

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE  
APRENDIZAGEM PARA  
DISPOSITIVOS MÓVEIS: INICIAÇÃO  
AO M-LEARNING**

**TRABALHO DE GRADUAÇÃO**

**Leandro Ramos de Oliveira**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2008**

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE  
APRENDIZAGEM PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS:  
INICIAÇÃO AO M-LEARNING**

**por**

**Leandro Ramos de Oliveira**

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Ciência da Computação  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito  
parcial para a obtenção do grau de  
**Bacharel em Ciência da Computação**

**Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Roseclea Duarte Medina**

**Trabalho de Graduação N<sup>o</sup> 249  
Santa Maria, RS, Brasil**

**2008**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Curso de Ciência da Computação**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova o Trabalho de Graduação

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM  
PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS: INICIAÇÃO AO M-LEARNING**

elaborado por  
**Leandro Ramos de Oliveira**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Ciência da Computação**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Roseclea Duarte Medina**  
(Presidente/Orientador)

**Prof<sup>a</sup> MSc<sup>a</sup>. Oni Reasilvia Sichonany (UFSM)**

**Prof. MSc. Carlos Gustavo Martins Hoelzel (UFSM)**

Santa Maria, 1 de fevereiro de 2008.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me guiado ao longo desses 4 anos de faculdade e me ajudado a concluir o curso. Gostaria de fazer um agradecimento especial à minha mãe e ao meu pai pelos ensinamentos e valores passados para mim e que com isso aprendi a nunca desistir, independente das dificuldades encontradas. Além disso, agradecer a eles por estar presente em toda a minha graduação (mesmo que por telefone), mas me ajudando e me incentivando sempre.

Agradeço também, aos professores que conseguiram transmitir o conhecimento durante o curso. Um agradecimento especial à professora Roseclea, por me orientar durante cerca de 3 anos em pesquisas e em projetos, e até no próprio grupo PET, e nesse período me auxiliar no desenvolvimento de artigos científicos e linhas de pesquisa, sempre apresentando sugestões construtivas e principalmente por esclarecer e ajudar em todos os tipos de problemas.

Agradeço ao pessoal da minha turma, em especial ao Rodolfo, Cristiano, Tiago, Márcio, Matheus, Eduardo, Cássio e Marília que além de serem meus colegas de trabalhos e pesquisas, serem grandes amigos. Pelas parcerias de festas (e que festas), gostaria de agradecer o Rodolfo, o Cristiano e o Matheus, apesar de meu apartamento (depois que fui morar com o Tony B.) sempre ficar uma bagunça nas concentrações. Agradeço aos demais colegas da turma que de alguma forma fizeram parte de minha vida ao longo desses 4 anos. Agradeço também a todos os meus amigos que estiveram comigo durante esse período, que apesar de longe sempre me darem apoio para prosseguir. Por fim, agradeço a todos!

*" What doesn't kill me, makes me stronger. "* — FRIEDRICH NIETZSCHE

## RESUMO

Trabalho de Graduação  
Curso de Ciência da Computação  
Universidade Federal de Santa Maria

### DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS: INICIAÇÃO AO M-LEARNING

Autor: Leandro Ramos de Oliveira

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Roseclea Duarte Medina

Local e data da defesa: Santa Maria, 1 de fevereiro de 2008.

Uma das formas em que a tecnologia incentiva, apóia e estimula a educação, é através de objetos de aprendizagem. Tais ferramentas auxiliam professores na elaboração e condução de aulas interativas e dinâmicas, onde os alunos são capazes de assimilar difíceis conceitos de uma forma simples, porém bastante eficaz. No entanto, com o novo paradigma das tecnologias para dispositivos móveis, percebeu-se um novo ambiente/tecnologia onde os profissionais da educação poderiam divulgar o conhecimento. Uma das maneiras para isso é através do desenvolvimento de objetos de aprendizagem para serem executados em dispositivos móveis como telefones celulares, *PDA*s e *smartphones*.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe um levantamento sobre os conceitos e estado atual de desenvolvimento no Brasil de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis, abordando desta forma a questão de *M-Learning*. Além disso, é divulgada uma análise da forma em que os objetos educacionais presentes na Internet são visualizados em aparelhos móveis. E ainda, uma alternativa de implementação de um objeto totalmente pensado para tais dispositivos, em diferentes plataformas de desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Objetos de aprendizagem, Dispositivos móveis, M-Learning, J2ME, Flash Lite, Android.

# **ABSTRACT**

Graduation Work  
Computer Science  
Federal University of Santa Maria

## **DEVELOPMENT OF LEARNING OBJECTS FOR MOBILE DEVICES: INITIATION TO M-LEARNING**

Author: Leandro Ramos de Oliveira  
Advisor: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Roseclea Duarte Medina

One of the ways in which technology incentivates, supports and stimulates education is through learning objects. Such tools help teachers elaborating and conducting dynamic and interactive classes, where students are able to assimilate tough concepts in a simple but efficient way. Even though, within the new paradigm of the mobile devices technologies, a new environment/technology in which education professionals may lay on to spread knowledge. Through the development of learning objects to be executed in mobile devices such as cell phones, PDAs and smartphones.

In this context, the following paper proposes a survey on the concepts and current development level in Brazil of learning objects for mobile devices, approaching, this way, M-Learning. In addition, an analysis on the form how internet learning objects are visualized in mobile devices, as well as an implementation alternative of an object that is totally thought for such devices in different development platforms.

**Keywords:** Learning objects, mobile devices, m-Learning, J2ME, Flash Lite, Android.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Exemplo de <i>notebook</i> . . . . .	26
Figura 3.2 – Exemplo de <i>tablet PC</i> . . . . .	27
Figura 3.3 – Exemplo de <i>PDA</i> . . . . .	27
Figura 3.4 – Exemplo de telefone celular. . . . .	28
Figura 3.5 – Exemplo de <i>smartphone</i> . . . . .	28
Figura 3.6 – Visão geral sobre os sistemas de comunicação celular. . . . .	32
Figura 3.7 – Arquitetura <i>Android</i> . . . . .	38
Figura 4.1 – Utilização de dispositivos móveis por alunos e professores da Universidade do Texas. . . . .	40
Figura 4.2 – Aceitação do <i>m-Learning</i> por alunos e professores da Universidade do Texas. . . . .	41
Figura 4.3 – Visualização do objeto de aprendizagem em ambiente <i>desktop</i> . . . . .	42
Figura 4.4 – Objeto de de aprendizagem visualizado em um simulador de visualização para telefones celulares. . . . .	44
Figura 5.1 – Implementação do objeto de aprendizagem em <i>J2ME</i> . . . . .	47
Figura 5.2 – Implementação do objeto de aprendizagem em <i>Flash Lite</i> . . . . .	47
Figura 5.3 – Implementação do objeto de aprendizagem em <i>Android</i> . . . . .	48
Figura 5.4 – Erros apresentados quando o objeto é visualizado em aparelhos com tamanhos de telas diferentes. . . . .	50
Figura 5.5 – Diagrama das telas do objeto de aprendizagem desenvolvido. . . . .	53
Figura 5.6 – Tela inicial e tela de opções. . . . .	53
Figura 5.7 – Telas de cada uma das fases da mitose. . . . .	54
Figura 5.8 – Telas da atividade presente no objeto. . . . .	54
Figura 5.9 – Tela inicial do objeto acessado do <i>smartphone</i> HTC P4351. . . . .	57
Figura 5.10 – Tela de opções do objeto acessado do <i>smartphone</i> HTC P4351. . . . .	58

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

API	Application Programming Interface
ARIADN	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe
BREW	Binary Runtime Environment for Wireless
CA	Collision Avoidance
CD	Collision Detection
CDC	Connected Device Configuration
CityU	City University of Hong Kong
CLDC	Connected Limited Device Configuration
CSD	Circuit Switched Data
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
CTS	Clear to Send
DoD	Department of Defense
ECS	European Committee for Standardization
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EGPRS	Enhanced General Packet Radio Service
EUA	Estados Unidos da América
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	Instructional Management Systems

ISO	International Standardization Organization
J2ME	Java 2 Micro Edition
J2SE	Java 2 Standard Edition
JCP	Java Community Process
JTC1	Joint Technical Committee 1
LTE	Long Term Evolution
LTSC	Learning Technology Standards Committee
MERLOT	Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching
MWI	Mobile Web Initiative
OA	Objetos de Aprendizagem
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistants
PMC	Portable Media Center
POSIX	Portable Operating System Interface
QoS	Quality of Service
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
RTS	Ready to Send
SC36	Sub Committee 36
SEED	Secretaria de Educação a Distância
SMS	Short Message Service
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
UI	User Interface
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URL	Uniform Resource Locator
UWB	Ultra-Wide-Band
W3C	World Wide Web Consortium
WAP	Wireless Application Protocol
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network
WTCS	Wisconsin Technical College System
XML	eXtensible Markup Language

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>OBJETOS DE APRENDIZAGEM</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Conceituação</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Análise geral dos objetos de aprendizagem</b> .....	17
<b>2.3</b>	<b>Projetos</b> .....	20
2.3.1	RIVED .....	20
2.3.2	MERLOT .....	20
2.3.3	Wisc-Online .....	21
2.3.4	<i>Research and Development of Learning Networks</i> .....	21
2.3.5	<i>Advanced Distributed Learning</i> .....	21
<b>3</b>	<b>M-LEARNING</b> .....	22
<b>3.1</b>	<b>Visão geral</b> .....	22
<b>3.2</b>	<b>Projetos</b> .....	24
3.2.1	MOBIlearn .....	24
3.2.2	M-Learning .....	24
3.2.3	CAERUS .....	24
3.2.4	Telemig Celular .....	25
3.2.5	Análise final .....	25
<b>3.3</b>	<b>Dispositivos móveis</b> .....	25
3.3.1	Visão geral .....	25
3.3.2	Limitações de processamento .....	28
3.3.3	Limitações de memória .....	29
3.3.4	Limitações de tela .....	29
3.3.5	Limitações de software .....	29
3.3.6	Expectativa de usuário .....	29
3.3.7	Análise final .....	30
<b>3.4</b>	<b>Tecnologia de rede sem fio</b> .....	30
3.4.1	Sistemas de comunicação celular .....	30
3.4.2	Sistemas de comunicação de curto alcance .....	32
<b>3.5</b>	<b>Sistemas operacionais para ambientes móveis</b> .....	33
3.5.1	<i>Symbian OS</i> .....	33
3.5.2	<i>Mobilinux</i> .....	34
3.5.3	<i>Windows Mobile</i> .....	34
<b>3.6</b>	<b>Plataformas de desenvolvimento para ambientes móveis</b> .....	34
3.6.1	<i>J2ME</i> .....	35

3.6.2	<i>Flash Lite</i> .....	36
3.6.3	<i>BREW</i> .....	37
3.6.4	<i>Android</i> .....	38
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DA QUESTÃO DE M-LEARNING NO CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM</b> .....	<b>40</b>
4.1	Análise do objeto de aprendizagem para ambiente <i>desktop</i> .....	42
4.2	Visualização do objeto utilizando simuladores .....	43
4.3	Resultado observado .....	44
<b>5</b>	<b>SOLUÇÃO PROPOSTA</b> .....	<b>45</b>
5.1	Planejamento .....	45
5.2	Desenvolvimento das atividades .....	46
5.2.1	Implementação do objeto em <i>J2ME</i> .....	46
5.2.2	Implementação do objeto em <i>Flash Lite</i> .....	47
5.2.3	Implementação do objeto em <i>Android</i> .....	48
5.2.4	Análise geral dos resultados .....	49
5.2.5	Desenvolvimento do objeto de aprendizagem final .....	51
5.2.6	Dispositivo móvel escolhido .....	55
5.2.7	Resultados finais .....	57
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>61</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Não é recente o fato de Informática e Educação andarem lado a lado em prol de uma disseminação cada vez maior de informação, cultura e saber, de forma fácil e rápida. Porém, agora, com o advento da computação móvel, um novo conceito para esta união vem à tona, o chamado *m-Learning*. *M-Learning*, do inglês *mobile learning*, é a utilização de dispositivos móveis tais como telefones celulares, *Personal Digital Assistants (PDAs)*, *smatphones*, dentre outros, no processo de ensino e aprendizagem. Este novo paradigma pode ser aplicado não apenas em ambientes de estudo, tais como escolas e universidades, mas também em âmbito empresarial, por exemplo, dando suporte a capacitação e qualificação de funcionários.

