993 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 17-18).

O **Usefulness** é por sua vez também subdividido em duas partes, são elas: a **Utilidade** e **Usabilidade** do sistema. A Utilidade de um sistema se refere ao quanto o sistema realmente faz o que deve ser feito, ou seja, se um sistema educacional realmente auxilia no aprendizado, se um jogo realmente diverte e assim por diante. A Usabilidade por ser o objetivo desta discussão até aqui, será apresentado com maior profundidade na próxima seção.

3.1.2 Usabilidade

O conceito de usabilidade está relacionado ao quão bem o usuário pode usar uma funcionalidade definida (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 18). A norma NBR 9241 – 11 define como “a media com a qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (NBR 9241 – 11, 2002). Este conceito é uma das chaves em IHC, sendo tema do livro *Engenharia de Usabilidade* do já citado nesta obra Jacob Nielsen (1993). Este autor, em entrevista concedida a Folha Online, destaca que o sucesso da usabilidade é porque, nas palavras dele,

[...] ela funciona. Ela fornece as informações sobre o que os usuários realmente fazem e necessitam, ao contrário do que eles possivelmente "diriam" que querem ou mesmo do que os designers poderiam especular em salas de reuniões sobre o que os usuários pudessem querer. Quando você projeta baseado em fatos empíricos [comprovados por experiências], seu projeto obterá mais sucesso do que se projetar com base em suposições.

Companhias descobriram que obtêm mais lucro de seus websites quando seguem diretrizes de usabilidade e administram testes de usabilidade, e é por isso que eles a utilizam mais. Não que as companhias desejem ser boas e ajudar a humanidade, é que elas desejam ganhar mais dinheiro. É sorte nossa que a forma de se ganhar mais dinheiro na web é projetar para humanos. (SANTANA, 2007).

Abstraindo toda a discursão filosófica que gira em torno da questionável nobreza da causa do sucesso da usabilidade, no tocante as motivações extremamente capitalistas na visão de Nielsen, o fato é que as técnicas e os critérios da usabilidade garantem que o processo de design seja feito visando a **aceitabilidade do sistema** (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 27).

Para garantir a aceitabilidade do sistema, Nielsen propõe uma usabilidade norteada por princípio que ele destaca como *slogans de usabilidade*. Alguns destes slogans são (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 28 – 29):

- *Sua melhor tentativa não é boa o suficiente* (partindo da premissa que é impossível fazer a interface perfeita, uma vez que o usuário pode interpretar mal a intensão do design);
- *O usuário está sempre certo* (baseado na ideia de que o design deve ter a humildade de reconhecer problemas e refazer uma “boa ideia” para resolver o problema do usuário);
- *O usuário não está sempre certo* (o usuário nem sempre sabe exatamente o que quer ou o que é melhor);
- *Usuários não são designers* (no sentido de que mesmo podendo fazer uma interface flexível onde o próprio usuário pudesse customizá-la, esta não seria a melhor opção, visto que pode causar incoerência com as opções disponíveis, aumento da complexidade adicionando mais uma interface para customizar, quebra do padrão da interface, e por fim a falta de garantias de que o usuário adote o melhor designer);
- *Designers não são usuários* (uma vez que um designer é um usuário avançado ele não terá uma visão superficial, ou de principiante, quando for

interagir com o sistema. O seu nível de conhecimento pode levá-lo a crer que determinadas mensagens são claras e legíveis, enquanto que para um usuário iniciante esta mesma mensagem pode ser incompreensível);

- *Menos é mais* (no sentido de dispor apenas aquilo que o usuário irá necessitar para realizar a tarefa desejada);
- *O Help não ajuda* (o designer deve desenvolver a interface de tal forma que o usuário não necessite utilizar a documentação do sistema, visto que na maioria das vezes isso se torna uma operação complexa e nem sempre resolve o problema do usuário);

Atributos de Usabilidade

Segundo Nielsen (1993) a usabilidade é definida em função de múltiplos componentes, e é tradicionalmente relacionada a cinco atributos que são listados abaixo:

- ***Facilidade de aprendizagem***

O sistema deve ser fácil de aprender, pois o usuário não aprende todas as funcionalidades do sistema antes de usá-lo. Antes disso ele aprende na medida em que vai utilizando as funcionalidades do sistema. Neste sentido a métrica se dá através da medida do tempo que um usuário leva para aprender a interagir no sistema;

- ***Eficiência***

Este atributo refere-se a usuários experientes, pois é métrica do quanto o sistema efetivamente proporciona uma produtividade alta. Neste caso entende-se que o usuário já tenha aprendido as funcionalidades do sistema, sendo então a avaliação destes usuários, quanto a sua performance, uma forma de medir o quão eficiente é o sistema.

- ***Facilidade de Relembrar***

Este atributo visa garantir que o usuário possa relembrar facilmente as diversas funcionalidades do sistema. Mesmo em casos de usuários casuais, que acontece na maioria dos sistemas em uso, ou nos usuários que utilizam continuamente o sistema e deixa de utilizar durante um determinado período. Neste caso o sistema deve garantir que o usuário possa utilizá-lo sem ter que aprendê-lo novamente.

Geralmente este atributo não é medido, porém os sistemas modernos procuram garantir esta facilidade deixando visível tudo o que o sistema pode executar. Sendo assim o sistema está continuamente lembrando ao usuário as funcionalidades que possui.

- **Erros**

O erro no contexto da usabilidade é toda ação que leva ao fracasso na tentativa de obter um resultado em uma tarefa, ou simplesmente um “engano”. Não é esperado que o sistema não tenha erro algum, muito embora esta seria uma situação ideal, porém o que se espera é que o sistema possua uma *taxa de erros* baixa, ou seja, que o usuário cometa poucos erros na execução de suas tarefas e que, em cometendo erro, seja fácil a sua recuperação.

Erros graves do tipo em que o usuário perde seu trabalho (como nos casos em que o usuário passa horas trabalhando na editoração de um texto ou na construção de uma planilha e perde todos os dados, tendo que refazer tudo novamente) são inadmissíveis.

- **Satisfação subjetiva**

A satisfação subjetiva se dá quando o usuário gosta, no sentido de sentir prazer, de utilizar o sistema. Este atributo é muito importante em sistemas que necessitam do envolvimento dos usuários, como jogos e sistemas domésticos em geral.

A avaliação deste atributo é feita através de questionários onde pergunta as opiniões subjetivas do usuário em relação ao sistema. Exemplos destes questionários serão expostos na seção de inspeção de usabilidade.

Segundo Rocha e Baranasukas (2003, p. 32 – 34) a dedução dos princípios de usabilidade é que eles atingem, basicamente, dois aspectos: a tarefa a e as características individuais dos usuários. Sendo assim compreender os aspectos gerais dos usuários é um ponto fundamental no processo de design de uma interface. Sobre isso Nielsen (1993) e Ketola (2002, p. 59) mostram através do gráfico da figura 5 uma relação entre a experiência do usuário e o tipo de design em cada caso, a este gráfico Nielsen chama de *Cubo do Usuário*.

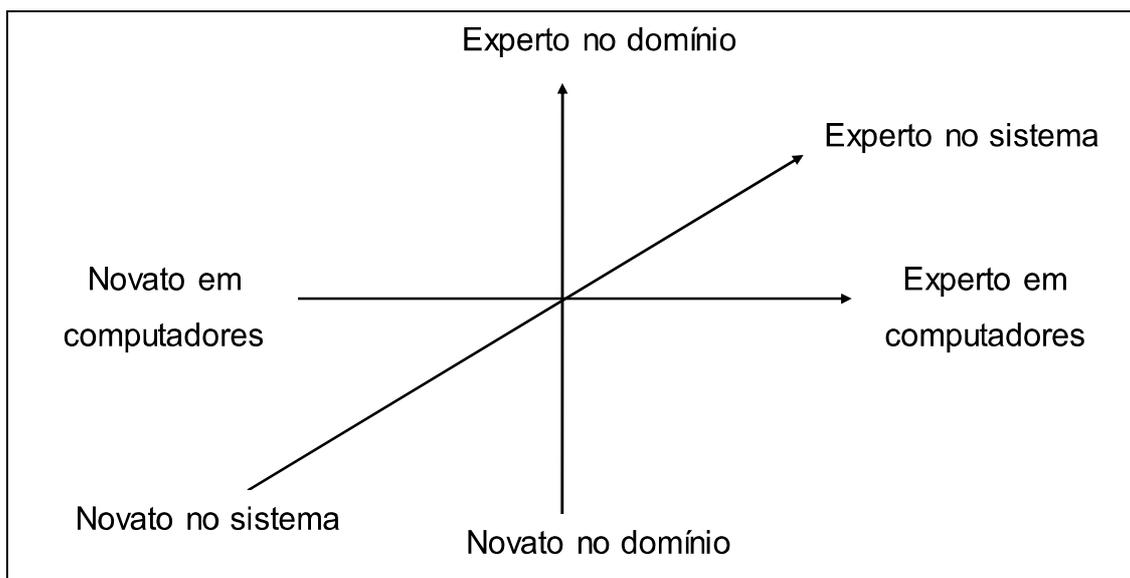


FIGURA 5 – Dimensões das experiências do usuário (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 33).

No tocante a experiência do usuário vale primícias do contexto do aplicativo, pois existem situações em que o software desenvolvido será utilizado sempre por iniciantes, como sistema de informações sobre museu, software instalado em quiosques em parques de exposições entre outros (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 33). A este grupo pode-se acrescentar os softwares educacionais tendo em vista seu objetivo natural. A estes a facilidade de aprendizado é, conforme (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 33), “o requisito mestre”.

Para os usuários mais experientes a funcionalidade é mais importante, no sentido de aumentar a eficiência na realização da tarefa, para garantir isto os sistemas podem dispor de Aceleradores (que pode ser teclas de funções, abreviações de nome de comando, entre outros). A mescla entre as funções de menus curtos (para usuários iniciantes) e menus mais extensos (para os experientes) é uma forma de permitir a evolução natural dentro do sistema. Esta opção pode aumentar a complexidade da interface, e com isso a taxa de erro, portanto deve-se ter cuidado para não expor o usuário principiante ao modo especialista.

Quanto a segunda e terceira dimensão do cubo do usuário, a experiência que o usuário tem com o uso do computador e ao domínio da tarefa, garante ao usuário a localização das características do sistema com maior facilidade, bem como o entendimento de termos específicos de cada aplicação. Usuários experientes em

outros sistemas percebem as características gerais de um sistema computacional e como ele trata certas situações. Por outro lado, existem sistemas desenvolvidos para serem utilizados por especialistas, desta forma o domínio da tarefa garante a identificação de jargões e termos específicos deste determinados sistemas (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 32 -33).

As autoras relatam ainda a problemática em relação a outras características além das experiências do usuário, como a idade, o sexo, habilidade de raciocínio e estilo de aprendizagem. Concordando com (CZAJA et al, 1989; FLOWER; MURRAY, 1987; GOMES *et al*, 1986; SEIN; BOSTRON, 1989).