Durante os últimos anos, enquanto as pesquisas sobre *m-Learning* estavam apenas iniciando, educadores utilizavam-se plenamente da Informática para o desenvolvimento dos chamados objetos de aprendizagem (WILEY, 2002). Ou seja, aplicações utilizadas para divulgação de conteúdos educacionais. Tais objetos são plenamente visualizados em computadores pessoais, porém a maioria perde grande parte de seus recursos e, alguns, chegam a tornarem-se totalmente inúteis quando acessados através de dispositivos móveis. Por isso, profissionais da área da Computação e da Educação vêm buscando desenvolver alternativas de implementação de tais objetos, as quais possibilitam que uma grande quantidade de objetos educacionais já desenvolvidos possam ser visualizados com a totalidade de seus recursos também em dispositivos móveis, permitindo, desta forma, uma aplicação do conceito de *m-Learning*.

Neste trabalho, pretende-se apresentar alternativas de implementação de um objeto de aprendizagem, já utilizado em ambiente *desktop*, que permitam, além da visualização em um dispositivo móvel, manter as possibilidades de interação com o usuário, proporcionando um processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e completo. Além disso,

devido ao fato de poucas implementações com essas intenções terem sido desenvolvidas, a validação do objeto desenvolvido também apresenta uma contribuição através da comparação crítica entre o objeto apresentado no *desktop* e o do dispositivo móvel; ensejando com este trabalho, produzir uma análise sobre a implementação e utilização deste objeto, destacando seus pontos críticos de forma que possa contribuir para a produção de trabalhos futuros.

Devido ao conceito de *m-Learning* ser recente, pode-se considerar que a produção científica relacionada está em sua fase inicial. Com isso, a maioria dos trabalhos até agora desenvolvidos abordam a parte teórica deste novo paradigma, e poucos trazem implementação de aplicações que se enquadram nesse contexto. Este trabalho, preocupa-se em apresentar e impulsionar o desenvolvimento de aplicações que colocam em prática a questão de produção de conteúdos educacionais para dispositivos móveis, bem como o seu emprego em dispositivos reais. Buscando desta forma elencar as dificuldades encontradas em questões de implementação e recursos realmente disponíveis em um ambiente que não seja simulado.

No restante deste texto, é apresentada uma revisão de literatura sobre os conceitos necessários para o entendimento do mesmo. No capítulo 2, são abordados os objetos de aprendizagem e algumas questões referentes a eles, tais como conceituação, funcionalidades, vantagens, desvantagens, aplicações e projetos existentes. Já no capítulo 3, é levantado o conceito de *M-Learning*, que é moldado sobre uma gama de outros conceitos como dispositivos móveis, tecnologias de rede sem fio, sistemas operacionais para ambientes móveis e plataformas de desenvolvimento para o paradigma móvel. Por fim, no capítulo 4 é apresentado o estado atual deste trabalho, ressaltando as atividades que já foram desenvolvidas e as que ainda serão.

## 2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

### 2.1 Conceituação

Um dos maiores e mais antigos desafios enfrentados pelos professores, de uma forma geral é o de descobrir diferentes formas de transmitir um conhecimento para seus alunos, e, ainda, entre diversas possibilidades, escolher a que melhor se aplica para a apresentação de determinado conteúdo. Com a evolução tecnológica vigente e a grande difusão da Internet, que possibilitou o acesso rápido aos mais variados tipos de informações, os educadores passaram a contar com esses recursos como novas ferramentas para ajudá-los a transpor esse desafio. Por volta do ano 2000, já era possível o acesso via rede mundial de computadores a conteúdos educacionais que representavam os primórdios deste novo nicho de atuação no campo da Educação. Desta forma, surgiram equipes multidisciplinares, formadas por professores, projetistas, programadores, dentre outros profissionais, que buscam conciliar diferentes conhecimentos em prol de uma meta comum, que é o desenvolvimento dos chamados Objetos de Aprendizagem (OA) (OLIVEIRA<sup>1</sup>; MEDINA<sup>1</sup>, 2007).

Segundo o grupo *Learning Technology Standards Committee (LTSC)* do *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, define-se Objetos de Aprendizagem (*Learning Objects*) como "qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias"(COMMITTEE, 2005) (OLIVEIRA<sup>1</sup>; MEDINA<sup>1</sup>, 2007). Exemplos desse aprendizado suportado por tecnologias são sistemas de treinamento baseados em computador, ambientes de aprendizagem interativos, sistemas de ensino inteligentes auxiliados por computador, sistemas de aprendizado à distância e ambientes de aprendizado colaborativos. Ainda, pode-se destacar como exemplos de tais entidades referenciadas pelo *LTSC*: conteúdos multimídia, conteúdos e *softwares* instrutivos, ferramentas de *softwares*, pessoas, organizações ou

eventos referenciados durante o aprendizado suportado por tecnologias (WILEY, 2002).

No entanto, David A. Wiley conceitua OA de uma forma um pouco diferente do conceito proposto pelo *LTSC*. Wiley concluiu que objetos de aprendizagem são "quaisquer recursos digitais que possam ser reutilizados para o suporte ao ensino". Essa definição inclui tudo o que pode ser distribuído por toda a rede de computadores sob demanda, seja grande ou pequeno. Exemplos de pequenos recursos digitais reutilizáveis são: imagens ou fotos digitais, animações e aplicações *web* simples como uma calculadora *Java*. Em contra partida, como exemplo de grandes recursos digitais reutilizáveis, pode-se citar páginas *web* completas que combinam recursos de texto, imagens e outras mídias (WILEY, 2002).

A definição proposta por Wiley, como foi baseada no conceito de OA apresentado pelo *LTSC*, concorda com esse no que se refere à definição de OA como sendo: recursos reutilizáveis, digitais e de aprendizagem. Porém, Wiley discorda em certos aspectos com o grupo *LTSC*. Dentre eles, destacam-se a rejeição da possibilidade de OAs serem não digitais, tais como pessoas, eventos, livros ou outro objeto físico, referenciado em um aprendizado suportado por tecnologia. Além disso, deixa de fora da definição a questão de aprendizado suportado por tecnologia, já que considera que todo OA é digital. Uma segunda questão de discórdia refere-se a que Wiley compreende que OA são utilizados durante o aprendizado e não para o aprendizado como é destacado no conceito elaborado pelo *LTSC* (WILEY, 2002).

Como apresentado até agora, percebe-se que não há um consenso geral sobre a definição de OA. Concorde-se apenas que um OA pode ser desenvolvido nas mais variadas mídias existentes e nos mais diversos formatos, podendo variar de recursos simples (animações, por exemplo) a recursos complexos (como simulações de ambientes completos). Ainda, tem-se a concordância de que um OA tem um propósito educacional definido, um elemento que estimule a reflexão do estudante e que sua aplicação não se restrinja a um único contexto (RIVED, 2007a).

Outra questão, além dos aspectos conceituais, que gerou bastante preocupação quando os objetos de aprendizagem começaram a se difundir, foi o fato da falta de padronização dos mesmos, ou seja, uma padronização na maneira de desenvolvimento deles. Desta forma, foi com a intenção de facilitar a vida de desenvolvedores de tais objetos, e promover a adoção generalizada desta nova abordagem que o *LTSC* foi formado, no ano de

1996, para desenvolver e promover normas para esta tecnologia instrucional (COMMITTEE, 2005). Sem essas normas, instituições de ensino ou corporativas que se dedicassem ao desenvolvimento destas tecnologias instrutivas não teriam maneira de garantir a interoperabilidade dos mesmos. Além do *LTSC*, projetos como o chamado *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE)* (REMOTE INSTRUCTIONAL AUTHORIZING; EUROPE, 1998), financiados pela União Européia, e o projeto *Instructional Management Systems (IMS)* (SYSTEMS, 1998), também se dedicaram ao desenvolvimento de tais normas.

## 2.2 Análise geral dos objetos de aprendizagem

Os objetos de aprendizagem são considerados por Wiley como sendo um novo tipo de instrução baseada em computadores, e que é forjada no paradigma de orientação a objetos presente na área de Ciência da Computação. Segundo esse paradigma, objetos são representações de abstrações de entidades do mundo real. Tais representações podem ser implementadas usando-se técnicas de construção de software. No paradigma de orientação a objetos, objetos são pequenos componentes de software que podem ser reutilizados na construção de novos *softwares*. O objetivo principal do paradigma de orientação a objetos é facilitar a construção de software por meio do reuso de componentes. Dessa forma, sistemas mais complexos de podem ser construídos por meio da organização de componentes menos complexos. Uma das conseqüências desse tipo de abordagem é a melhoria da produtividade no processo de trabalho, uma vez que não é preciso a cada novo projeto recomeçar do zero (RIVED, 2007a). Essa é a idéia fundamental de objetos de aprendizagem: projeto de pequenos componentes instrucionais que possam ser reutilizados, várias vezes, em diferentes contextos de aprendizagem.

Além disso, OA são entendidos como entidades digitais distribuídas pela Internet, possibilitando, desta forma, que um grande número de pessoas possam acessar e utilizar simultaneamente tais entidades. Por fim, OA podem ser constantemente atualizados para novas versões por aquelas pessoas que os utilizam e estejam dispostos a contribuir com a evolução dos mesmos. Todo esse grupo de fatores é o que diferencia os OA das demais formas de ensinamentos presentes anteriormente (WILEY, 2002).

Além do fator da reutilização, os OA apresentam várias outras funcionalidades levantadas por diversos pesquisadores da área educacional (WILEY, 2002). Dentre estas

funcionalidades pode-se destacar:

- **flexibilidade:** os OA são desenvolvidos de forma simples, devido a isso, tornam-se flexíveis para que seus utilizadores possam usufruí-lo da forma que quiserem, sem preocupação com questões de manutenção, por exemplo;
- **atualização facilitada:** a atualização dos OA em tempo real é relativamente simples, bastando apenas que todas as informações referentes a esse objeto estejam em um mesmo banco de dados. Isso permite que, quando um professor utiliza um OA produzido por um outro autor, se tenha acesso as suas atualizações e melhoramentos sem ter a necessidade de se preocupar com isso;
- **customização:** como os objetos são independentes, a idéia de utilização dos mesmos em um curso, ou em vários cursos, ao mesmo tempo, torna-se real, e cada instituição educacional pode utilizar-se dos objetos e arranjá-los da maneira que mais lhe convier;
- **interoperabilidade:** os OA podem ser utilizados em qualquer plataforma de ensino, em todo o mundo.

Além disso, o uso de OA pode facilitar a vida de educadores que deles se utilizam. Um exemplo, é o fato de que sempre que um professor se prepara para ensinar algum conteúdo, ele busca materiais instrucionais que possam lhe ajudar nessa tarefa. Após essa busca, tendo todo o material em mãos, o professor fragmenta o material em pequenas partes para que possa apresentá-las individualmente, em diferentes aulas, facilitando desta forma a transmissão do conteúdo. Já com o uso de OA, esta tarefa de fragmentação não é mais necessária, visto que uma das características de OA é a de ser fragmentado, ou seja, ser apenas uma pequena parte de um conteúdo maior.

Por fim, podem-se destacar outras duas vantagens que a utilização de OA traz ao processo de aprendizagem. Uma delas é a questão de ser uma abordagem diferente de ensino. Pelo fato de utilizar vários recursos midiáticos, como desenhos, músicas, gráficos, jogos, simulações, dentre outros, os OA acabam por prender a atenção dos alunos e fazem com que eles aprendam conceitos novos de uma forma fácil e divertida. Uma segunda vantagem, refere-se ao fato de OA tornarem mais fácil a fixação de um conteúdo em relação aos métodos convencionais de ensino, tais como a leitura de um livro didático

ou apostila (JONASSEN; GRABOWSKI, 1993). Um exemplo seria a facilidade de se demonstrar conceitos físicos através de simulações, que seriam capazes de mostrar de forma animada como os fatos acontecem, ajudando a uma compreensão, por parte do aluno, muito mais rápida do que através da visualização de imagens estáticas em um livro ou através de abstração.

Porém, apesar de ser uma boa alternativa para o ensino e a aprendizagem, os OA possuem algumas limitações como:

- **adaptação a diferentes equipamentos:** essa questão refere-se ao fato de que como existem diferentes arquiteturas de computadores com recursos e capacidades diferentes, não se atingiu um estágio em que os OA sejam visualizados com a totalidade de seus recursos e da melhor forma possível em qualquer máquina, o que dificulta sua maior difusão;
- **adaptação a diferentes recursos de software:** semelhante à questão anterior, essa se refere ao fato de que existem diferentes sistemas operacionais, com recursos diversos, instalados nas máquinas em que os OA são acessados. Isso pode, por exemplo, não permitir a visualização de uma animação, devido à indisponibilidade, para aquele sistema operacional específico, de suporte à tecnologia usada no desenvolvimento de tal animação;
- **falta de padronização:** apesar de existirem grandes esforços relativos à questão de padronização dos OA, como os destacados anteriormente, ainda não se atingiu uma estabilidade nesse fator;
- **nível de granularidade desejável:** como mencionado anteriormente, uma das principais características dos OA é a granularidade, ou seja, um objeto é uma pequena parte de um conceito maior, mas prevaleça independente do restante. Porém, ainda não se atingiu um nível desejável de granularidade, o que acaba forçando o educador a utilizar outros objetos para transmitir conceito.

Geralmente, imagina-se que OA são apenas utilizados em ambientes de ensino como universidades e escolas. Mas esta idéia é equivocada. Um exemplo é a utilização destes em âmbito empresarial. Como, atualmente, tem-se uma economia embasada fortemente no conhecimento, as empresas compreendem que a constante atualização instrucional de

seus funcionários é algo que as tornam mais competitivas. Essa questão acaba por impulsionar a disponibilidade de treinamentos de qualificação de funcionários por parte das empresas. Uma boa alternativa para tais treinamentos é a utilização de OA, visto que esses são uma tecnologia de treinamento rápida, eficiente e de baixo custo (COBCROFT, 2006). Além disso, o uso de OA em processos de atualização profissional permite aos funcionários ter acesso individual aos mesmos, em qualquer local com acesso à Internet, possibilitando desta forma um aprendizado individualizado, onde cada funcionário aprende de acordo com suas necessidades e no seu ritmo de estudo (COBCROFT, 2006).

## **2.3 Projetos**

Atualmente tem-se vários projetos de desenvolvimento e utilização de OA pelo mundo todo. Serão citados alguns desses projetos.

### **2.3.1 RIVED**

No Brasil, um dos programas de desenvolvimento de objetos de aprendizagem mais conhecidos é a Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) (RIVED, 2007b), pertencente à Secretaria de Educação a Distância (SEED). O RIVED, além de produzir conteúdos pedagógicos digitais, realiza treinamentos e capacitações em instituições de ensino superior e na rede pública de ensino, sobre a metodologia de produção e utilização de objetos educacionais para a educação básica (Ensino Médio e Fundamental). Além disso, todo o conteúdo educacional produzido é disponibilizado gratuitamente na Internet, em um repositório de objetos mantido pelo próprio RIVED, permitindo, desta forma, o acesso a este material a qualquer hora e em qualquer lugar (OLIVEIRA<sup>1</sup>; MEDINA<sup>1</sup>, 2007).

### **2.3.2 MERLOT**

O *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching* (MERLOT, 1997) é um repositório de objetos, onde o usuário pode pesquisar coleções completas de objetos relacionados a um mesmo conteúdo, tanto de ensino fundamental e médio, quanto de ensino superior. Os materiais apresentados são desenvolvidos pelos membros registrados e por um conjunto de professores de apoio ao desenvolvimento do serviço. Além disso, este projeto tem a idéia de ser uma conceituada comunidade *online*, onde professores e estudantes de todo o mundo partilham seus materiais didáticos e pedagógicos (MERLOT, 1997).

### **2.3.3 Wisc-Online**

O *Wisconsin Online Resource Center* (WISC-ONLINE, 2007) é uma biblioteca digital de aprendizagem baseada nos recursos de OA. Biblioteca essa que foi desenvolvida principalmente, por professores do *Wisconsin Technical College System* (WTCS) e por técnicos multimídia. Conta, atualmente, com 360 membros, tanto do WTCS quanto autores individuais de OA. Além disso, contém cerca de 2288 objetos que são acessíveis a todos os estudantes do WTCS e para o uso em qualquer de suas aulas. Outras faculdades, universidades e consórcios de todo o mundo têm permissão para utilizar a biblioteca. Os OA apresentados pelo *Wisc* são desenvolvidos por uma equipe de educadores, desenhistas, editores, técnicos, estudantes e estagiários (WISC-ONLINE, 2007).

### **2.3.4 Research and Development of Learning Networks**

Também conhecido como *Learning Networks*, este projeto europeu tem como ponto principal à discussão sobre OA. Através de sua página *web* são publicadas notícias, informações e projetos realizados no *Learning Technology Development Program* do *Educational Technology Expertise Centre* da Universidade Aberta dos Países Baixos. Além disso, objetiva facilitar a comunicação entre pessoas, organizações autônomas e demais entidades que trabalhem com recursos pedagógicos (NETWORKS, 2006).

### **2.3.5 Advanced Distributed Learning**

O Departamento de Defesa (DoD) americano lançou um projeto denominado *Advanced Distributed Learning* em novembro de 1997, que se destina a acelerar em grande escala o desenvolvimento dinâmico da aprendizagem de seus soldados. A iniciativa tem como objetivo, fomentar a aprendizagem baseada na criação de conteúdos didáticos reutilizáveis, (objetos de aprendizagem), de forma que venham a garantir o acesso à educação e a formação de alta qualidade. Tais objetos são utilizados pelo DoD no programa de treinamento *DoD Training Transformation* (USA, 2007).

## 3 M-LEARNING

### 3.1 Visão geral

A educação sempre foi uma das principais preocupações e prioridades para uma sociedade que busca enriquecimento em todos os aspectos. Em paralelo a este anseio, a busca pelo desenvolvimento tecnológico permanece sendo um aliado para tal, de modo que esta parceria perdura até hoje. É nesse contexto, que surgiu, nos últimos anos, o chamado *m-Learning*. A conceituação de *m-Learning* pode ser facilmente entendida pela união dos conceitos de aprendizagem e dispositivos móveis. Assim, *m-Learning* é todo aprendizado que é sustentado através de dispositivos portáteis, que possuem sua própria fonte de energia, e que podem ser facilmente utilizados onde não haja acesso a conexões de rede física (DRISCOLL; CARLINER, 2005). Isso não implica na exigência de utilização de redes sem fio, pois o dispositivo pode oferecer o conteúdo educacional armazenado em seu *hardware*, possibilitando o aprendizado móvel, porém de forma desconectada da rede.

A aplicação prática do conceito de *m-Learning* pode trazer várias vantagens para os estudantes que o utilizam. Por exemplo:

- **aprendizado em comunidade:** o estudante não é necessariamente instruído por um único professor. Pode-se criar uma comunidade de ensino, que é formada por outros professores que também podem dar suporte educacional, bem como pelos demais estudantes que podem trocar informações entre si (COBCROFT, 2006);
- **autonomia:** cada estudante está livre para conduzir seu estudo da melhor forma que lhe convir, ficando livre de uma figura que conduz o aprendizado, além de poder contar com toda a informação disponível na Internet para formular um entendimento sobre algum conceito, e não apenas a visão de uma única pessoa (COB-

CROFT, 2006);

- **liberdade geográfica:** o estudante não está mais preso a uma sala de aula para aprender. Possibilitando, assim, ter o mundo como sua sala de aula (COBCROFT, 2006);
- **entendimento mais facilitado:** como o estudante está livre para estudar em seu ambiente de aprendizagem favorito, tem a vantagem de entender um conteúdo de forma mais fácil por estar mais à vontade durante o estudo. Além de ser mais fácil para ele relacionar o conhecimento aprendido com situações em sua vida (COBCROFT, 2006).

Cabe destacar também um dos principais problemas apresentados por este novo paradigma, que é o fato de ainda não se ter uma formulação concreta sobre padronização dos meios de acesso à informação. Devido ao grande número de equipamentos móveis disponíveis no mercado com acesso à Internet, a produção de conteúdo, para tais dispositivos, torna-se bastante limitada por variáveis como: fabricante do aparelho, sistema operacional que utiliza e, no caso de telefones celulares e *smatphones*, a operadora prestadora do serviço telefônico. Várias organizações internacionais, como a já citada *LTSC* da *IEEE*, a *European Committee for Standardization (ECS)* e a subcomissão 36 do primeiro encontro da *International Standardization Organization* em associação ao comitê da *International Electrotechnical Commission (ISO/IEC JTC1 SC36)*, são exemplos de esforços para elaboração de padrões para o desenvolvimento de conteúdos a serem visualizados em dispositivos móveis em geral. Porém, o que se tem de resultado mais concreto é a utilização de *URLs*, que seriam capazes de ser adaptadas para uma boa visualização em qualquer dispositivo, tanto móvel quanto fixo. Exemplo disso são os trabalhos desenvolvidos pelo grupo *Mobile Web Initiative (MWI)* pertencente a *World Wide Web Consortium (W3C)*, que buscam a definição de uma *web* única, baseada em regras que, quando seguidas por autores e desenvolvedores, permitem que o conteúdo resultante seja visualizado em qualquer dispositivo (W3C, 2005).