Examinando desta forma os fatores envolvidos no estabelecimento de critérios para atingir um alto grau de usabilidade, verifica-se que esta não é uma tarefa simples. O que deve ser feito então é estabelecer o contexto em que será aplicado o sistema. Sistemas de utilidade mais geral, como os aplicativos de escritórios, domésticos e de entretenimento (os softwares educacionais estão nesta categoria), exigem maior prioridade em critérios como: facilidade de aprendizado, baixa taxa de erros e satisfação subjetiva. Os sistemas de uso exploratório, cooperativo e criativos são operados por usuários altamente motivados, por isso baixa taxa de erro e facilidade de aprendizado deve ser priorizada. Os de uso comercial e industrial devem priorizar a facilidade de aprendizado, pois exigem um alto custo de treinamento, sendo necessário uma alta performance em um curto espaço de tempo. Os mais específicos são os sistemas críticos, estes têm como atributo base a eficiência, pela criticidade do sistema, alto custo e alta complexidade do sistema.

Analisando a avaliação de usabilidade mais especificamente para software com objetivos educacionais, Lucena (1998) apresenta um estudo que mostra a necessidade de ser determinado o perfil físico, intelectual e psicológico do aluno. Ela apresenta ainda uma escala com alguns fatores psicológicos do Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), maiores detalhes sobre o MBTI estão expostos em (YOUNG, 2001). Os fatores psicológicos apresentados no MBTI, que são influenciados pela teoria da Personalidade de Carl Jung, influenciam na Interação Homem/Máquina, e por tanto, devem ser levados em consideração (LUCENA, 1998), são eles:

- Usuários extrovertidos apreciam variedade de ação e estímulos externos;

- Usuários introvertidos trabalham bem sozinhos e desenvolvem cuidadosamente suas ideias;
- Usuários perceptivos gostam de novas situações, porém demonstram indecisão em suas ações; outros, entretanto, planejam cuidadosamente suas ações, levados pelo julgamento e procuram finalizar suas tarefas;
- Usuários sentimentais transferem sua afetividade para a máquina, procurando resolver os problemas apresentados pelo programa, numa tentativa de agradar e de receber recompensas;
- Usuários racionais colocam as funções em ordem, não se importando com um tratamento impessoal. (LUCENA, 1998).

Além dos fatores supracitados, Lucena (1998) menciona que o sexo da clientela deve ser levado em consideração, concordando com Flower e Murray (1987). Pois, segundo ela, tem-se observado que as alunas apresentam resistência quando se deparam com comandos do tipo: “eliminar o arquivo” ou “aborte o programa”. Da mesma forma observou-se que muitas cores e variedades podem prejudicar a interação do usuário masculino. Sendo assim Lucena (1998) observa que uma interface não é unânime, ou seja, não agrada a todos, não serve para todas as tarefas nem é aplicável a todos os equipamentos e periféricos. Desta forma a autora conclui que toda e qualquer interface deve:

- Reduzir a ansiedade e o medo natural de manipulação da máquina. Muito influem, para tal, os sistemas de ajuda e de consulta amigáveis, bem como uma linguagem acessível e telas atraentes;
- Demonstrar uma evolução eficiente e gradativa de mensagens e graus de complexidade em sua arquitetura de apresentação. Este fator contribui para a agilização do processo de interação;
- Garantir a esperada retroalimentação (feedback) com estratégias inteligentes e abertas a informações com assistência a decisões dos usuários. Através de respostas e perguntas do usuário, possibilita um diagnóstico em relação aos pré-requisitos e rapidez do andamento do programa. (LUCENA, 1998).

Com isso verifica-se que o projeto de uma interface, para qualquer tipo de software, é de fundamental importância para o alcance dos objetivos propostos na aplicação. Sendo assim, o projeto de interface para um software educativo merece uma atenção especial, considerando os objetivos educacionais. De fato, pois a observação do perfil do aluno, da proposta pedagógica do software (que coloca a facilidade de aprendizagem do sistema em destaque), e dos critérios e princípios expostos nesta seção, garantem a qualidade da interação e a manutenção dos fatores motivacionais do aluno. Sobre isso Lucena (1998) afirma que

Se, em geral, a interface de um software é importante para qualquer tipo de usuário, muito mais importante se torna para o usuário/aluno/criança, quando se trata de um software educativo ou usado com fins educacionais, influenciando e inserido no processo ensino/aprendizagem. (LUCENA, 1998, p. 11).

3.2 Usabilidade para Mobile

No que se refere à usabilidade para dispositivos móveis, o principal diferencial é o contexto de mobilidade que deverá ser levado em consideração. As definições gerais de usabilidade, conforme exposto na seção anterior, são válidas para todo e qualquer sistema interativo, conforme observado por Ketola (2002, p. 59). Porém Love (2005) define que a Interação Humano – Computador no contexto móvel se trata da relação entre pessoas e sistemas de computação móvel.

Para o contexto móvel de usabilidade fatores tais como: as características do usuário, as características do ambiente e as características do dispositivo são fundamentais e delas dependem o seu sucesso (LEE *et al.*, 2005 *apud* SOUSA; SPINOLA, 2006).

As características do usuário influenciam, até certo ponto, a forma como ele interage com o dispositivo móvel. Estas características podem ser decisivas para a escolha de qual dispositivo utilizar, pois a “Flexibilidade e Destreza” podem conduzi-lo a utilizar um dispositivo com teclado maior, por exemplo. Já o “Conhecimento e Capacidade” influencia na satisfação, pois ele pode achar que um dispositivo é útil ou não somente pelo fato de saber ou não utilizá-lo. Esta característica muito se assemelha ao aspecto do aluno do modelo FRAME, sendo que neste último caso são levados em conta os aspectos educacionais.

As características do ambiente podem ser decisivas para a escolha do dispositivo, visto que eles devem trabalhar tanto em condições normais quanto em condições extremas do ambiente (frio, calor, umidade, seca, luz natural e artificial).

Características dos dispositivos podem afetar a usabilidade total. Estas características variam desde o tempo de inicialização, que em algumas aplicações pode ser decisiva, integridade dos dados, fator importante para alguns sistemas, robustez/resistência e a Interface com o usuário, que pode incapacitá-lo para utilização de algumas funções devida sua própria natureza.

Para atingir altos níveis de usabilidade em dispositivos móveis, seguindo estas características do contexto móvel, algumas normas e técnicas são consideradas em projetos de interfaces, como o UCD (User – Center Design ou

Projeto Centrado no Usuário). Bem como as características da Interação Fixa versus Móvel, as dimensões da experiência do usuário e os elementos de interface do dispositivo. Todos estes pontos são detalhados a seguir.

3.2.1.1 Processo centrado no usuário (UCD)

Na literatura (e em consonância com a definição para M – Learning centrada no aluno e descrita no capítulo 2) é comum recorrer à norma ISO 13407 (ISO, 1999) para definir os processos de design de uma interface para dispositivos móveis. Isto porque esta norma define critérios e requisitos para **projetos centrados no usuário para sistemas interativos**. A importância desta norma para projetos de interface de dispositivos móveis está na mobilidade do usuário, com isso o usuário precisa ter plenas condições de realizar sua experiência de usabilidade no contexto móvel, como concluído na pesquisa sobre M – Commerce de (VENKATESH; RAMESH; MASSEY; 2003, p. 55) que “sugere fortemente que a relevância, a estrutura e a personalização são essenciais para a realização de uma experiência de interface positiva”. De outra forma, Ketola (2002, p. 59) afirma que do ponto de vista do design o dispositivo móvel é um sistema interativo. Ketola (2002) comenta ainda que o dispositivo móvel serve para a interação com outras pessoas e outros sistemas, porém a perspectiva do Mobilogo é a interação apenas do sistema e o aluno, ou seja, humano – computador.

A norma ISO 13407 orienta como atingir a qualidade de uso em projetos centrados no usuário ao longo do ciclo de vida de um sistema interativo (SOUSA; SPINULA, 2006). O ciclo de desenvolvimento proposto por esta norma, através dos requisitos de produto, esclarece corretamente os requisitos de usuário e da organização e também o contexto de uso da aplicação. O ciclo de desenvolvimento da norma ISO 13407 é demonstrado na figura 6 abaixo. Sousa e Spinula (2006) afirmam ainda que para atingir um alto nível de usabilidade a norma ISO 13407 deve ser aplicada em conjunto com a norma ISO 9241 – 11, citada na definição de usabilidade na seção 3.1.2, e também o relatório técnico da norma ISO TR 18529, pois esta norma possui estrutura formalizada do processo centrado no usuário. Maiores detalhes sobre esta norma são descritos em (ISO STANDARDS, 2010).

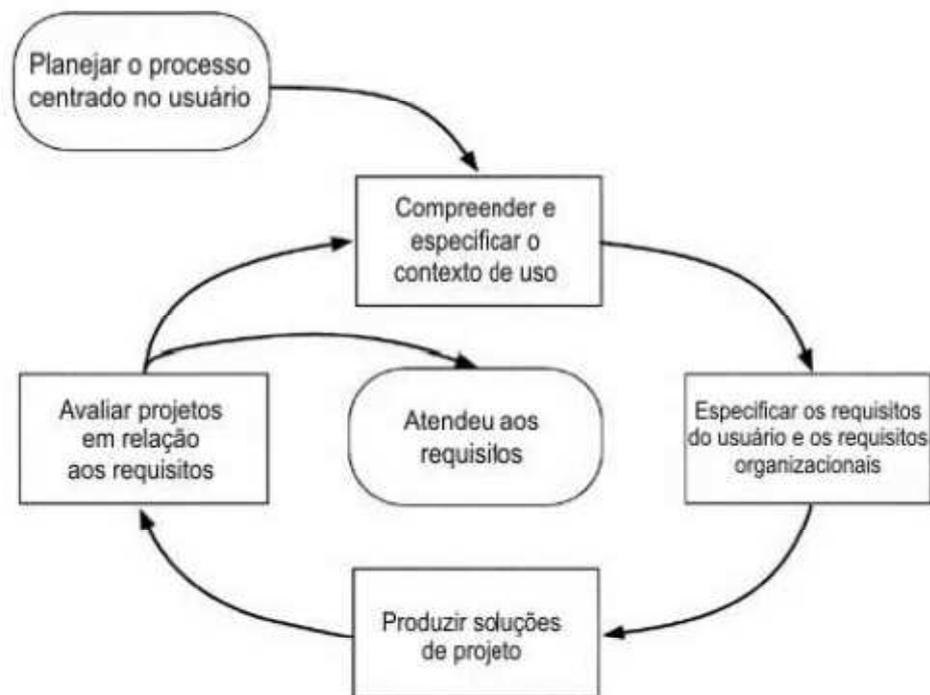


FIGURA 6 – Processo centrado no usuário (ISO, 1999 apud SOUSA; SPINULA, 2006).

O uso do processo centrado no usuário garante benefícios tais como: aumento da produtividade, aumento da qualidade de trabalho e aumento da satisfação do usuário (SOUSA; SPINULA, 2006). Estes aspectos são importantes para softwares educacionais conforme foi mostrado na seção 3.1.2 sobre usabilidade.

3.2.1.2 Interação Fixa versus Interação Móvel.

Levando-se em conta o contexto de mobilidade, a interação homem-máquina sofre mudança em vários aspectos em relação à interação fixa. Neste sentido o quadro da tabela 2 abaixo demonstra alguns dos principais aspectos alterados.