Pelo fato de se estar lidando com recursos como Internet, dispositivos móveis e educação, já bastante difundidos e bem aceitos pela grande maioria das pessoas, o ambiente disponível para aplicação deste conceito é bastante vasto. Pode-se destacar como exemplo do emprego de *m-Learning*: a sua aplicação em projetos e grupos de trabalhos colaborati-

vos; como uma forma diferente de ensino em escolas e universidades em relação a livros e computadores; na educação à distância; em campanhas de conscientização; como suporte a capacitação de funcionários em empresas; dentre outras (TRIBAL, 1998a). Podem-se, ainda, destacar projetos que já estão sendo desenvolvidos pelo mundo, tais como a produção de aplicações móveis pela *City University of Hong Kong (CityU)*, com foco em tornar a aprendizagem dos estudantes de Hong Kong mais flexível, aproveitando a grande utilização da tecnologia pelos mesmos (VOGEL et al., 2007). E, ainda, um projeto desenvolvido pela empresa Ericsson, que busca avaliar a aceitação deste novo conceito pelo mercado através de cursos sobre *m-Learning* (ERICSSON, 2005).

## **3.2 Projetos**

Além dos esforços já citados, projetos mais robustos também estão sendo produzidos. Dentre eles podem-se destacar os seguintes.

### **3.2.1 MOBIlearn**

O projeto MOBIlearn, situado na Universidade de Birmingham, é formado por 24 parceiros (incluindo 14 universidades) em toda a Europa, Israel, EUA e Austrália. O principal objetivo deste projeto é pesquisar abordagens sensíveis ao contexto e aprendizagem em ambiente de trabalho, suportados por tecnologias móveis (MOBILEARN, 2002).

### **3.2.2 M-Learning**

M-Learning é um projeto pan-europeu de pesquisa e desenvolvimento colaborativo apoiado pela União Européia. Através do emprego de tecnologias móveis, o projeto visa promover a alfabetização e experiências de aprendizagem de jovens adultos (com idades compreendidas entre os 16 a 24 anos), que não tiveram possibilidades de acesso a um estudo completo em sua infância. O projeto conta com duas universidades, duas sociedades comerciais, e agências educativas independentes sem fins lucrativos na Itália, Suécia e Reino Unido (TRIBAL, 1998b).

### **3.2.3 CAERUS**

CAERUS é um projeto que apóia a aprendizagem individual em locais turísticos e centros educativos. Com base na Universidade de Birmingham, o projeto desenvolveu uma aplicação com recursos de *Global Positioning System (GPS)* para *pocket PC*, que

conecta-se a um sistema de administração em uma máquina *desktop* que, por sua vez, transmite ao *pocket PC* informações como mapas, regiões de interesse e passeios temáticos (CAERUS, 2004).

### 3.2.4 Telemig Celular

No ano de 2005 a Telemig Celular teve sua primeira experiência de *m-Learning* com o *Quiz* do Conhecimento, via *Short Message Service* (SMS). Segundo Márcia Naves, Coordenadora de Tecnologia Aplicada à Educação da Amazônia Celular e Telemig Celular, "de um projeto piloto, o *Quiz* se tornou um sistema de avaliação SMS e *Wireless Application Protocol* (WAP), que também foi a plataforma escolhida para o desenvolvimento do primeiro curso para telefone celular, voltado para os nossos colaboradores. São eles os nossos principais orientadores no desenvolvimento da didática para este meio"(NAVES, 2005). Sendo esta iniciativa, uma das primeiras aplicações de *m-Learning* no Brasil.

### 3.2.5 Análise final

Como visto até agora, a questão de *m-Learning*, apesar de ainda sofrer com algumas dificuldades com padrões, é um campo que ainda tem muito a ser explorado, devido a grande quantidade de áreas de aplicação. Além do fato de ser uma abordagem totalmente nova e bastante promissora para a Educação como um todo, desde a educação básica, passando pela graduação até a, constante e necessária, atualização profissional.

## 3.3 Dispositivos móveis

### 3.3.1 Visão geral

Durante as últimas décadas, pôde-se perceber um aumento significativo na utilização de dispositivos móveis para diversas finalidades. Dispositivos tais como *PDA*s, telefones celulares e *smartphones* são cada vez mais comuns nas mãos das pessoas. A principal questão é que os primeiros dispositivos eram fabricados com uma finalidade específica, que inclusive já vinha programada em seu *hardware* (sistemas baseados em *hardware*), o que restringia bastante sua utilização. Exemplos são os primeiros *MP3*s, que apenas reproduziam os arquivos de áudio, e os primeiros telefones celulares que não permitiam nada além da realização de chamadas. Porém, com o aumento do poder computacional, tornou-se possível o surgimento de novos ambientes de programação focados nesse tipo

de dispositivo, onde se é capaz de desenvolver aplicações quase que totalmente independentes de dispositivo e fabricante.

Esta "generalização" referente ao desenvolvimento para dispositivos móveis permitiu que aplicações que já eram conhecidas em ambiente *desktop*, também fossem acessadas a partir deste novo tipo de plataforma. Além de aplicações, tornou-se possível, o acesso à Internet, facilitando ainda mais o alcance aos mais variados tipos de informações. Dentre as tantas informações disponíveis na Internet, estão presentes os objetos de aprendizagem que como qualquer outra aplicação, passam também a poder ser visualizados em dispositivos móveis.

A possibilidade de utilização de tecnologias móveis no processo de ensino e aprendizagem permite o acesso a conteúdos educacionais em qualquer lugar e a qualquer hora, aproveitando assim horários livres, tais como de espera ou de locomoção. Além disso, cada variante dos dispositivos móveis trás vantagens diferentes.

- **Notebook:** de um lado, os *notebooks* têm os mesmos recursos encontrados em computadores pessoais, e de outro, têm a vantagem de serem pequenos, facilitando o transporte. Ainda, possuem apoio à comunicação sem fio e, a cada dia, estão disponíveis a preços mais acessíveis. Figura 3.1.



Figura 3.1: Exemplo de *notebook*.

- **Tablet PC:** é uma espécie de computador pessoal em forma de prancheta ou em um formato semelhante a um *notebook* (Figura 3.2). A tela pode ser acessada com o toque de uma caneta especial, permitindo o acesso sem a necessidade de teclado ou mouse.
- **PDA:** possuem pequenas dimensões e significativo poder de processamento e memória. Geralmente, possuem funções de agenda e recursos de escritório. Ainda,



Figura 3.2: Exemplo de *tablet PC*.

têm a possibilidade de interconexão com computadores pessoais e uma rede sem fio. Figura 3.3.



Figura 3.3: Exemplo de *PDA*.

- **Telefone celular:** o mais simples dentre os dispositivos móveis tem como principais funções a comunicação via voz e o envio e recebimento de mensagens instantâneas *SMSs*. Algumas de suas desvantagens são pouca memória e baixa taxa de transferência de dados. Telefones celulares atuais já disponibilizam em suas funções padrões de acesso à Internet, *player* de *MP3*, câmeras fotográficas e de vídeo. Figura 3.4.
- **Smartphone:** dispositivos híbridos que combinam as capacidades dos telefones celulares e dos *PDA*s. Possuem dimensões menores que os *PDA*s e maiores do que telefones celulares. Alguns possuem um teclado mais completo com letras e números em teclas separadas e possuem telas sensíveis ao toque. Como são dispositivos já pensados pra o acesso à Internet, apresentam grande potencialidade para serem utilizados no acesso a aplicações educacionais móveis. Figura 3.5



Figura 3.4: Exemplo de telefone celular.



Figura 3.5: Exemplo de *smartphone*.

Cabe destacar ainda, que os telefones celulares, por exemplo, por serem aparelhos já bastante difundidos no mercado e com preços relativamente acessíveis permitem que diferentes pessoas, tanto de faixas etárias distintas quanto de classes sociais diversas, tenham acesso fácil aos conteúdos educacionais. Já equipamentos como *PDA*s e *smartphones*, por possuírem poder computacional e de armazenamento superiores que os telefones celulares, permitem a execução de objetos educacionais mais elaborados e o armazenamento de conteúdos afins.

Em contrapartida às várias vantagens que a mobilidade nos trás, é necessário ressaltar limitações de tais dispositivos, tanto em relação aos recursos de *hardware* quanto aos de software e interatividade. Abaixo serão destacadas algumas destas limitações em termos gerais.

### 3.3.2 Limitações de processamento

Os telefones celulares atuais são equipados com processadores que atingem uma velocidade de cerca de 300 MHz, e a expectativa é que, em breve, superem os 500 MHz. Já

os *PDA*s disponibilizam velocidades superiores que esta porém, para ambos os casos, tais velocidades são visivelmente menores que as atingidas por computadores *desktop*. Isso impede o desenvolvimento de aplicações que exijam um processamento rápido e de uma grande quantidade de dados.

### 3.3.3 Limitações de memória

Uma grande quantidade de memória exige ainda um tamanho físico correspondente. Este fator é agravado quando se trata de memórias para dispositivos móveis, pelo fato de estes serem equipamentos pequenos.

### 3.3.4 Limitações de tela

Uma das limitações mais óbvias e observáveis em telefones celulares, *PDA*s e *smartphones*, é o tamanho da tela. Devido à pequena área de trabalho, as aplicações desenvolvidas para estes dispositivos não podem ultrapassar determinados limites tanto na horizontal quanto na vertical, que variam conforme o aparelho. Ignorar tais limites acarretará no surgimento de barras de rolagem que tornam a interação com o usuário não ergonômica. Já em dispositivos como *tablet PCs* e *notebooks*, o tamanho da tela não é um fator agravante por terem dimensões semelhantes a dos computadores pessoais.

### 3.3.5 Limitações de software

Em relação aos recursos de software, estes são restritos aos limites funcionais do sistema operacional existente em cada dispositivo móvel. Estes sistemas são os responsáveis por prover recursos multimídia, serviços relacionados à manipulação de dados, dentre outras funcionalidades.

### 3.3.6 Expectativa de usuário

Devido ao fato de todo recurso presente em dispositivos móveis estar sempre disponível, sem a necessidade de um tempo de espera de inicialização (como ocorrem em sistemas *desktop*), usuários de tais dispositivos são pouco tolerantes a atrasos em tempo de resposta. Isto acaba por influenciar consideravelmente o projeto de uma aplicação para este tipo de arquitetura, que deve buscar atingir uma boa experiência de usuário com o seu uso.