Aspectos da Interação	Interação Fixa	Interação Móvel
Ambiente	Normalmente interno, pouca variação	Interno e externo, variação freqüente
Tempo de duração da interação	Médio a longo	Médio a curto
Mobilidade do usuário	Baixa, normalmente sentado	Alta, qualquer posição e movimentos do corpo
Hierarquia das tarefas	A interação é a tarefa principal	A interação pode ser tarefa secundária
Manipulação de outros objetos que não estão relacionados à interação	Rara	Freqüente
Estilos de interação	Alta dependência da manipulação direta; outros estilos são complementares	Seleção de menus, formulários, apoiados por manipulação direta e linguagem natural

TABELA 2 – Interação fixa X interação móvel (GORLENKO; MERRICK, 2003 apud KUPCZIK; PADOVANI, 2009).

A mudança de paradigma, no tocante ao estilo de interação (móvel ou fixo), é determinante para a decisão de qual é a melhor forma de avaliar a usabilidade de um sistema para dispositivos móveis. Como pode ser observado nas experiências realizadas por Kaikonen *et al.* (2005) e também por Duh, Tan e Chen (2006) que demonstram uma grande diferença entre os resultados obtidos em laboratório e nos testes de campo. A causa desta diferença segundo estes estudos é o ambiente de interação, pois no ambiente fixo o usuário está submetido a poucas variações, o que proporciona a oportunidade de uma maior concentração nas tarefas. Em contra partida, no ambiente móvel, o usuário percebe constantes variações, o que leva ele a desviar sua atenção e perder o foco na tarefa.

Outro aspecto que deve ser considerado entre a interação fixa versus móvel são as características do próprio dispositivo. Conforme foi demonstrado no Capítulo 2. 1.1.1. Neste sentido as características do dispositivo, como tamanho da tela, tipo de teclado, entre outras, são determinantes para o desenvolvimento de uma boa interface, como observado e detalhado por Venkatesh, Ramesh e Massey

(2003) sobre o desenvolvimento de Web sites para m – commerce. Eles verificaram que os Web sites deveriam ter muito menos componentes e funções do que os sites desenvolvidos para o e – commerce devido a estas restrições no dispositivo. Desta forma eles afirmam que as interfaces para m – commerce (ou seja, dispositivos móveis) devem ser produzidas de forma simples, sendo que a chave do sucesso de uma interface, no caso deles para Web sites, é a habilidade de apresentar conteúdos com uma aparência customizada (VENKATESH; RAMESH; MASSEY, 2003, p. 56).

A facilidade no uso de aplicações de dispositivos móveis vai além das questões referentes à design com observado por Venkatesh, Ramesh e Massey. Ela influencia a própria motivação do usuário, como comentado na entrevista de Matthew Bancroft a BBC NEWS, que mostra que 85% de 4000 usuários entrevistados nos Estados Unidos e no Reino Unido se sentiram frustrados ao tentarem configurar o seu telefone, e que 95% usariam mais novos serviços se os telefones fossem mais fáceis de usar (BBC NEWS, 2009). Desta forma a construção de sistemas simples e de fácil utilização garante a *satisfação subjetiva* do usuário.

3.2.1.3 Dimensões da experiência do usuário no contexto móvel

A experiência do usuário já foi mencionada como um fator importante para o desenvolvimento de interfaces para o usuário, no que se refere à experiência do usuário no contexto móvel Ketola (2002) sugere as três dimensões da experiência do usuário, baseado no cubo do usuário de Nielsen, que foi exposto na seção 3.1.2 deste capítulo. Este cubo do usuário modificado para o contexto móvel é demonstrado na figura 7 abaixo.



FIGURA 7 – As três dimensões da experiência móvel, adaptado de Ketola (2002, p. 69).

As três dimensões da experiência do usuário para Ketola são: o conhecimento que o usuário tem sobre a comunicação móvel, isto diz respeito ao contexto tecnológico; o segundo é a experiência que o usuário tem em comunicação móvel, neste caso o fator avaliado é o tempo em que ele usa a comunicação móvel; outro aspecto é a experiência que o usuário tem com o aparelho, ou seja, a frequência de uso (KETOLA, 2002, p 69). No caso deste trabalho, o domínio de maior importância é o da experiência que o usuário tem com o aparelho, pois o sistema em questão não utiliza funcionalidades que influenciem os outros domínios citados por Ketola.

3.2.1.4 Elementos da interface do dispositivo móvel

Para fazer uma análise mais objetiva da interface do usuário devem-se levar em conta os aspectos de interação desta interface. Preece et al (1994 apud KUPCZIK; PADOVANI, 2009) define.

[...] a interface de usuário como a totalidade dos aspectos de uma superfície de um sistema computacional composto pelos dispositivos de entrada e saída, a informação apresentada para/ou deduzida pelo usuário, o *feedback* apresentado ao usuário, o comportamento do sistema, sua documentação e os programas de treinamento

associados e as ações do usuário com respeito a estes aspectos. (PREECE et al., 1994 apud KUPCZIK e PADOVANI, 2009).

Desta forma os elementos da superfície de contato entre o software e o usuário são na verdade os objetos de estudo em uma análise e avaliação de interface. Kupczik e Padovani (2009) traduzem isso em elementos de entrada de dados e saída de informação para desenvolverem sua pesquisa sobre sites de Web Bank para Mobile. Ketola (2002, p. 61) aprofunda esta discussão analisando para telefones celulares em três categorias: Interface com o Usuário, Interface Externa e Interface de Serviço. Os elementos e a hierarquia proposta por Ketola (2002) podem ser resumidos e demonstrados na figura 8 abaixo.



FIGURA 8 - Hierarquia da interface, adaptado de Ketola (2002).

Nesta estrutura a *Interface Externa* se refere aos elementos de apoio no uso do dispositivo, tais como: manuais de uso, help local, fones de ouvido, teclado externo, entre outros elementos. Também fazem parte da Interface Externa os softwares de apoio e manutenção do dispositivo.

A *Interface de Usuário (UI)* é a parte que consta todos os elementos de interação do usuário com o dispositivo. Nesta categoria estão inclusos as ferramentas de entrada (como ferramentas de navegação, softkeys, Keypad, teclados e teclas especiais), Display (Ícones, Indicadores, Linguagem, Localização, Familiaridade), Componentes auditivos (Ringing tones, Qualidade, Interrupções), Ergonomia (Toques e sensibilidades; Slide, operação com uma mão; Balanço, tamanho, largura).

A *interface de serviços* é responsável por habilitar o acesso à infraestrutura de celular existente. Um exemplo disto pode ser o browser do WAP que pertence a UI, porém o serviço WAP pertence à Interface de serviços.

Na figura 9 abaixo é mostrado os elementos de interface do dispositivo utilizado neste experimento.



FIGURA 9 – Elementos de interação que afetam a usabilidade móvel.

A avaliação da usabilidade do Mobilogo se concentrará no nível da Interface com o usuário. Mesmo porque o que está sendo avaliado é o aplicativo em si, e não o dispositivo como um todo. Desta forma os fatores levados em consideração são aqueles que influenciam diretamente a usabilidade da aplicação. Estes estão apontados na figura 9 acima.

No que foi exposto até aqui, as peculiaridades da usabilidade, a usabilidade no contexto móvel e as bases que fundamentam este experimento são suficientes para estabelecer critérios para avaliar o aplicativo objeto de estudo deste trabalho. O que resta é estabelecer como deve ser realizada esta avaliação. Os métodos de avaliação de usabilidade, bem como a qual a melhor para ser utilizada neste caso específico será discutido na próxima seção.

3.3 Métodos de avaliação de usabilidade

Uma vez determinados os conceitos básicos da usabilidade, o próximo passo é saber como fazer para avaliá-la. Neste sentido os estudos de Rocha e Baranauskas (2003, p. 161 – 211) apresentam as principais técnicas utilizadas para Avaliação da Interface. Segundo as autoras, apoiadas por (NIELSEN, 1993; HIX; HARTSON, 1993; PREECE *et al.*, 1994; SCHNEIDERMAN, 1998 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 162), a avaliação da interface deve ocorrer durante todas as etapas de desenvolvimento do software. Devendo levar em conta fatores tais como: o estágio de desenvolvimento do projeto, a sua originalidade (bem definido ou exploratório), número previsto de usuários, criticidade, o custo, o tempo disponível e a experiência dos avaliadores.

As técnicas de avaliação de interface discutidas e apresentadas por Rocha e Baranauskas são: o **teste com o usuário**, **percurso cognitivo** e a **avaliação heurística**.

De forma geral o que se procura numa avaliação de usabilidade é avaliar a funcionalidade do sistema, o efeito da interface junto ao usuário e identificar problemas específicos do sistema (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 163). Baseado nisso elas ainda classificam os métodos de avaliação em duas dimensões: quando esses métodos envolvem ou não o usuário real e se a interface já está ou não implementada (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 164). Partindo destas dimensões, alguns grupos de métodos são estabelecidos, como **inspeção de usabilidade**, **teste de usabilidade**, **experimentos controlados** e **métodos de avaliação interpretativos**. Estes três últimos grupos não foram abordados neste trabalho por fugirem ao escopo do objetivo final a que se propõe a avaliação do Mobilogo, porém maiores detalhes sobre estes grupos de métodos são expostos em (PREECE *et al.*, 1994; DIX *et al.*, 1998; MONK *et al.*, 1993; GREENBAUM; KYING, 1991).

A inspeção de usabilidade é o grupo de método mais indicado para este trabalho, pois a este se aplicam os casos em que o software está em fase de desenvolvimento (pois este grupo de método pode ser aplicado em qualquer fase do projeto). Neste caso, não é necessário o usuário final para efetuar a avaliação ou uma grande infraestrutura como: uso de várias câmeras, uso de softwares específicos ou um laboratório bem estruturado. Na inspeção de usabilidade os próprios desenvolvedores realizam a avaliação com o objetivo de detectarem

possíveis falhas no design da interface com o usuário e fazer recomendações no sentido de eliminar os problemas e melhorar a usabilidade (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

3.3.1 Problemas de usabilidade

Como o objetivo da inspeção é identificar e recomendar melhoria dos problemas de usabilidade, então se faz necessário definir o que é um problema de usabilidade. Este termo neste campo de estudo não significa exatamente um erro na execução de uma tarefa, mas sim aquilo que pode dificultar a usabilidade do sistema, como: lentidão, causar erros de uso, tornar o sistema difícil de aprender ou mesmo o fato de ser feio e desagradável (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 166).

A severidade do problema deve ser considerada, pois conforme o grau de severidade do problema os avaliadores podem ou não recomendar a equipe de desenvolvimento o redesign da interface. Em muitos casos, porém, não é recomendado o redesign imediato da interface, por questões, principalmente, de custos. É necessário então se criar uma lista de severidade dos problemas de usabilidade do sistema em questão, que são sugeridas na literatura por (NIELSEN; 1994; KARAT; 1994; DESURVIRE; 1994 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003) entre outros autores.

O compromisso dos avaliadores fica na questão das recomendações através de um relatório formal das melhorias da interface. A implementação desta melhoria fica por conta da equipe de desenvolvimento (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 167). Para isto eles devem ter uma estimativa de custo do projeto, no sentido de julgar se as correções devem ser implantadas de imediato ou se devem ser lançadas em uma nova versão, ou mesmo se devem ser desconsideradas pelo baixo grau de severidade (NIELSEN, 1994). Contudo o bom senso é recomendado neste momento de decisão de projeto.

3.3.2 Métodos de Inspeção

Existem vários métodos de inspeção de usabilidade como: Avaliação Heurística, Revisão de Guidelines, Inspeção cognitiva e Percurso Cognitivo, Inspeção formal, Inspeção baseada em padrões, Inspeção de consistência (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003; NIELSEN, 1993; SHEIDERMAM, 1998). Os métodos de inspeção de usabilidade não exigem muitos esforços de quem pretende usá-los, não

exigem grandes mudanças na forma em que o projeto está sendo desenvolvido e apresenta resultados rápidos e concretos de quais aspectos precisam ser aperfeiçoados (NIELSEN, 1993).

Entre estes principais métodos de inspeção o Percurso Cognitivo foi escolhido para realizar a inspeção de usabilidade deste projeto, pois, conforme exposto nas bases fundamentais que estabelecem os critérios deste experimento, como visto nas seções 3.1.2 e 3.1.3 deste capítulo, este método avalia a facilidade de aprendizado do sistema, em particular por exploração (LEWS et al., 1990; POLSON et al., 1992 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Por este fato na próxima seção este método será detalhado.

3.3.3 Percurso Cognitivo

Além de ser uma forma de avaliar a facilidade de aprendizado pelo usuário, conforme foi citado anteriormente, o Percurso Cognitivo é usado por especialistas (LOVE, 2005 *apud* KUPCZIK; PADOVANI, 2009). Estes especialistas realizam e apresentam uma proposta sobre algum aspecto no desenvolvimento da interface. Esta proposta será analisada por revisores no contexto de uso de uma ou mais tarefas do usuário, com suposições população de usuário, contexto de uso e sequência de ações que o usuário terá que seguir para o êxito da realização da tarefa (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 186).

O processo de Percurso Cognitivo pode ser dividido em Fase preparatória e Fase de análise, conforme mostrado na tabela 3 abaixo.

Fase preparatória

- Analistas definem tarefas, seqüências de ações para cada tarefa, população de usuários e a interface a ser analisada
1. Quem serão os usuários do sistema?
 2. Qual tarefa (ou tarefas) devem ser analisadas?
 3. Qual é a correta seqüência de ações para cada tarefa e como pode ser descrita ?
 4. Como é definida a interface?

Fase de análise

- Objetiva contar uma história verossímil que informe sobre o conhecimento do usuário e objetivos, e sobre o entendimento do processo de solução de problemas que leva o usuário a "adivinhar" a correta solução. Analistas respondem 4 questões:
1. Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?
 2. Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?
 3. Os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?
 4. Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação a tarefa desejada?
- uma história verossímil de fracasso será contada se algumas das questões acima tiver resposta negativa

TABELA 3 – Processo de Percurso Cognitivo Adaptado de Warton, C. *et al.* (1994 apud ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 187).

Para modelar estas fases Rocha e Baranauskas (2003) propõem a definição de quatro aspectos baseados em perguntas chaves. Um resumo deste modelo é mostrado na tabela 3 a seguir.

INSPEÇÃO COGNITIVA

Questionário da Fase preparatória

1. Quem serão os usuários do sistema?

2. Qual tarefa deve ser analisada?

3. Como é definida a interface?

4. Qual a correta seqüência de ações para cada tarefa e como pode ser descrita?

Questionário da fase de análise

1. Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?
2. Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?
3. Os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?
4. Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação à tarefa desejada?

TABELA 4 – Fases do percurso cognitivo, Adaptado de (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

A fase de análise consiste basicamente em o especialista contar uma estória verossímil que simula o que o usuário faria para realizar uma determinada tarefa. As estórias verossímeis, bem como a aplicação dos questionários acima expostos, em relação à Inspeção da usabilidade do Mobilogo serão expostas no próximo capítulo.

O registro das informações durante o processo de inspeção é muito importante, sendo que existem várias formas de fazer este registro. Quando realizado em equipe é comum que as informações fiquem exposta de forma que toda a equipe tenha acesso. No caso deste experimento o registro destas informações foi feito através do relatório de inspeção conforme exposto no Apêndice A.

3.4 Considerações dos estudos sobre usabilidade

Neste capítulo foi apresentado as principais definições sobre a usabilidade, a interação humano-computador e sua aplicação no contexto de mobilidade (para dispositivos móveis). O estudo esclareceu quais são os principais aspectos que devem ser considerados em uma avaliação de usabilidade para este tipo dispositivo. Aliado aos estudos do contexto de uso, definidos no capítulo 2, pode-se então partir para o estudo de caso, avaliando a interface no Mobilogo, no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4. ESTUDO DE CASO (Avaliação de usabilidade do Mobilogo)

Neste capítulo será relatada a aplicação prática da avaliação de usabilidade do Mobilogo. Esta avaliação por sua vez foi efetuada seguindo os princípios e técnicas já expostas nos capítulos 2 e 3. Para tanto será relatado o que é o projeto Mobilogo. As etapas da avaliação de usabilidade deste projeto com as devidas métricas e coletas de dados e a conclusão da avaliação onde se procurou responder se o Mobilogo é realmente usável ou não.

4.1 O Projeto Mobilogo

O projeto de extensão Mobilogo surgiu na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) campus VII na cidade de Patos – PB com a intenção de ser mais uma iniciativa na direção de levar recursos tecnológicos para o ambiente educacional. Este projeto foi iniciado no segundo semestre de 2010, com o objetivo de desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que simule a linguagem educacional Logo.

A linguagem logo foi criada pelo construcionista Simon Paper em 1969. Esta linguagem se fundamenta nos princípios do construcionismo que por sua vez tem suas raízes no construtivismo. Na prática a linguagem Logo consiste em o usuário passar comandos para uma “tartaruga” (este bichinho pode mudar dependendo da versão do Logo) para que ela obedeça. Os comandos são o “pf” (para frente), “pt” (para traz), “pd” (para direita) e “pe” (para esquerda). Estes comandos são seguidos de algarismos que significam o tamanho do movimento, ou seja, o quanto a tartaruga vai andar para frente, o quanto ela vai girar para direita, e assim por diante.

O compilador do Logo conta com uma pilha que armazena os movimentos e pode acumular novas funções, como por exemplo, guardar na pilha os movimentos “pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100” e dando o nome de quadrado, da próxima vez basta digitar quadrado e a tartaruga desenha esta figura na tela. Desta forma a tartaruga pode “aprender” novos movimentos. Maiores detalhes sobre esta linguagem pode ser encontrado em (LOGOFOUNDATION, 2010).

A aplicação desta linguagem em dispositivos móveis amplia as possibilidades de exploração deste recurso em ambientes variados. Isto é bastante interessante do ponto de vista educacional, uma vez que é um dos objetivos do Logo

que o aluno aprenda por si mesmo a utilizar o computador. Neste sentido o aluno pode usar a linguagem autonomamente de qualquer lugar em qualquer momento.

Para a construção do aplicativo que simule a linguagem Logo, foi escolhida a linguagem de programação Java Micro Edition (J2ME) e utilizado a IDE NetBeans. Foi utilizado o modelo de desenvolvimento YP (Easy Processe) por ser mais adequado a projetos acadêmicos (AGUIAR et al., 2004).

O documento de visão contendo o modelo de tarefa necessário para o desenvolvimento da avaliação de usabilidade está exposto a partir do Apêndice B.

Este projeto de extensão foi publicado na II Mostra de Iniciação Científica e Extensão (II MCE) conforme (ANDRADE; AVELINO; ARAUJO, 2010) e aceito no EPOCA 2010 (ANDRADE; AVELINO; ARAÚJO; BUBLITZ, 2010). Na próxima seção será demonstrado o processo de avaliação de interface do aplicativo, que está em fase de desenvolvimento, oriundo deste projeto.

4.2 Processo de avaliação da interface do Mobilogo

O projeto Mobilogo citado na seção anterior está em fase de desenvolvimento. Portanto, foi verificada a necessidade de avaliar a interface do protótipo, para saber se é usável ou não. Para tanto foi escolhido como método de inspeção de usabilidade o *Percurso Cognitivo*.

A realização do processo de percurso cognitivo é feita pelo revisor no contexto de uma ou mais tarefas do usuário, exigindo uma descrição exata da interface avaliada, que pode ser em forma de maquete (em papel) ou através de um protótipo executável. Para este projeto foi utilizado esta segunda opção. Também, é necessário definir o cenário da tarefa, que neste caso deve-se levar em conta o contexto móvel, conforme citado anteriormente no capítulo 3. A população é outro dado importante: para este projeto será considerado a faixa etária de 16 a 24 anos, pois esta é a população que mais utiliza serviços móveis no contexto escolar conforme foi discutido no capítulo 2.1.1.1.3. Por fim é necessário definir a sequência de ações que o usuário deve realizar para executar uma determinada tarefa. Preenchendo estas características no modelo da Tabela 4 ficará conforme exposto na próxima página.

Analise da interface Menu.

Questionário da Fase preparatória (Análise da interface *Menu*)

1. Quem serão os usuários do sistema?

Alunos do ensino médio (isso inclui a faixa etária de 16 a 24 anos) de uma escola pública da cidade de Patos - Paraíba.

2. Qual tarefa deve ser analisada?

O aluno deve iniciar o jogo.

3. Como é definida a interface?

A interface possui uma figura como o logotipo do jogo bem como um menu com três itens para escolha, que são: Jogo, Ajuda e Sobre

4. Qual a correta sequência de ações para cada tarefa e como pode ser descrita?

O usuário deve clicar na opção Jogo para iniciar. Esta ação leva a tela do jogo onde aparece a área de desenho com a tartaruga no centro e a área onde serão inseridos os comandos.

TABELA 5 – Questionário da fase preparatória da Interface Menu.

Para a fase de análise será contado uma estória verossímil de sucesso e outra de fracasso, conforme a necessidade da avaliação. Para cada estória será respondido um questionário da fase de análise.

Estória de sucesso

Um aluno do ensino médio inicia o jogo Logo selecionando no menu a opção “Logo”.

Questionário da fase de análise (Análise da interface *Menu*)

1. Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?

Os alunos sabem que terão que abrir a aplicação para jogar. Eles sabem que esta seleção é feita através das teclas de navegação do celular.

2. Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?

Os alunos sabem que devem escolher uma opção no menu para executarem uma determinada tarefa no celular. As opções estão descritas direta e intuitivamente.

3. Os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?

O aluno sabe que o nome do jogo é Logo, portanto pode associar este rotulo a tarefa.

4. Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação à tarefa desejada?

A mudança da tela sinaliza o início da aplicação.

TABELA 6 – Questionário da fase de análise da interface Menu (Estória de sucesso).

Abaixo segue a interface avaliada.



FIGURA 10 – Interface Menu.