### 3.3.7 Análise final

Como observado nesta seção, durante o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, deve-se explorar ao máximo o fator mobilidade, dentro de limites que implicam na utilização equilibrada dos recursos disponíveis, e ciente, a todo o momento, das expectativas a serem atingidas para a plena satisfação dos usuários-finais.

## 3.4 Tecnologia de rede sem fio

Tecnologias de redes sem fio (*wireless*) presentes na área de telefonia móvel são as principais viabilizadoras do surgimento de novas aplicações para tais dispositivos. Nesta seção, são abordadas diferentes tecnologias sem fio disponíveis na maioria dos telefones celulares. Tecnologias essas que diferem em questões como taxas de transferência de dados suportadas, protocolos de comunicação utilizados, área de cobertura, bem como consumo de energia relacionado.

### 3.4.1 Sistemas de comunicação celular

No início, o principal serviço apresentado pelos telefones celulares era a comunicação via voz. Desta forma, o primeiro desafio era permitir conexões de usuários móveis com usuários conectados a terminais fixos, e proporcionar conexões entre dois usuários móveis. Porém, como na comunicação sem fio via rádio seria bastante provável uma falha na conexão por problemas no caminho do sinal, uma comunicação direta entre usuários móveis só seria possível dentro de um determinado intervalo de tempo. Foi então que as redes celulares evoluíram de um serviço baseado puramente em voz, para um serviço baseado em suporte a dados; isto é, uma comunicação estabelecida por uma arquitetura ponto-a-ponto que ocorre entre um telefone móvel e as chamadas estações-base. Estas últimas podem ser referidas como a ponte entre a telefonia móvel e a telefonia fixa (FITZEK; REICHERT, 2007).

Para permitir a transmissão de dados digitais de telefones celulares para as centrais de rede, a tecnologia *Circuit Switched Data (CSD)* foi introduzida no primeiro telefone celular da segunda geração (2G), trabalhando a uma taxa de transmissão de 9,6 kbps. *CSD* é um exemplo de tecnologia do sistema de comunicação europeu *Global System for Mobile Communications (GSM)*, que, por sua vez, é um sistema de acesso múltiplo por divisão de tempo, chamado *Time Division Multiple Access (TDMA)*, em que cada

usuário ocupa um espaço de tempo específico na transmissão, o que impede problemas de interferência. Então, para aumentar a taxa de dados a *High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)* foi introduzida, utilizando codificações diferentes da *CSD*. Em caso de boas condições do canal de comunicação onde nenhuma proteção contra erros é utilizada, pode-se alcançar uma taxa de transmissão de 14,4 kbps (FITZEK; REICHERT, 2007).

Logo após, a *General Packet Radio Service (GPRS)* foi introduzida. Trata-se, basicamente, de uma extensão da *CSD* e da *HSCSD*, sendo ela e essa última referenciadas como tecnologias da geração 2.5, podem ser consideradas como o primeiro passo em direção às redes 3G. Ainda, a *GPRS* partilha sua banda entre todos os usuários envolvidos no canal de comunicação, priorizando os serviços de voz, sem aplicações de qualidade de serviço, *Quality of Service (QoS)*, e permite ao usuário estar sempre "ligado"; ou seja, o usuário é cobrado pelo volume de dados que manipula e não pelo tempo, como ocorre nas tecnologias *CSD* e *HSCSD*. Por fim, a principal aplicação da *GPRS* é o apoio a *e-mails* e serviços de navegação na *web*. Apenas para constar, teve-se ainda a chamada *Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)*, ou *Enhanced GPRS (EGPRS)*, que trouxe taxas de transmissão de dados mais elevadas que podiam ir até 473,6 kbps, no melhor caso (FITZEK; REICHERT, 2007).

Passando para redes 3G, o sistema *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)* é introduzido como evolução do *GSM*, sendo esta nova geração baseada no chamado *Wideband Code Division Multiple Access (W-CDMA)*. Ainda cabe destacar, que o *UMTS* oferece taxas de transmissão de dados de cerca de 2 Mbps. Em outras regiões do mundo, essa tecnologia tem nome diferente, mas os serviços prestados e taxas de transferência de dados são essencialmente os mesmos (FITZEK; REICHERT, 2007).

Como visão geral, pode-se observar a Figura 3.6 que resume graficamente o que foi aqui abordado.

Portanto, percebe-se que a indústria continua evoluindo no desenvolvimento das redes 3G. Operadoras de telefonia móvel já estão instalando atualizações para seus sistemas usando *High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)* e *High Speed Uplink Packet Access (HSUPA)*. A *HSDPA* irá atingir até 28,8 Mbps para downloads e a *HSUPA* até 5,76 Mbps para fotos. Essas taxas já são maiores que as que se tem atualmente com banda larga em redes fixas. A padronização para redes 3G inclui o chamado *Long Term Evolution (LTE)*, que dará aos usuários picos de 100 Mbps em taxas para downloads e 50 Mbps para

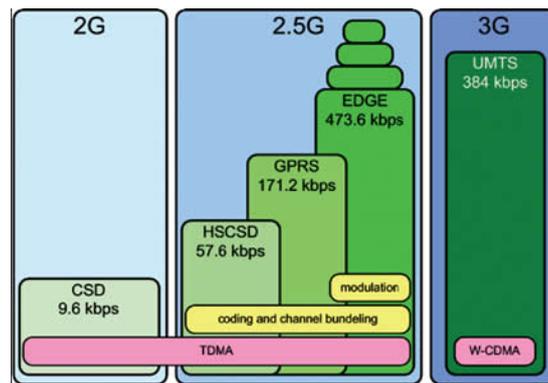


Figura 3.6: Visão geral sobre os sistemas de comunicação celular.

fotos. Marcas como Ericsson, Nokia e Motorola estão discutindo *LTE* para introduzir no mercado em 2009 (FITZEK; REICHERT, 2007).

### 3.4.2 Sistemas de comunicação de curto alcance

Quando fala-se de sistemas de comunicação de curto alcance, refere-se a redes sem fio pessoais *Wireless Personal Area Network (WPAN)*, e redes locais sem fio *Wireless Local Area Network (WLAN)*. Esta é a tecnologia de maior impacto sobre a programação para telefones celulares. Como exemplos de tais sistemas, pode-se citar o *Bluetooth* e a família *IEEE 802.11* (FITZEK; REICHERT, 2007).

O *Bluetooth* (<http://www.bluetooth.com/bluetooth/>) foi introduzido pela Ericsson, em 1999, como um substituto para equipamentos móveis, buscando facilitar a troca de dados entre telefones celulares, *PDA*s, *notebooks* e computadores pessoais. Mais tarde, a iniciativa foi tomada a cargo pela *IEEE* e padronizada em *IEEE 802.15.1*. Ainda, o *Bluetooth* foi concebido como uma tecnologia de baixo custo, com baixo consumo de energia e de curto alcance, sendo uma das formas de comunicação mais encontrada atualmente em telefones celulares. O consumo de energia é dirigido por três diferentes categorias de transmissão que variam entre 1, 10 e 100 metros. Com o *Bluetooth* versão 2.0, taxas de transferência de dados de até 3 Mbps estão disponíveis. No futuro, o *Bluetooth* será fundido com a tecnologia de Banda Ultra Larga, *Ultra-Wide-Band (UWB)*, sendo que esta permitirá até 400 Mbit/s (FITZEK; REICHERT, 2007).

Já as *WLAN*s são padronizadas pela família *IEEE 802.11*. As primeiras implementações da *IEEE WLAN 802.11* tinham uma camada MAC simples e três camadas físicas. O maior melhoramento da 802.11b aumentou a taxa de transferência de dados para até 11 Mbps. Todas as diferentes tecnologias *WLAN IEEE* têm a mesma estratégia de MAC, que

é derivado do mundo *Ethernet*. Ainda, a *IEEE* propõe o *Carrier Sense Multiple Access (CSMA)*, com prevenção de colisão *Collision Avoidance (CA)*. No entanto, na *Ethernet* é utilizado o *CSMA* com uma abordagem mais eficiente que é a detecção de colisão *Collision Detection (CD)*. Porém, devido à natureza do meio sem fio, a detecção de colisão não é possível para todos os envolvidos no processo de comunicação, o que faz com que o *CSMA / CA* seja utilizado (FITZEK; REICHERT, 2007).

### 3.5 Sistemas operacionais para ambientes móveis

Quando se trata de *m-Learning*, aborda-se vários conceitos que acabam por influenciar na aplicação do mesmo. Por isso, é importante salientar-se algumas informações gerais sobre os sistemas operacionais para ambientes móveis presentes no mercado. Segundo estatística apresentada pela órgão de pesquisa Canalys, os três principais sistemas operacionais móveis existentes são: *Symbian OS*, que conta com cerca de 71,7% do mercado, sistemas *Linux* móveis, com uma fatia de 14,3% e *Windows Mobile*, com 6,9% (CANALYS, 2007). A seguir, é feita uma análise geral sobre estes três sistemas operacionais para dispositivos móveis.

#### 3.5.1 *Symbian OS*

*Symbian OS* é um sistema operacional para dispositivos móveis proprietário, que conta com diversas bibliotecas de recursos, *frameworks* de interface de usuário *User Interface (UI)*, e ferramentas implementadas pela Symbian Ltd. Trata-se de um descendente da família de sistemas operacionais EPOC desenvolvida pela empresa Psion PLC e executa exclusivamente em processadores da arquitetura ARM. *Symbian* é atualmente utilizado pelas empresas Nokia (47,9%), Ericsson (15,6%), Sony Ericsson (13,1%), Panasonic (10,5%), Siemens AG (8,4%) e Samsung (4,5%). Encontra-se em sua versão 9.4.

Como alguns de seus recursos, pode-se destacar o uso de diversos algoritmos de criptografia, ambiente de suporte à linguagem C e bibliotecas parciais de suporte a POSIX, recursos de *GPS*, recursos telefônicos das gerações 2.5 e 3, *GSM*, *HSCDS*, *GPRS*, *EDGE*, *WCDMA*, *HSDPA*, implementação de *QoS*, *Bluetooth 2.0*, *TCP/IP*, *HTTP*, *WAP*, recursos multimídia de captura e reprodução de vídeo e áudio, suporte a gráficos 2D e 3D com *Open GL*, banco de dados *SQL*, *unicode 3.0*, suporte a núcleo ARM versões 5, 6 e 7, cache L2, *MIDP 2.0*, *RTCP*, suporte à linguagem *Java* (SYMBIAN, 2007).

### 3.5.2 *Mobilinux*

*MontaVista Mobilinux* é um exemplo de sistema operacional *Linux* e plataforma de desenvolvimento para aparelhos telefônicos móveis e outros dispositivos móveis, tais como *GPS*, dispositivos médicos portáteis dentre outros. *Mobilinux*, atualmente em sua versão 5.0, é utilizado em cerca de 90% dos *smatphones* baseados em *Linux* e mais de 35 milhões de telefones celulares e outros dispositivos móveis (MONTAVISTA, 2007a). Plataformas *Linux*, como esta, prevêm a colocação no mercado de benefícios normalmente só encontrados em plataformas proprietárias.

Algumas de suas especificações técnicas são *kernel Linux* versão 2.6.21, roda sobre arquitetura ARM, suporte a processadores *multicore*, bibliotecas *Glibc 2.5.90* e *POSIX thread*, *Ipv6*, comunicação via *Bluetooth*, *Wi-fi* e *Wi-LAN*, bom desempenho em um espaço de 2 Mb para executar o sistema operacional e aplicações, dentre outros recursos (MONTAVISTA, 2007b).

### 3.5.3 *Windows Mobile*

*Windows Mobile*, pertencente a empresa Microsoft, é um sistema operacional compactado que combinada uma suíte de aplicativos básicos para dispositivos móveis baseados na *API Microsoft Win32*. Dentre os dispositivos que rodam o *Windows Mobile Pocket PCs*, pode-se destacar os *smartphones*, *Portable Media Centers (PMCs)*, bem como computadores de bordo de alguns automóveis. Este sistema é projetado para ser semelhante à versão *desktop* do *Windows*. Além disso, o desenvolvimento e agregação de softwares de terceiros é permitido pelo sistema e atualmente, está em sua versão 6.0 (MICROSOFT, 2007).

## 3.6 Plataformas de desenvolvimento para ambientes móveis

Para que sejam produzidos bons conteúdos educacionais para este novo ambiente dos dispositivos móveis, a escolha de uma boa plataforma de desenvolvimento é imprescindível. Nesta seção, são apresentadas algumas alternativas de plataformas para dispositivos portáteis, sendo destacadas questões como recursos oferecidos, arquitetura da plataforma, e avaliação da mesma no quesito de produção de conteúdos educacionais.

### 3.6.1 J2ME

*Java 2 Micro Edition (J2ME)* (<http://java.sun.com/javame/index.jsp>) é uma plataforma inteiramente projetada com o intuito de atender as necessidades de desenvolvedores da área de computação móvel. Pertencente a empresa Sun Microsystems, trata-se de uma versão reduzida da plataforma padrão *Java 2 Standard Edition (J2SE)*, que permite a produção de aplicações para dispositivos móveis tais como telefones celulares, PDAs, *smartphones*, dentre outros. O que estes dispositivos têm em comum é o fato de possuírem pouco poder de processamento e pouca memória para suportar a *J2SE* usada em computadores *desktop* e servidores, daí a necessidade de uma versão reduzida para a produção de materiais para tais dispositivos. Além disso, compreende interfaces de usuário, modelos de segurança, protocolos de comunicação em rede e outras funcionalidades que, quando combinadas, constituem um ambiente de execução *Java* otimizado para uso de memória, processamento e operações de entrada e saída (BEVILACQUA, 2007).

#### 3.6.1.1 Arquitetura

Um dos desafios enfrentados pela equipe da Sun *Java Community Process (JCP)*, no momento em que estavam desenvolvendo a plataforma *J2ME*, foi o de encontrar uma maneira para que uma mesma aplicação desenvolvida em *J2ME* pudesse ser visualizada em qualquer um dos tantos dispositivos móveis presentes no mercado. O fato destes dispositivos não seguirem uma padronização de hardware, como a seguida por computadores *desktop*, dificulta muito o desenvolvimento de aplicações genéricas (MICROSYSTEMS, 2007).

- **Configuração (*Configurations*):** trata o ambiente de execução (*Java Run-Time Environment*) e possui um pacote de classes que trabalha sobre cada dispositivo, chamado *core*. Ainda, é subdividida em dois blocos, um que opera sobre dispositivos com pouco poder computacional, (*Connected Limited Device Configuration*) (*CLDC*), e outro que opera sobre dispositivos com maior poder computacional, *Connected Device Configuration* (*CDC*).
- **Perfil (*Profile*):** consiste em um pacote de classes que permitem aos desenvolvedores encontrar as características de um grupo de dispositivos móveis, e adaptar suas aplicações a eles.

### 3.6.1.2 *Desenvolvimento de objetos de aprendizagem*

Uma das principais vantagens da plataforma *J2ME* é possibilitar que toda aplicação desenvolvida seja acessível de qualquer dispositivo móvel. Este questão garante que um objeto de aprendizagem móvel possa ser utilizado independente do aparelho do usuário. Por exemplo, se um telefone celular é compatível com Java, ele converte automaticamente o código *Java* e o executa, sem ter de interpretá-lo e adaptá-lo a arquitetura do aparelho, o que restringiria o seu funcionamento apenas a certos telefones.

Além disso, a *J2ME*, apesar de ser uma versão simplificada da *J2SE*, apresenta uma boa quantidade de recursos que auxiliam o desenvolvedor de objetos. Dentre estes podem-se destacar a facilidade que o programador tem de estruturar os elementos na tela conforme sua vontade, definindo suas coordenadas na horizontal e na vertical (classe *Canvas*), a facilidade de criação de imagens fornecida pelo uso da classe *Graphics* e a facilidade de entendimento das *APIs*, o que permite o desenvolvimento rápido de aplicações.

### 3.6.2 *Flash Lite*

*Flash Lite* é uma tecnologia toda projetada para dispositivos móveis, onde busca aliar um bom desempenho de processamento com os poucos recursos apresentados por tais dispositivos. Atualmente, está disponível em duas versões: *Flash Lite 1.0* e *Flash Lite 1.1* baseados no *Flash Player 4*, e *Flash Lite 2* e *Flash Lite 2.1* baseados no *Flash Player 7*. Segundo documento divulgado na Internet pela Adobe, dentre os vários recursos disponibilizados no *Flash Lite 2*, destacam-se o suporte a conexões via *sockets*, manipulação de arquivos *eXtensible Markup Language (XML)*, suporte a *Actionscript 2.0*, formatação de texto melhorada e suporte a *Unicode*. Além disso, possui recursos de multimídia (imagem, áudio e vídeo) e armazenamento de dados para reuso (INCORPORATED, 2007). O *Flash Lite* facilita o trabalho de profissionais que já desenvolviam conteúdos em *Flash* para ambientes *desktop*, pois podem se valer do conhecimento adquirido, relativo ao desenvolvimento na plataforma *Flash* para realizarem trabalhos para dispositivos móveis.

Como qualquer plataforma emergente, o *Flash Lite* ainda apresenta alguns pontos negativos a serem considerados, como: indisponibilidade, que se refere ao fato de poucos telefones celulares apresentarem suporte a conteúdos *Flash Lite*, principalmente no Brasil; inconsistência de versões: dependendo do aparelho, marca e sistema operacional, o *Flash Lite* não poderá ser visualizado plenamente em todos seus modos; e limitações

do *plugin*: o *Actionscript* presente no *Flash Lite* oferece uma gama menor de recursos comparado a sua versão *desktop* (OLIVEIRA<sup>1</sup>; MEDINA<sup>1</sup>, 2007).

Apesar das limitações, o *Flash Lite* permite a criação de interfaces ricas e bem elaboradas em poucos minutos, além de não exigir um grande conhecimento de programação para tal finalidade, fato esse que também contribui para a utilização do mesmo no processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis (OLIVEIRA<sup>1</sup>; MEDINA<sup>1</sup>, 2007).

### 3.6.3 BREW

*BREW*, que é uma abreviação para *Binary Runtime Environment for Wireless*, é uma plataforma de desenvolvimento para telefones celulares criada pela empresa Qualcomm (<http://brew.qualcomm.com/brew/en/>). Foi originalmente desenvolvida para telefones celulares que utilizam a tecnologia *CDMA*, mas depois foi portada para outras interfaces, incluindo *GSM / GPRS* e *UMTS*. A principal vantagem da plataforma *BREW* é a de que desenvolvedores de aplicações podem facilmente portar seus trabalhos entre todos os projetos da Qualcomm. Ainda, o *BREW* é executado entre a camada de aplicações e o sistema operacional *wireless*, evitando desta forma, a necessidade por parte do programador de conhecer os códigos para manipulação do sistema de interface e as aplicações *wireless*. Foi lançada em Setembro de 2001 (INCORPORATED, 2001).

Aplicações desenvolvidas para aparelhos telefônicos que suportam *BREW* podem ser implementadas em C ou C++ usando o *BREW Software Development Kit (SDK)* disponível gratuitamente para download. O *SDK* inclui um emulador *BREW*, e após sua versão 3.0 um simulador *BREW*, que pode ser utilizado para testes durante o processo de desenvolvimento. Diferentemente da plataforma *Java ME*, onde qualquer desenvolvedor pode carregar e executar *softwares* em qualquer aparelho telefônico com suporte a *Java*, com *BREW*, as aplicações devem ser assinadas digitalmente (INCORPORATED, 2001).

Desenvolvedores *BREW* são obrigados a se registrar junto a Qualcomm, bem como de submeter suas aplicações ao *TRUE BREW Testing* com custos adicionais significativos. Antes de submeter o trabalho ao teste, o mesmo já deve ter sua assinatura digital. Devido a este tramite que envolve o desenvolvimento com *BREW*, raramente programadores que produzem aplicações para telefone celular por *hobby* o utilizam (INCORPORATED, 2001).

### 3.6.4 Android

O plataforma *Android* é uma pilha de *softwares* para dispositivos móveis, incluindo um sistema operacional, *middleware* e aplicativos. Os desenvolvedores podem criar aplicações para a plataforma usando o *Android SDK*. Estas são escritas utilizando a linguagem de programação *Java* e executado sobre a *Dalvik*, uma máquina virtual projetada para rodar sobre um núcleo *Linux* (Figura 3.7). Cabe salientar que se trata de uma plataforma extremamente nova, lançada em novembro de 2007, pela empresa Google (<http://code.google.com/android/>) (GOOGLE, 2007).

Alguns de seus recursos são *framework* de aplicações que permite a reutilização e substituição de componentes, máquina virtual *Dalvik* otimizada para dispositivos móveis, navegador integrado baseado na *engine* de código aberto *WebKit*, gráficos 2D otimizados e 3D baseados na especificação *OpenGL ES 1.0*, *SQLite* para armazenamento de dados estruturados, suporte de mídias para áudio, vídeo e imagens, tecnologia *GSM*, *Bluetooth*, *EDGE*, 3G, e *Wi-Fi*, câmera, *GPS*, ambiente de desenvolvimento rico, incluindo um dispositivo emulador, ferramentas de depuração, memória e perfis de desempenho, e um *plugin* para a *IDE Eclipse* (GOOGLE, 2007).

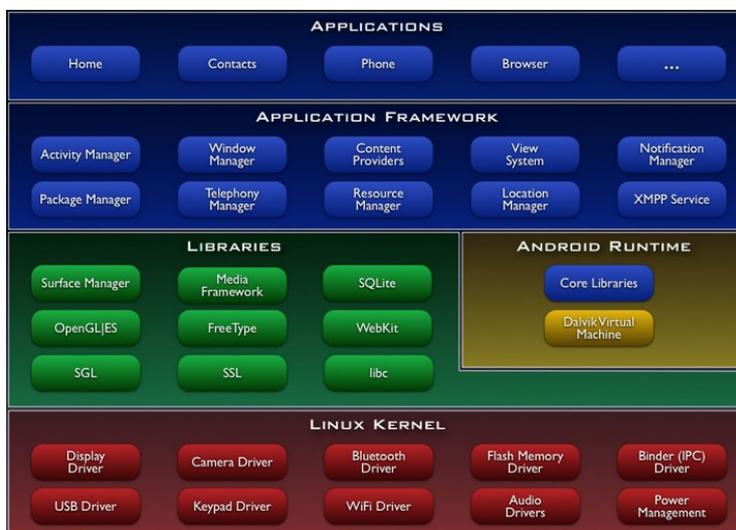


Figura 3.7: Arquitetura *Android*.