Estória de fracasso	Critério em que falha
O aluno está na tela Menu do Mobilogo e quer sair da aplicação, ele não consegue, pois não tem uma opção de saída no Menu.	<i>Os usuários perceberão que a opção desejada está disponível?</i>

TABELA 7 – Estória de fracasso da Interface Menu.

Análise da interface Jogo

Questionário da Fase preparatória (Análise da interface *Jogo*)

1. Quem serão os usuários do sistema?

Alunos do ensino médio (isso inclui a faixa etária de 16 a 24 anos) de uma escola pública da cidade de Patos Paraíba que possuem telefone celular compatível com o W 200 da Sony Ericsson. Estes alunos já utilizam a linguagem logo em laboratório através de computadores Desktop.

2. Qual tarefa deve ser analisada?

O aluno deve realizar vários movimentos da tartaruga na área de desenho para formar figuras geométricas.

3. Como é definida a interface?

A interface possui uma área de desenho com a tartaruga no centro e uma área de texto para inserir os comandos. Conforme demonstrado na figura 11.

4. Qual a correta sequência de ações para cada tarefa e como pode ser descrita?

O aluno deve passar os comandos através das teclas de navegação e do teclado numérico. Com as teclas de navegação ele passa o tipo de movimento, pf, pt, pd e pe. Em seguida ele passa o tamanho do movimento através do teclado numérico.

TABELA 8 – Questionário da fase preparatória da interface Jogo.

Estória de sucesso

O aluno passa os comandos através das teclas de navegação e teclado numérico e, passo a passo, forma um quadrado na tela.

Questionário da fase de análise (Análise da interface *Jogo*)

1. Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?

O aluno, por já ter utilizado o Logo, sabe que deve inserir os comandos relativos aos movimentos para realizar a tarefa.

2. Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?

A ação correta estará disponível através das teclas de navegação e teclado numérico. Os usuários sabem disso por experiência com o celular.

3. Os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?

O aluno, por ter experiência com o celular, sabe que a tecla de navegação serve para movimentar para frente, para trás, para esquerda e para direita.

4. Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação à tarefa desejada?

A tartaruga irá correr segundo o movimento determinado, e no campo texto será descrito o comando, conforme figura 11.

TABELA 9 – Questionário da fase de análise da interface Jogo (Estória de sucesso).



FIGURA 11 – Interface Jogo do Mobilogo.

Estória de fracasso	Critério em que falha	Gravidade
1. Considerando aluno que não utilizou o Logo ou inexperiente no celular, ele pode não associar os comandos com as teclas de navegação.	Os usuários irão associar a ação correta ao efeito desejado?	Média, pois isto inflige diretamente o aprendizado por exploração.

<p>2. Considerando o contexto de mobilidade. O aluno está inserindo um comando do tipo pf 100, porém erra o comando (por distração com as variações no meio) e digita pf 11. Ele não consegue corrigir o comando e voltar atrás.</p>	<p><i>Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?</i></p>	<p>Alta, Uma das bases do logo é o aprendizado por exploração, sendo assim o erro é comum e isto fatalmente vai acontecer.</p>
<p>3. O aluno inicia o jogo e não percebe onde deve inserir o comando e nem como inserir, pois não há nenhuma indicação na tela.</p>	<p><i>Os usuários perceberão que a opção está disponível?</i></p>	<p>Média, pelo mesmo motivo da estória 1.</p>
<p>4. O aluno quer limpar a tela e não consegue, pois não existe a opção disponível.</p>	<p><i>Os usuários perceberão que a opção está disponível?</i></p>	<p>Altíssima, pois fere os critérios de reversibilidade, o construcionismo, bem como não está implementada, ou seja, usabilidade desta funcionalidade não existe.</p>
<p>5. O usuário está na tela do jogo e quer voltar para o Menu, ele não consegue, pois não há nenhuma indicação na tela de saída do sistema, mesmo tendo esta opção através das</p>	<p><i>Os usuários perceberão que a opção está disponível?</i></p>	<p>Média, pois o usuário fica sem saída do sistema, porém a funcionalidade está disponível, mesmo não estando claro.</p>

teclas Soft Keys.		
6. O aluno experiente no Logo tenta passar uma pilha de comandos para desenhar uma figura geométrica na tela e não consegue, pois o Mobilogo só aceita um comando por vez.	<i>Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?</i>	Média, Considerando que alunos experientes no Logo podem acessar o sistema, esta opção deve estar disponível, bem como porque esta é a ideia principal da linguagem, forma comandos.

TABELA 10 – Estórias de fracasso.

Desta forma, na interface Menu foi encontrado um erro de usabilidade. Já na interface Jogo foram encontrados 6 (seis) erros de usabilidade. Portanto segue abaixo algumas sugestões de melhorias destas interfaces. Neste caso será considerado também o nível de gravidade da falha, o que será determinante para a equipe de desenvolvimento decidir se refaz o design destas interfaces ou se guarda para versões futuras.

4.3 Resultados da avaliação

Conforme mostrado nos testes realizado nas interfaces disponíveis do Mobilogo, foi verificado que existe um erro de usabilidade de baixa gravidade na interface Menu e seis erros de usabilidade na interface Logo, sendo que apenas um erro foi considerado de altíssima gravidade, um de alta gravidade e quatro de média gravidade.

Para realizar uma métrica desta usabilidade, foram elencadas, através dos níveis de gravidade dos problemas de usabilidade, percentuais de usabilidade. Para cada nível de gravidade do problema foi elencado um percentual de usabilidade conforme mostra a tabela a seguir.

Nível de Gravidade	Percentual de usabilidade
Nula (sem erro)	100%
Baixa	70%
Média	50%

Alta	30%
Altíssima	0%

TABELA 11 – Percentual de usabilidade por funcionalidade.

Para cada funcionalidade é atribuído um percentual de usabilidade de acordo com o exposto na tabela 11. A usabilidade total da interface é medida através da média aritmética dos percentuais de usabilidade das funcionalidades. Conforme a formula abaixo.

$$U = \frac{\sum P}{nF}$$

Onde,

- P = Percentual de usabilidade da funcionalidade;
- nF = Número de funcionalidades;
- U = Usabilidade total da interface;

Com base nesta métrica será realizada a mensuração da usabilidade das interfaces disponíveis no protótipo do Mobilogo. Sendo assim, abaixo segue primeiramente a tabela e gráfico do Percurso Cognitivo da interface Menu.

Usabilidade da Interface Menu				
Funcionalidades	Sucesso	Fracasso	Gravidade	Usabilidade
1. Iniciar o Logo	Sim	Não	X	100,00%
2. Iniciar Ajuda	X	X	X	100,00%
3. Iniciar Sobre	X	X	X	100,00%
4. Sair do Jogo	Não	Sim	Baixa.	70,00%
Usabilidade Total				92,50%

TABELA 12 – Percentuais de usabilidade da Interface Menu.

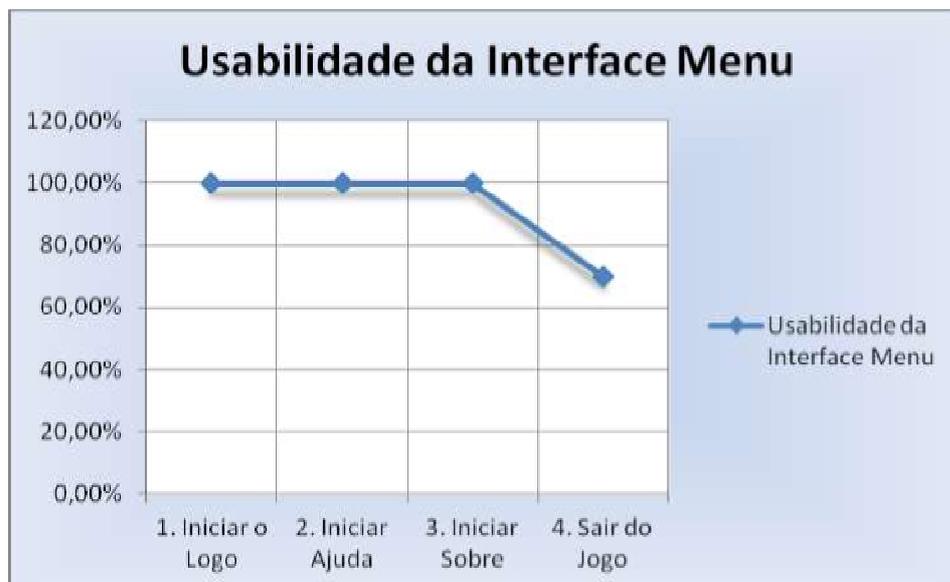


GRÁFICO 1 – Percurso cognitivo da Interface Menu em gráfico.

Às funcionalidades ainda não implementadas nesta interface, foram atribuídas à usabilidade total, para não interferir no resultado final. Em seguida será demonstrada a tabela contendo os percentuais de usabilidade da interface Logo, bem como o gráfico do Percurso cognitivo desta interface.

Usabilidade da Interface Logo				
Funcionalidades	Sucesso	Fracasso	Gravidade	Usabilidade
1. Inserir comandos	Sim	Não	X	100,00%
2. Inserir comandos (usuário inexperiente)	Não	Sim	Média	50,00%
3. Desfazer comandos	Não	Sim	Grave	30,00%
4. Limpar Tela	Não	Sim	Gravíssimo	0,00%
5. Inserir comandos em Pilha	Não	Sim	Média	50,00%
6. Sair do Logo	Não	Sim	Grave	50,00%
Usabilidade Total				46,67%

TABELA 13 – Percentuais de usabilidade da interface Logo.

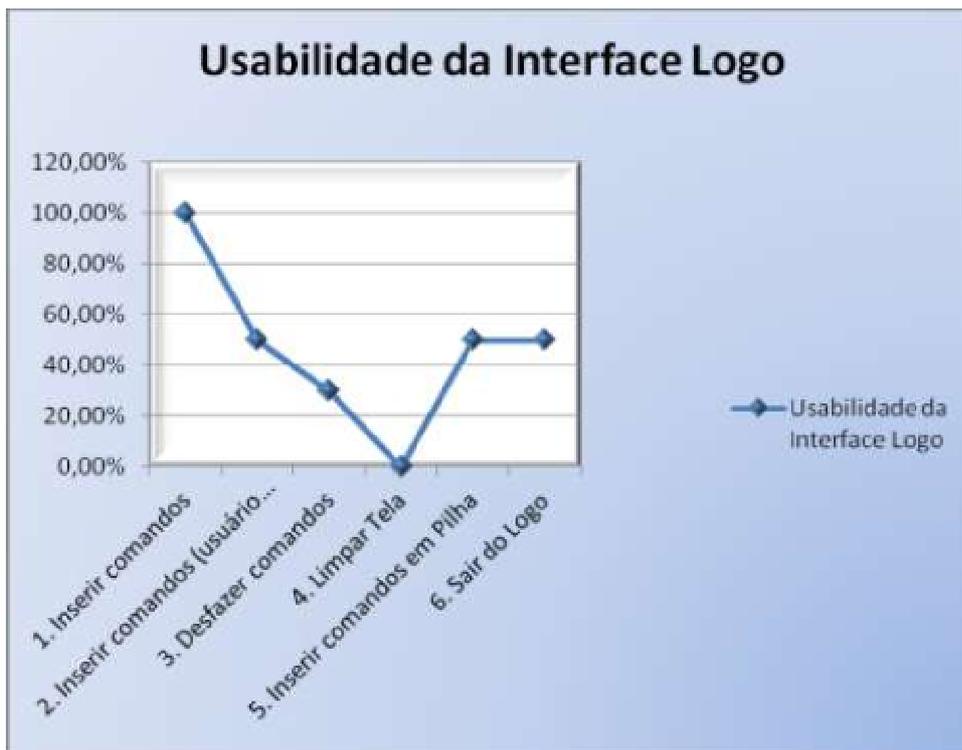


GRÁFICO 2 – Percorso cognitivo da interface Logo em percentuais.