Com a plataforma *Android* já vem um grupo de aplicações, incluindo um cliente de e-mail, programa de *SMS*, calendário, mapas, navegador, contatos, dentre outros. Todas essas aplicações foram produzidas utilizando a linguagem de programação *Java*. Ainda, desenvolvedores tem pleno acesso aos mesmos *frameworks* e *APIs* utilizadas pelo núcleo de aplicações. Com este arquitetura de aplicação, pretende-se simplificar a reutilização

de componentes, sendo que qualquer aplicativo pode publicar as suas capacidades, bem como qualquer outra aplicação poderá fazer uso dessas capacidades (sujeito a restrições de segurança impostas pelo quadro). Este mesmo mecanismo permite que os próprios usuários substituam os componentes que desejarem. Além disso, Android inclui um grupo de bibliotecas que fornece a maioria das funcionalidades disponíveis nas principais bibliotecas da linguagem de programação *Java* (GOOGLE, 2007).

## 4 ANÁLISE DA QUESTÃO DE M-LEARNING NO CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Tomando por base o contexto levantado nas seções anteriores sobre a questão de *m-Learning*, podemos apresentar uma análise geral do mesmo, levantando em poucas palavras os prós e contras deste novo paradigma. Com esta análise, é possível visualizarmos o ambiente foco deste trabalho, bem como os problemas relacionados ao mesmo.

Portanto, sobre *m-Learning* pode-se destacar:

- **grande difusão dos dispositivos móveis:** como exemplo desta difusão, podemos apresentar uma pesquisa realizada por Joseph Rene Corbeil e Maria Elena Valdes-Corbeil, na Universidade do Texas em Brownsville, sobre a utilização de dispositivos móveis por alunos e professores da mesma. A Figura 4.1, resultado da pesquisa em questão, deixa claro a grande utilização dos mais variados dispositivos móveis na universidade.

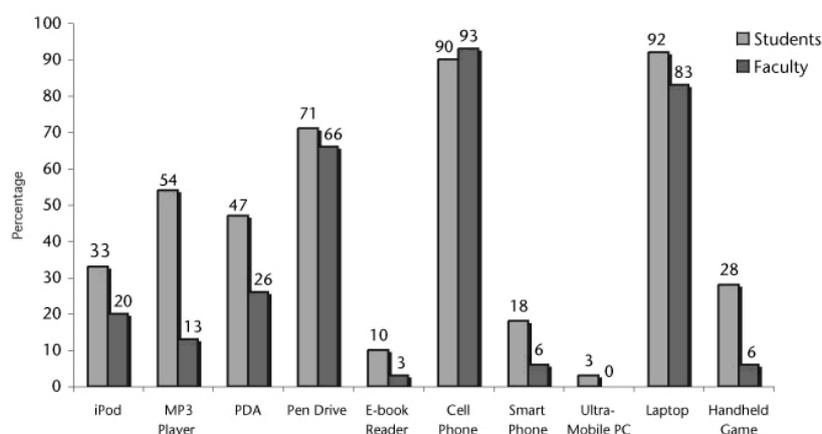


Figura 4.1: Utilização de dispositivos móveis por alunos e professores da Universidade do Texas.

Além disso, a pesquisa ainda apresenta que devido a essa grande utilização de apa-

relhos móveis, torna-se possível o emprego de *m-Learning*. Pode-se observar na Figura 4.2, um levantamento sobre a preparação dos alunos e professores da Universidade do Texas para o *m-Learning*.

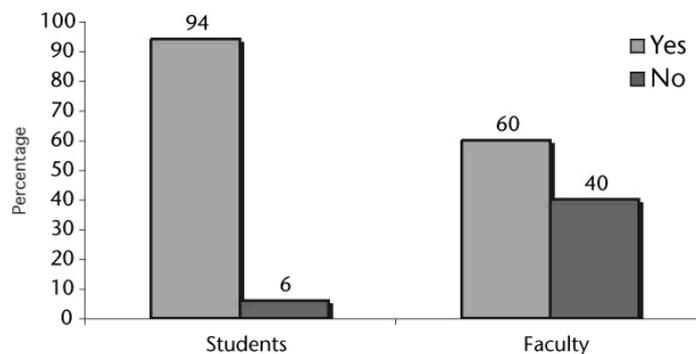


Figura 4.2: Aceitação do *m-Learning* por alunos e professores da Universidade do Texas.

- **utilização de PDAs:** implica em se ter uma grande utilização de recursos multimídia, devido ao poder de processamento, e recursos de rede.
- **utilização de smartphones:** implica em se ter computação, organização e comunicação por vários meios.
- **serviços de rede wireless e pacotes de dados de operadores de telefonia móvel:** permitem acesso a Internet em qualquer lugar e a qualquer hora.

Em paralelo a estas vantagens observadas, é necessário levantarmos o quadro de problemas apresentado pelo *m-Learning*. Problemas estes que incentivaram a realização deste trabalho. Então, pode-se destacar:

- Limitação de tela.
- Curta duração da bateria.
- Baixo poder de processamento quando comparado a computadores pessoais.
- Baixo nível de memória.
- Pequena largura de banda da Internet.
- *Hardware* ainda caro.
- Produção de conteúdos para tal plataforma exige grande atenção.

Tendo em mãos o quadro geral do escopo deste trabalho, algumas atividades foram desenvolvidas com o objetivo de confirmar os problemas apresentados pelo *m-Learning*.

Para a realização dessas atividades, foi escolhido o objeto "Roda Viva", que é um dentre os vários objetos educacionais presentes no repositório do RIVED, citado anteriormente. Realizou-se então uma análise geral do objeto de aprendizagem escolhido, bem como alternativas de visualização deste em simuladores de telefones celulares. Isso tudo, para que fosse possível observar como um objeto desenvolvido para *desktop*, é visualizado quando acessado pela Internet através de um dispositivo móvel.

#### 4.1 Análise do objeto de aprendizagem para ambiente *desktop*

O objeto "Roda Viva", que tem como público-alvo alunos da primeira série do Ensino Médio, objetiva introduzir questões relacionadas aos movimentos físicos dos corpos (força, mecânica e movimento), para que possam ser discutidas e debatidas em sala-de-aula. Além disso, por se tratar de uma atividade introdutória, o objeto em questão é relativamente simples, tratando-se apenas de uma transição de imagens e questões relativas ao tema. Por isso, foram apenas utilizados recursos das linguagens de marcação *HyperText Markup Language (HTML)* e *XML*, e uma animação em *Flash* para a transição de imagens. Na Figura 4.3 é apresentado como este objeto é visualizado em ambiente *desktop* a uma resolução de tela de 1152 por 864 pixels.



Figura 4.3: Visualização do objeto de aprendizagem em ambiente *desktop*.

Como este objeto foi totalmente planejado para o ambiente *desktop*, pode-se obser-

var que o mesmo apresenta boas características de visualização. Desta forma, o objeto mantém a totalidade de seus recursos, permitindo aos alunos que o utilizarem uma boa interação.

## 4.2 Visualização do objeto utilizando simuladores

Uma alternativa para visualizar a forma que o objeto "Roda Viva" seria apresentado em um telefone celular com acesso à Internet, por exemplo, sem necessariamente implementá-lo para tal dispositivo, seria a utilização de um simulador de visualização para telefones celulares. Um exemplo de simulador existente na Internet é o *Ready.mobi*, que utiliza testes padrões de visualização em telefones celulares definidos pelo *W3C*, em parceria com empresas de mobilidade. Este simulador gera um pequeno relatório sobre a *Uniform Resource Locator (URL)* analisada e simula a visualização da mesma em alguns modelos de telefones celulares.

Ao aplicar-se o simulador sobre a *URL* do objeto educacional em questão, devido ao fato deste ser implementado usando *HTML*, *XML* e *Flash*, seguindo corretamente os padrões *web*, o simulador *Ready.mobi* o classificou como apto para ser visualizado em telefones celulares. Em seu relatório, conferiu ao objeto a nota 3 (três), em uma escala de 1 (um) a 5 (cinco), ressaltando o que está correto em seu código *HTML* e o que poderia ser melhorado. No entanto, apesar desta boa classificação obtida, como o simulador toma por base para análise à questão de padrões *web* e boas práticas de desenvolvimento definidas pela *W3C*, tem como verdade que se uma *URL* está dentro dos padrões ela também poderá ser visualizada em telefones celulares, o que nem sempre está correto. No caso dos objetos de aprendizagem, que em sua maioria utilizam recursos em *Flash* para o desenvolvimento de animações, jogos, dentre outras atividades que facilitam a interação e o entendimento de um conteúdo, perdem praticamente toda sua utilidade pela má visualização que o recurso em *Flash* apresenta quando adaptado para uma tela menor. Segue abaixo, a simulação da visualização do objeto "Roda Viva" nos telefones celulares Motorola v3i, Nokia N70 e Samsung z105, modelos disponíveis no relatório do simulador.

Analisando a Figura 4.4, pode-se perceber a total perda de funcionalidade do objeto de aprendizagem, pelo fato de os dispositivos não suportarem conteúdos em *Flash* e não serem capazes de acomodar em uma tela reduzida, as grande dimensões apresentadas pelo objeto. No caso dos dispositivos Motorola v3i e Nokia N70, a única informação do objeto



Figura 4.4: Objeto de de aprendizagem visualizado em um simulador de visualização para telefones celulares.

que se manteve foi o título da sua página *web*, sendo que no dispositivo Samsung z105, nem isto se preservou. O recurso em *Flash* apresentado pelo objeto se perdeu totalmente, o que torna a utilidade pedagógica do mesmo completamente descartada.

### 4.3 Resultado observado

Com base no que foi apresentado neste capítulo, percebe-se que os objetos de aprendizagem disponíveis na Internet, em sua maioria não estão aptos para serem acessados através de dispositivos móveis. Isto por várias questões tais como: recursos de implementação utilizados, tamanho da tela, recursos apresentados pelo aparelho do qual o objeto é acessado, dentre outros. Motivado pela resolução destes entraves, na próxima seção é destacado uma proposta de solução para tal quadro problema, de forma a se preservar as funcionalidades dos objetos educacionais também quando acessados de aparelhos móveis.

## 5 SOLUÇÃO PROPOSTA

### 5.1 Planejamento

Após feita uma análise do problema, passamos agora elaboração de uma proposta para a solução do mesmo. Para tal foi realizado um planejamento de atividades que permitiriam além de um confronto com os problemas abordados, também um levantamento das ferramentas de implementação disponíveis, bem como levantamento de novos problemas até então desconhecidos.