O julgamento quanto ao percentual de usabilidade mínimo para considerar um sistema usável, depende do tipo de sistema que está sendo avaliado, conforme discutido no capítulo 3. Neste caso, o Mobilogo é um software educacional, por este motivo os princípios de usabilidades essenciais a serem considerados nesta análise são: facilidade de aprendizado e satisfação subjetiva do usuário. Neste sentido está sendo considerado um percentual de usabilidade de 70%, pois neste nível, a média dos percentuais de usabilidade das funcionalidades garante que a maioria dos problemas estaria em níveis de gravidade baixo, os quais interfeririam minimamente nestes princípios, poderiam ser tratados em versões futuras. Contudo, neste nível, a usabilidade total não estaria comprometida.

Outro caso que deve ser considerado é como avaliar a usabilidade total do sistema. Neste caso, foi considerado neste projeto, o critério de importância da interface para determinar o peso de sua avaliação na usabilidade total do sistema. Sendo assim, a interface Logo foi considerada a mais importante desenvolvida até este momento. De fato, pois é nesta interface que acontece as principais interações do sistema, bem como é nesta interface que acontece o desenvolvimento da Lógica do sistema, neste caso o jogo Logo.

Portanto, o Mobilogo, na versão atual (v 1.0) tem a interface Menu com um percentual de usabilidade de 92,5%, podendo ser considerada usável. No entanto, a principal interface da aplicação, a interface Logo, tem um percentual de usabilidade de 46,67%, desta forma ela pode ser considerada não usável. Como esta é a principal interface do sistema, ele não foi considerado usável.

No sentido de contribuir para aumentar o percentual de usabilidade do Mobilogo, segue uma série de sugestões de como resolver os problemas de usabilidades identificados nos testes supracitados.

Sugestão de melhoria para interface Menu.

Para a interface Menu o único problema detectado foi a ausência de uma saída do sistema. No entanto, através das teclas Soft Keys do celular, o aluno pode facilmente sair do sistema. Considerando que o dispositivo é de uso diário do aluno então ele conhece a navegação do dispositivo e facilmente conseguiria sair da aplicação. Sendo assim este é um erro de baixa gravidade. Será classificado na tabela 11 abaixo.

Erro	Gravidade	Solução
Falta a opção de saída do sistema no menu.	Baixa	Implementar esta opção no Menu no próximo release.

TABELA 14 – Sugestão de melhoria da interface Menu.

Sugestões de melhorias para a interface Logo

Em relação à interface Logo foram detectados vários problemas de usabilidade. Estes variam desde os com menores gravidades aos de maiores gravidades. Sendo assim será acrescentado mais uma coluna na tabela para justificar cada caso em específico.

Erro	Gravidade	Justificativa	Solução
1	Média	Boa parte dos alunos não utiliza o logo no ambiente escolar,	Colocar os símbolos das setas no início do campo texto para induzir o aluno a pressioná-las. Fazendo

		portanto é provável que eles cometam esse erro.	isso aparecerá o comando (pf,pt,pd ou pe) de acordo com a seta pressionada. Implementar imediato.
2	Alta	Uma das bases do logo é o aprendizado por exploração, sendo assim o erro é comum e isto fatalmente vai acontecer.	Implementar uma forma de poder apagar o texto digitado no campo texto e permitir a reescrita livre. Implementar de imediato.
3	Média	Idem a 1.	Idem a 1.
4	Altíssima	A flexibilidade do jogo fica comprometida, pois uma vez iniciado não tem como voltar atrás.	Implementar no canto inferior direito da tela o menu <i>opções</i> . Neste caso este menu teria a opção "Limpar tela". Implementar de imediato.
5	Média	O aluno fica sem saída do sistema.	Idem a 4, porém acrescentando ao menu <i>opções</i> a opção Sair.
6	Média	Considerando que alunos experientes no Logo podem acessar o sistema, esta opção deve estar disponível, bem como porque esta é a ideia principal da linguagem, forma comandos.	Implementar esta funcionalidade através do conceito de pilhas de comando. Devido à complexidade desta implementação, sugere-se esta funcionalidade para projetos futuros.

TABELA 15 – Sugestões de usabilidade para Interface Jogo.

Com estas sugestões pode-se garantir um alto nível de usabilidade para a aplicação em questão. Abaixo seguem as imagens com as sugestões a serem implementadas.

Para a interface Menu ficaria conforme a figura 12 logo abaixo.



FIGURA 12 – Interface Menu com implementação sugerida.

Quanto à interface Logo, as várias sugestões citadas ficariam assim implementadas, conforme a figura 13 abaixo.



FIGURA 13 – Interface Logo com implementações sugeridas

Para finalizar as sugestões quanto a usabilidade, deve ser levado em consideração que não são apenas os comandos “pf”, “pd”, “pt” e “pe” que são possíveis de serem utilizados na linguagem logo. Comandos acumulados em uma pilha de execução podem dar origem a um novo comando. Um exemplo disso já foi citado na descrição do projeto Mobilogo no início deste capítulo. Contudo, caso esta funcionalidade seja implementada, no decorrer do desenvolvimento do projeto, ela pode ser introduzida no menu Opções.

4.4 Considerações do estudo de caso

Neste capítulo foi realizado um estudo de caso avaliando a usabilidade do aplicativo Mobilogo. Este aplicativo é oriundo de um projeto de extensão desta Universidade, que tem como objetivo desenvolver a linguagem Logo para dispositivos móveis. O projeto está em fase de desenvolvimento, sendo que o primeiro protótipo do projeto foi disponibilizado na versão 1.0. Este protótipo tem apenas duas interfaces implementadas, o que proporcionou os testes de usabilidades apenas nestas.

Foi realizada a inspeção de usabilidade em Percurso Cognitivo para verificar se as implementações produzidas até esta etapa do projeto é usável ou não. Através de critérios específicos e da elaboração de uma métrica para mensurar os dados colhidos pelo Percurso Cognitivo realizado, a aplicação foi considerada não usável. Uma série de sugestões de melhorias, no entanto, foi feita para aumentar o nível de usabilidade, a fim de garantir os princípios de usabilidades primordiais para este projeto que são: a facilidade de aprendizado e satisfação subjetiva do usuário. Desta forma, conclui-se esta etapa do trabalho de monografia, do qual serão realizadas as conclusões no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais deste trabalho de monografia. Apresentando todos os conteúdos discutidos ao longo dos quatro capítulos anteriores, com seus principais temas e conclusões. Depois serão expostas as contribuições que este trabalho deixa para o desenvolvimento de aplicações para o M – Learning, no tocante a usabilidade deste tipo de sistema. Por fim serão expostas as sugestões de trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.

5.1 Considerações finais

Conforme foi demonstrado durante o desenvolvimento deste trabalho, a evolução tecnológica trouxe recursos poderosos aos dispositivos móveis, de tal forma que estes dispositivos não servem mais apenas para conversação. Troca de mensagens, conversação através de vídeo chamadas, equipamentos com poder de processamento e memórias superior a muitos computadores convencionais de pouco tempo atrás, proporcionando conectividade em rede e à internet, tornaram estes dispositivos altamente interativos. Toda essa evolução fez surgir outras formas de comunicação e atividades sociais, tais como M – Commerce e M – Learning.

No caso do M – Learning, apesar de não se ter uma definição única para esta modalidade de ensino e aprendizado, a principal vantagem apontada na literatura é a possibilidade de acesso a materiais de aprendizado em qualquer lugar e a qualquer momento. Foi visto também que o M – Learning pode ser representado pelo modelo FRAME, e que neste caso ele é a intercessão entre os aspectos do dispositivo, do aluno e do contexto social. Outras três intercessões secundárias (ou seja, entre dois destes aspectos) servem para estabelecer critérios para o desenvolvimento deste tipo de aplicação. Entre eles tem-se a usabilidade do dispositivo móvel, como sendo um objeto particular de estudo para o sucesso deste tipo de aplicação.

A usabilidade é um conceito que foi desenvolvido ao longo das últimas cinco décadas, mas ganhou destaque a partir da década de noventa, surgindo a *Engenharia de Usabilidade*. Este conceito consiste em verificar o quanto um software é fácil, agradável e quão bem um usuário consegue realizar uma determinada tarefa em um contexto de uso.

Neste sentido, a usabilidade para dispositivos móveis diferencia quanto ao contexto de uso, que neste caso é o contexto da interação móvel. Sendo assim

as características do dispositivo, tais como: tamanho da tela, teclados, dispositivos de áudio e interação, devem ser considerado tanto quanto a experiência do usuário no contexto móvel.

Pelo fato de que a interação móvel requer uma dinâmica muito intensa, devido ao contexto de uso que varia constantemente, considerando o acesso ao sistema/material de aprendizado que pode ser feito de qualquer lugar e em qualquer momento, é muito comum na literatura o uso de Processos Centrado no Usuário – UCD para o desenvolvimento deste tipo de aplicativo.

A avaliação de usabilidade de aplicativo para dispositivos móveis segue as mesmas técnicas já existentes para outros tipos de aplicações, mudando neste caso apenas os critérios considerados na avaliação. Dentre as várias técnicas existentes, e considerando a fase do projeto e o objetivo educacional do projeto Mobilogo, foi adotado o método de inspeção de usabilidade *Percurso Cognitivo*, para avaliar a usabilidade deste aplicativo.

O Percurso Cognitivo tem como objetivo avaliar a facilidade de aprendizado do sistema e, por consequência, a satisfação subjetiva do usuário. Neste sentido foi inspecionado o aplicativo Mobilogo, que é fruto de um projeto de extensão realizado nesta Universidade durante o período letivo de 2010.2.

A inspeção foi realizada nas duas interfaces que já estão prontas na primeira versão de release do projeto. Foi constatado que existem vários problemas de usabilidade entre as duas interfaces, mas considerando a fase inicial do projeto e o nível de gravidade destes erros, o aplicativo foi considerado não usável, porém estes problemas podem ser contornados, desde que sejam introduzidas as sugestões de melhoria da interface nos próximos releases do projeto.

5.2 Contribuições

As constatações das pesquisas realizadas, para a fundamentação teórica deste trabalho, contribuíram para o estabelecimento de critérios para avaliação de softwares educacionais no contexto de uso móvel, ou seja, M – Learning. Esta experiência serve de base para outros trabalhos realizados nesta linha de pesquisa pela vasta bibliografia consultada durante o desenvolvimento do trabalho.

A avaliação realizada no aplicativo, resultante do projeto Mobilogo, contribuiu para fornece sugestões de uma interface interativa muito mais usável e eficiente, na realização de tarefas educativas com o apoio deste aplicativo.

Por fim, os conhecimentos adquiridos, através da vasta pesquisa realizada para a realização deste trabalho, contribuiram para a produção textual deste trabalho de monografia e de outros textos, como artigos e ensaios, onde alguns destes já foram apresentados em eventos, tais como: o EPOCA 2010 e o II MCE 2010. Os demais serão apresentados em tempo oportuno em eventos científicos interessados neste tema de pesquisa ou similares.

5.3 *Trabalhos Futuros*

A partir desta iniciativa, algumas linhas de pesquisa foram identificadas. A primeira delas é a verificação da usabilidade do Mobilogo através de Testes de Usabilidade. Neste caso, os testes devem ser realizados com usuários finais, ou seja, alunos do ensino médio, que é o público alvo conforme foi demonstrado neste trabalho. Neste sentido se terá a oportunidade de levantar dados a partir do usuário final, quanto à eficácia do sistema, a facilidade de aprendizado e a satisfação subjetiva.

Na realização dos Testes de Usabilidade, com a utilização de usuários reais, podem-se fazer os testes quanto ao resultado da aprendizagem. Não basta apenas aos softwares, com fins educacionais, serem aprovados quanto aos aspectos tecnológicos do sistema, mas principalmente a contribuição que este software dá ao processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, será necessário, na continuação do projeto Mobilogo, realizar a avaliação de usabilidade das próximas interfaces a serem desenvolvidas pela equipe de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Y. P. C.; LIMA, A. H. G.; LEITE, F. L. J.; et. al. easYProcess: Um Processo de Desenvolvimento para Uso no Ambiente Acadêmico. In: XII Workshop de Educação em Informática - XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 24., 2004. Salvador. **Anais...** Salvador: SBC. 2004.

ALLY, M. **Mobile learning: transforming the delivery of education and training** (Issues in Distance Education Series Online). UK: Athabasca University AU Press. 2009. ISSN 1919-4390 Disponível em: <http://www.aupress.ca/books/120155/ebook/99Z_Mohamed_Ally_2009-MobileLearning.pdf>. Acesso em: 05 set. 2010

ANDERSON, P. BLACKWOOD, A. Mobile and PDA technologies and their future use in education. In: Technology and Standards Watch, 2004. UK. **Report Archive...** UK: JISC. Disponível em: <<http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/services/techwatch/reports/archive.aspx>> Acesso em: 10 out. 2010.

ANDRADE, R. C. ARAÚJO, W. C. AVELINO, M. D. e BUBLITZ, F. M. Mobilogo: Uma experiência do Logo no Celular. In: Escola Potiguar de Computação e suas Aplicações, 2010, Mossoró. **Artigos Aceitos...** Rio Grande do Norte: UERN – UFERSA, 2010.

ANDRADE, R. C. ARAUJO, W. C. e AVELINO, M. D. Mobilogo: uma proposta de desenvolvimento de software educativo para telefones celulares. In: II Mostra de Iniciação Científica e Extensão, Patos. **Comunicação Oral...** Patos: UEPB, 2010.

ARAÚJO, E. C. J. SOUZA, L. V. GUEDES, R. M. COUTINHO A. B. Avaliação da usabilidade de dispositivos móveis. **Prefácio – Online, Revista Científica da Faculdade de Tecnologia de João Pessoa**, João Pessoa, 1º Ed. 2010. Disponível em < <http://www.fatecjp.com.br/revista/artigo06.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2010.

BATISTA, S. C. F. BEHAR, P. A. M-learning e matemática: mapeando recursos e modalidades educacionais. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.7, n. 3, 2009. ISSN 1679-1916. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/renote/issue/view/952>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

BBC NEWS. Londres: BBC NEWS, 2009. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/7833944.stm>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

CARROLL, J. M. e THOMAS, J. C. Fun. **ACM SIGCHI Bulletin**, v.19, n.3 (January). p. 21-24. 1988.

COLE, M. e SCRIBNER, S. **Introdução de Vygotsky, L. S. A formação social da mente.2ª Ed. brasileira**. São Paulo: Martins Fontes. 1988.

CZAJA, S. J., HAMMOND, K., BLASCOVITCH, J. J., e SWEDE, H. Age related differences in learning to use text-editing system. **Behaviour & Information Technology**, v.8, n.4, p. 309-319. 1989.

DISCROLL, M. P. Psychology of Learning and instruction. Boston: Ally and Bacon. 409 p. 1995.

DIX, A. FINLAY, J. ABOWD, G. BEAFE, R. *et. al.* Human-Computer Interaction. Prentice Hall Europe. 1998.

DRISCOLL, M. Psychology of learning for instruction. 1^a ed. Toronto: Allyn and Bacon. 1994.

DUH, H. B. L. TAN, G. C. B. CHEN, V. H. Usability Evaluation for Mobile Device: A Comparison of Laboratory and Field Tests. In: MobileHCI, 6., 2006. Helsinki. **Anais...** Helsinki: ACM, 2006. p. 181 – 186. Disponível em: <<http://www.itee.uq.edu.au/~comp4501/Discussions/papers/DavidHarper/UsabilityEvaluation.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2010.

FARMER, M. and TAYLOR, B. A Creative Learning Environment (CLE) for anywhere anytime learning. **Proceedings of MLearn 2002**, European workshop on mobile and contextual learning. Educational research papers of the University of Birmingham, n. 14. 2002. In: TAYLOR, J., 2003. **A task-centred approach to evaluating a mobile learning environment for pedagogical soundness**. MobiLearn Consortium. Disponível em: <http://www.mobilearn.org/download/results/Mlearn_paper.pdf>. Acesso em: 10 set. 2010.

FLOWER, C. J. H. e MURRAY, D. Gender and cognitive style differences at the human-computer interface. In: Proc. IFIP INTERACT'87 Second Intl. Conf. Human-Computer Interaction, Stuttgart. **Anais...** Stuttgart: IFIP, 1987. p. 709-714.

GOMEZ, L. M., EGAN, D. E., e BOWERS, C. Learning to use a text-editor: Some learner characteristics that predict success. **Human-Computer Interaction**, v.2, n.1, p.1-23. 1986.

GREENBAUM, J.; KYNG, M. **Design at Work: Cooperative Design of Computer Systems**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc. 1991.

HEWETT, T.T. et al. Curricula for Human-Computer Interaction. New York: ACM SIGCHI.1992.

IEEE. 802.15.1: Part 15.1: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Wireless Personal Area Networks (WPANs). **IEEE Standards [online]**. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2002. Disponível em: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.1-002_sectionone.pdf>. Acesso em: 27 set. 2010.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 13407 Human-Centred Design process for interactive systems, 1999.

ISO STANDARDS: *standards in usability and user-centred design*. Usability Partners. Disponível em: < <http://www.usabilitypartners.se/about-usability/iso-standards> >. Acesso em: 9 nov. 2010.

KAIKONEN, A. KALIO, T. KEKALAINEN, A. KANKAINEN, A. CANKAR, M. Usability testing for Mobile Applications: A comparison between Laboratory and Field Testing. **Journal of Usability Studies**, v. 1, n. 1, p. 4 – 16. 2005. Disponível em: <http://www.upassoc.org/upa_publications/jus/jus_home.html>. Acesso em: 10 nov. 2010.

KAKIHARA, M.; SORENSEN, C. Mobility: an extended perspective. In: Hawaii International Conference on System Sciences, 35, Hawaii, 2002. Disponível em: <<http://mobility.lse.ac.uk/conferences.html>>. Acesso em: 26 set 2010.

KETOLA, P. Integrating Usability whit Concurrent Engineering in Mobile Phone Development. Finland: University of Tampere, 2002. 143 p. Inclui índice. ISBN 951-44-5382-4.

KOOLE, M. L. A model for Framing Mobile Learning. In: Mobile learning: transforming the delivery of education and training. Athabasca University: AU Press, 2009. 297 p. (Issues in Distance Education, Series Online) ISSN 1919-4390. Disponível em: <http://www.aupress.ca/books/120155/ebook/99Z_Mohamed_Ally_2009-MobileLearning.pdf>. Acessado em: 05 set. 2010.

KUPCZIK, V. PADOVANI, S. Avaliação de usabilidade das interfaces dos sites brasileiros de *mobile banking* para iPhone. **ARCOS DESING**, n. 5, 2009. ISSN 1984-5596. Disponível em: <<http://www.esdi.uerj.br/arcos/arcos-05/05-05.vkupczik-spadvani-avaliacao-usabilidade-interfaces-sites.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.

LEVIS, D. BARBOSA, J. L. V. PINTO, S. C. C. S. e BARBOSA, D. N. F. Aperfeiçoamento automático do perfil do aprendiz em ambientes de educação ubíqua. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 16 n. 1, 2008. Acesso em: 25/10/2010. Disponível em: <<http://www.esdi.uerj.br/arcos/arcos-05/05-05.vkupczik-spadvani-avaliacao-usabilidade-interfaces-sites.pdf>>.

LEVY, P. **Cibercultura**. 1. ed. São Paulo: ed. 34, 1999. 264 p. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Disponível em: <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/index.html>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

LIVINGSTON, A. Smartphones and other mobile devices: the Swiss army knives of the 21st century. **Educause Quarterly**, n. 2, 2004. p. 48–52. Disponível em: <<http://www.educause.edu/LibraryDetailPage/666&ID=EQM0425>>. Acesso em: 27 set 2010.

LOGO FOUNDATION “What is Logo?” Disponível em: <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/index/html>>. Acesso em: 6 set. 2010.

LOVE, S. **Understanding Mobile Human-computer Interaction**. Oxford: Elsevier, 2005.

LUCENA, M. Diretrizes para a capacitação do professor na área de tecnologia educacional: critérios para a avaliação de software educacional. In: IV Congresso RIBIE, 4., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: RIBIE, 1998.

MISHRA, A. R. **Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G...Evolution to 4G**. John Wiley, 2007: p.9-10.

MONK, A., WRIGHT, O., HABER, J., DAVENPORT, L. **Improving your Human-Computer Interface: A Practical Technique**. New York: Prentice-Hall. 1993.

NBR 9241-11. Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores. Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade. ABNT. 2002.

NIELSEN, J. Usability Engineering, Cambridge: Academic Press. MA.1993.

OLIVEIRA, L. R. MEDINA, R. D. Desenvolvimento de aplicações m-Learning nas plataformas J2ME e Flash Lite. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, V.5, N 2. 2007. ISSN 1679-1916. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14225>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

PÁDUA, G. L. D. A Epistemologia Genética de Jean Piaget. **Revista FACEVV**, São Geraldo, n. 2, p. 22 – 35. 2009. Disponível em: <<http://www.facev.edu.br/Revista/02/A%20EPISTEMOLOGIA%20GENETICA.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2010.

PAMION, A. Imagery and verbal process. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1979.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

_____. **Biologia e conhecimento**: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. Petrópolis: Vozes, 1996.

PREECE, J., SHARP, H., BENYON, D., HOLLAND, S., CAREY, T. **Human-Computer Interaction**, Wokingham: Addison-Wesley. 1994. ISBN 0-201-62769-8.

ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. Design e Avaliação de interfaces humano-computador, São Paulo: IME-USP. 2003.

SANTANA, V. F. Usabilidade é popular graças a seu retorno financeiro, diz Jakob Nielsen. **Folha Online**, São Paulo, 02 fev. 2007. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u21504.shtml>>. Acesso em: 03 nov. 2010.

SEIN, M. K. E BOSTRON, R. P. Individual differences and conceptual models in training novice users. **Human-Computer Interaction**, v.4, n.3, p.197-229. 1989.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface; strategies for effective human-computer interaction**. 3. ed. Chicago: Addison Wesley; Nova York: Longman, 1998, 639 p.

SOTILLO, S. Pedagogical Advantages of Ubiquitous Computing in a Wireless Environment. **The Technology Source**, 2003. Disponível em: <<http://ts.mivu.org/default.asp?show=article&id=950>>. Acesso em: 14 set. 2010.

SOUSA, L. S. e SPINULA, M. M. Requisitos de usabilidade em projetos de interface centrado no usuário de software de dispositivos móveis. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006. p. 1 – 9. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470319_7324.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2010.

TANENBAUM, A. S. Organização Estrutura de Computadores. 5. ed. São Paulo: Pearson Education. 2007.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. São Paulo: Elsevier. 2003.

TAVARES, P.; AGNER, L. E FERREIEA S. B. L. Avaliação de Usabilidade de Dispositivos Móveis de Coleta de Dados Domiciliares Através de Entrevistas Baseadas em Cenários e Tarefas. In: IHC 2010 – IX Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 9., 2010. Belo Horizonte. **Anais...** Belorizonte: SBC. Disponível em <http://www.agner.com.br/wp-content/uploads/2010/10/ihc2010_cp_02.pdf >. Acesso em: 06 nov. 2010.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. *Ciência & Cognição*, v. 13, n. 1, p. 94 – 100. 2008. ISSN 1806 – 5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

TELECO. **3G: Tecnologias de Celular**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/3g_tecnologia.asp> Acesso: 25 agos. 2010.

TIRRI, H. Chapter 2: Promises and challenges of mobile learning. In *Mobile Learning*, ed. by H. Kynäslähti and P. Seppälä. Helsinki, Finland: Edita Publishing. 2003.

TULVING, E. E DONALDSON, W. Organization of memory. New York: Academic Press. 1972.

VALENTE, J.A. (1999) “O computador na sociedade do conhecimento”. Unicap/Nied, 1ª edição.

VENKATESH, V. RAMESH, V. e MASSEY, A. P. Understanding Usability in Mobile Commerce – Ramifications for wireless design: ‘E’ != ‘M’. **Communication for the ACM**, V. 46, n. 12, p. 53 -56. 2003. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~celso/SistemasDistribuidos/Artigos%20Apresentacao/UsabilityM-Commerce.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2010.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes. 168 p. 1988.

WINTERS, N. What is mobile learning? **Kaleidoscope – sharing the scientific evolution of Technology Enhanced Learning (Big Issues in Mobile Learning)**. 2007. p. 7 – 11. Disponível em: <http://www.lsri.nottingham.ac.uk/msh/Papers/BIG_ISSUES_REPORT_PUBLISHED.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2010.

YOUNG, P. Leadership and the Myers-Briggs Type Indicator - Using MBTI in a Team Setting. **PM(EFFECTIVE COMMUNICATION)**. 2001. P. 48 - 51. Disponível em: <<http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/dau/youm-a.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

ZANELLA, A. S. SCHLEMMER, E. BARBOSA, J. L. V. REINARD, N. M – Learning ou aprendizagem com mobilidade: Um estudo exploratório sobre sua utilização no Brasil. Disponível em: <http://gpedunisos.files.wordpress.com/2009/06/art_m-learning-ou-aprendizagem-com-mobilidade.pdf>. Acesso em: 02 set. 2010.

APÊNDICE A – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE.

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE					
Início	Término	Atividade		Observações	
03/08/2010	25/08/2010	1	Início das pesquisas de contexto		
26/08/2010	26/08/2010	2	Primeira reunião de orientação	1	Definição da linha de pesquisa
03/09/2010	04/11/2010	3	Continuação das pesquisas de contexto	1	Aprofundamento em M - Learning
04/11/2010	24/11/2010	4	Pesquisa sobre usabilidade	1	Aprofundamento em IHC (Mobile)
25/11/2010	01/12/2010	5	Início da avaliação	1	Obtido versão 1.0 do Mobilogo
				2	Detecção de erro na interface Menu
				3	Detecção de erro na interface Logo (caso de usuário inexperiente)
				4	Novo erro encontrado na interface Logo (não desfaz comandos)
				5	Novo erro encontrado na interface Logo (não limpa a tela)
				6	Novo erro encontrado na interface Logo (não insere comandos em pilha)
				7	Novo erro encontrado na interface Logo (não tem opção de saída)
				8	Novo erro encontrado na interface Logo (dificuldade para associar os comandos)
01/12/2010	02/12/2010	6	Elaboração de sugestões	9	Sugerido adaptações nas interfaces disponíveis
02/12/2010	05/12/2010	7	Elaboração de documentação	10	Fim dos trabalhos e elaboração final da monografia

APÊNDICE B – DOCUMENTO DE VISÃO DO MOBILOGO.

Documento de Visão

Descrição do Sistema

Ao longo dos anos o que vem sendo visto na evolução da computação é a redução dos dispositivos aliado ao aumento de seu poder de processamento. Neste cenário pode-se ver a grande evolução que houve na telefonia móvel com o advento de dispositivos cada vez mais robustos e poderosos, por exemplo, existem dispositivos que são mais poderosos que alguns computadores da década de 90 e 80.

Com o aumento no poder de processamento dos dispositivos móveis possibilitou-se o desenvolvimento de aplicativos para tais, o que outrora não ocorria, ou seja, os aplicativos de um determinado dispositivo já vinham previamente instalados após sua fabricação. É observável o caráter estático que tais dispositivos apresentavam. Atualmente, os dispositivos móveis estão cada vez mais dinâmicos, possibilitando um maior controle por parte dos seus proprietários.

Neste cenário pretende-se desenvolver um aplicativo para dispositivo móvel semelhante à linguagem Logo. Este aplicativo visa ampliar as opções de entretenimento existentes para celulares com um pequeno diferencial, pois à medida que o proprietário do celular se diverte ele também trabalha vários pontos importantes que a linguagem Logo traz consigo. Para alcançar tal objetivo este aplicativo necessita de duas características importantes:

1. Uma seção que possibilite desenhar livremente;
2. Outra seção que simule um game no qual o usuário será desafiado a realizar as operações requisitadas.

O público-alvo do projeto não necessita de uma definição exata, haja vista que o Logo pode ser aplicativo a públicos variados classificados segundo (por exemplo): faixa etária; nível de escolaridade entre outros.

Como foi definido há dois pontos importantes a serem desenvolvidos, no entanto a primeira fase será dedicada ao desenvolvimento de um componente que permita o desenho utilizando logo sem restrições, ou seja, desenha livremente. Em seguida, será desenvolvida a segunda seção que é semelhante a um game utilizando logo.

Requisitos Funcionais

- Componente 1 - Desenho livre: fornecer uma estrutura semelhante ao Logo original;
- Componente 2 - Game: lançar desafios para o usuário.
 - Lançar figura e pedir a sequência de comandos;
 - Mostrar Comandos e pedir que usuário indique a figura.

Requisitos Não-Funcionais

- Plataforma - J2ME;
- CLDC versão 1.0;
- MIDP versão 2.1;
- Armazenamento – RMS (Record Manager System);
- Manual de Ajuda

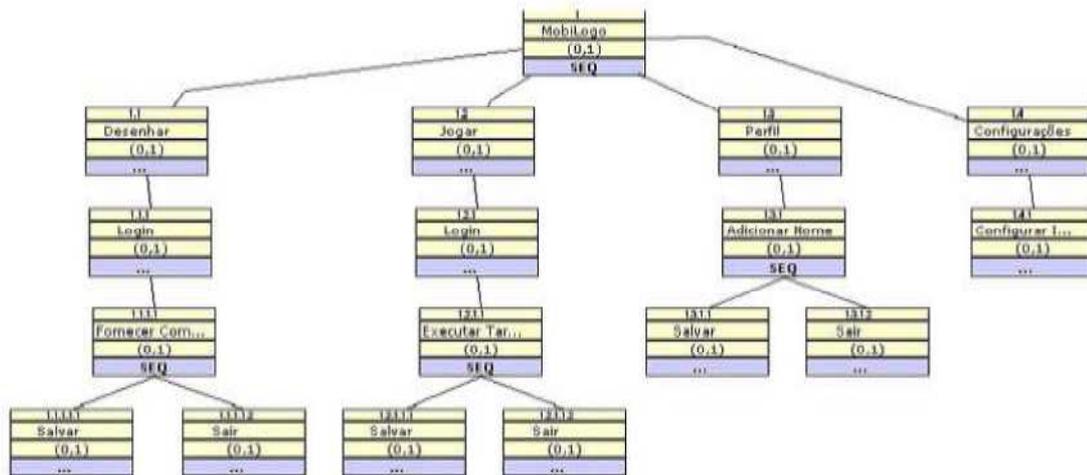
Perfil do Usuário

O usuário para este aplicativo poderá ser qualquer indivíduo que possua um celular com suporte a Java ME. Deste modo, não importa a faixa-etária, escolaridade entre outros fatores, uma vez que o usuário necessita apenas saber manusear um dispositivo móvel com suporte para o aplicativo.

Objetivos de Usabilidade

Objetivo	Usabilidade
Fácil Utilização	Como o público-alvo é bem diversificado é necessário que o aplicativo seja de fácil manipulação
Entretenimento com aprendizagem	O aplicativo ao mesmo tempo em que diverte também pode promover aprendizagem através da manipulação de figura geométrica.
Desenvolver o raciocínio lógico/matemático	Devido seu caráter lógico/matemático o aplicativo permitirá ao usuário desenvolver-se do ponto de vista lógico/matemático.

Modelo de Tarefa



User Stories e Teste de Aceitação

US01	Estudar Threads, Runnable, Graphics, RecordStore gerando alguns exemplos do mesmo. Estimativa: 1 semana.
TA1.1	Verificar os exemplos gerados afim de investigar a possibilidade de uso dos mesmos.
US02	Implementar funcionalidade desenho: movimento "Para frente". Estimativa: 12 horas.
TA2.1	Testar movimentos para frente
TA2.2	Testar movimentos para frente de modo repetido
US03	Implementar funcionalidade desenho: movimento "Para trás". Estimativa: 12 horas.
TA3.1	Testar movimentos para frente
TA3.2	Testar movimento para frente intercalado com movimento para trás.
US04	Implementar funcionalidade desenho: movimento "Para cima". Estimativa: 12 horas.
TA4.1	Testar movimentos para cima
TA4.2	Testar movimentos "para cima" intercala com movimento "para frente" e "para trás".
US05	Implementar funcionalidade desenho: movimento "Para baixo". Estimativa: 12 horas.
TA5.1	Testar movimentos "para baixo"
TA5.2	Testar todos os movimentos juntos.