As atividades planejadas foram as seguintes:

- **re-implementação do objeto "Roda Viva", porém agora em plataformas móveis:** com essa atividade seria possível entrar em contato com as diferentes plataformas de desenvolvimento para dispositivos móveis. Além disso, seria possível ressaltar as particularidades de cada uma, resultando na escolha de uma dentre as analisadas, para ser a utilizada no desenvolvimento das atividades finais. As plataformas abordadas seriam: *J2ME*, *Flash Lite* e *Android*.
- **desenvolvimento de um objeto de aprendizagem novo:** optou-se pelo desenvolvimento de um novo objeto pelo fato de aquele utilizado na atividade anterior se tratar de um objeto simples, sem dificuldade de implementação e sem interação alguma com o usuário. Além disso, este novo objeto seria implementado na plataforma de desenvolvimento escolhida na atividade anterior. Plataforma esta, que seria escolhida levando-se em conta unicamente à questão de desenvolvimento de conteúdos educacionais.
- **testar o objeto final em um aparelho real:** esta atividade se trata de um dos principais objetivos deste trabalho, que é o de se passar de um meio de testes em simuladores para um meio de testes em aparelhos reais. Para tal seria escolhido um

aparelho móvel que satisfizesse algumas especificações para a aplicação do conceito de *m-Learning*. Especificações estas que serão relatadas em seguida na seção sobre o aparelho adotado.

## 5.2 Desenvolvimento das atividades

### 5.2.1 Implementação do objeto em *J2ME*

Uma alternativa para visualizarmos o objeto "Roda Viva" em um dispositivo móvel, seria implementá-lo levando-se em conta desde o início este novo ambiente. Para tal propósito, foi utilizada a plataforma de desenvolvimento para dispositivos móveis *J2ME*, representada pela *Integrated Development Environment (IDE)* de código aberto *EasyEclipse Mobile Java*, bem como o pacote de ferramentas *Wireless Toolkit 2.5 for CLDC*, além é claro dos pacotes necessários para utilização da linguagem *Java*, *Java Development Kit (JDK)* e *Java Runtime Environment (JRE)* (MICROSYSTEMS, 2007).

Com base na análise anterior do objeto de aprendizagem, projetou-se a re-implementação do mesmo, tentando manter ao máximo suas características, adaptando somente o necessário para uma boa visualização e interação por parte do usuário. Por isso, como o objeto trata-se, basicamente, de uma transição de imagens e textos contínua, desenvolveu-se este mesmo recurso, porém, agora, deixando a cargo do usuário o momento de passar para a próxima imagem e texto, pressionando a seta da direita no teclado direcional do aparelho, ou retroceder para a imagem e texto anterior, pressionando a seta da esquerda. Além disso, manteve-se o título, o cabeçalho da atividade e o rodapé sempre visível, alterando somente as imagens e seus textos correspondentes. Essa alternativa permite que se utilize apenas uma tela para todo o objeto, diminuindo desta forma o tamanho do mesmo. Segue na Figura 5.1, uma imagem do objeto "Roda Viva" adaptado para dispositivos móveis usando *J2ME*, sendo visualizado no simulador presente no *Wireless Toolkit 2.5 for CLDC*.

Analisando a Figura 5.1, percebe-se que quando o objeto é projetado para ser visualizado em um ambiente móvel, pode-se trabalhar a melhor forma de superar dificuldades como tamanho da tela e o recurso de implementação a ser utilizado. A implementação do objeto "Roda Viva" em *J2ME* é relativamente simples, pois não utiliza grandes recursos de animações, interatividade e imagens complexas, o que possibilita manter toda sua funcionalidade sem tornar o objeto pesado para ser acessado via rede sem fio.



Figura 5.1: Implementação do objeto de aprendizagem em *J2ME*.

### 5.2.2 Implementação do objeto em *Flash Lite*

Agora, em contrapartida a alternativa de visualização do objeto "Roda Viva" em *J2ME*, é apresentada uma opção de implementação do mesmo em *Flash Lite*. Os testes sobre a implementação foram realizados no próprio simulador de telefones celulares presente no *Flash Professional 8*. Além disso, utilizou-se recursos da linguagem de programação nativa da plataforma *Flash*, o *Actionscript*, em sua versão 1.1, que é a suportada pelo *Flash Lite* (INCORPORATED, 2007) (Figura 5.2).



Figura 5.2: Implementação do objeto de aprendizagem em *Flash Lite*.

Neste caso, foi escolhido um dos modelos Nokia suportados pelo simulador presente no *Flash*, o Nokia 7610. Além disso, foi ativada via código a opção de o objeto ser

apresentado em tela cheia. Analisando o resultado obtido, percebe-se que o conteúdo do objeto em questão, apesar de não possuir uma grande área de trabalho, se acomoda de forma harmônica na pequena tela, e possibilita uma plena interação com o usuário. Nota-se, ainda, que, mesmo em dispositivos diferentes, a visualização do conteúdo é a mesma, apesar de se estar trabalhando com dispositivos de uma mesma empresa. Outro ponto a destacar é o uso de animação na transição das imagens. Ou seja, quando o usuário pressiona a tecla para ir para a próxima imagem, a atual desliza para cima até sair da tela, seguida logo abaixo pela próxima que desliza para cima até chegar ao centro da tela. Para esta implementação, utilizou-se uma tela inicial de apresentação do objeto e com um botão para iniciar a atividade. E uma segunda tela, que seria a atividade propriamente dita, com a transição das imagens e seus respectivos textos.

### 5.2.3 Implementação do objeto em *Android*

Por fim, é apresentada a última plataforma de desenvolvimento utilizada para esta atividade de re-implementação do objeto "Roda Viva", que é a plataforma *Android* (GOOGLE, 2007). Para esta atividade utilizou-se a *IDE Eclipse*, os pacotes *Java JDK* e *JRE* e o *plugin* desenvolvido pela Google para a *IDE Eclipse*, necessário para o desenvolvimento em *Android* denominado *Android Development Tools (ADT)*. Segue na Figura 5.3 o objeto re-implementado em *Android* sendo visualizado no simulador que acompanha o *plugin ADT*.



Figura 5.3: Implementação do objeto de aprendizagem em *Android*.

Como podemos observar na Figura 5.3, também se tentou realizar uma implementação

de fosse o mais fiel possível à versão original do objeto produzida para *desktop*. Porém, para a versão em *Android* pode-se notar algumas diferenças tais como:

- não se preservou o cabeçalho e o rodapé do Rived presente nas demais versões.
- não se produziu uma tela com a mensagem inicial do objeto.
- optou-se por deixar visíveis miniaturas das imagens existentes no objeto.
- desenvolveu-se uma transição animada das imagens, utilizando recursos de *alpha* (translucidez) nas imagens grandes e movimento nas miniaturas, dependendo do avanço ou retrocesso no vetor de imagens.

Como a plataforma *Android* é extremamente nova, tendo sido lançada em Novembro de 2007, há uma grande escassez de material para pesquisa sobre a mesma. Por esse fato, a implementação do objeto "Roda Viva" em *Android* baseou-se nos exemplos de implementação presentes na página *web* da plataforma (<http://code.google.com/android/>).

#### 5.2.4 Análise geral dos resultados

Traçando agora um paralelo entre as três implementações apresentadas nesta atividade de re-implementação do objeto "Roda Viva", pode-se destacar alguns pontos que são relevantes quando se trata de desenvolvimento para dispositivos móveis.

Como foram abordadas formas diferentes de projeto para o objeto de aprendizagem nas três plataformas, a questão de boa definição das imagens torna-se difícil de observar. Isto porque na implementação com *J2ME* todo o objeto se resume a uma única tela, o que reduz o espaço disponível para acomodação das imagens, implicando em serem de tamanho menor, em contrapartida à implementação em *Flash Lite* que se utiliza duas telas. Já na plataforma *Android*, como o simulador da mesma é baseado em uma tela de um *smartphone*, logo, com maiores dimensões, se tem uma visualização das imagens com mais definição, além do fato de ser uma implementação em modo "tela cheia".

Outra questão que pode-se observar é o uso de animações. Tanto a plataforma *J2ME* quanto as plataformas *Flash Lite* e *Android*, possuem suporte a criação de animações. Porém, como o desenvolvimento em *Flash Lite* ocorre através do programa *Flash*, a criação de animações se torna mais fácil nesta plataforma, visto que o *Flash* sempre teve, através de sua linha de tempo, um bom suporte para este tipo de criação. Já em *J2ME* e *Android*,

ambas baseadas em programação *Java*, as animações são todas criadas via código, ou seja, sem uma interface mais amigável para o desenvolvedor.

Pode-se, ainda, ressaltar a questão referente à realização dos testes das aplicações produzidas. Todas as plataformas trazem consigo simuladores que permitem ao desenvolvedor testar seus trabalhos em simulações de dispositivos móveis reais. Essa questão é importante, pois evita que seja necessário dispor de um dispositivo real para se testar uma aplicação e, ainda, transferir toda vez o conteúdo desenvolvido para o mesmo.

Por fim, o mais importante a destacar se refere à compatibilidade dos conteúdos desenvolvidos em cada plataforma com os dispositivos móveis presentes no mercado. Um exemplo é a forma que o objeto de aprendizagem produzido por este estudo é visualizado em dispositivos com tamanhos de telas diferentes apresentados pelo simulador da plataforma *J2ME*.

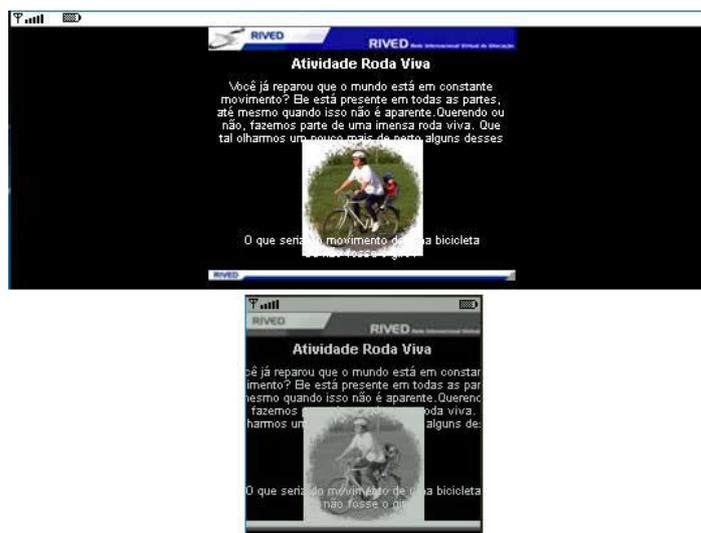


Figura 5.4: Erros apresentados quando o objeto é visualizado em aparelhos com tamanhos de telas diferentes.

A imagem na Figura 5.4 apresenta um formato de tela maior na horizontal e menor na vertical, o que faz com que os textos e as imagens do objeto se sobreponham, perdendo a legibilidade e harmonia estética. Já na imagem abaixo na Figura 5.4, além da sobreposição dos conteúdos, por se tratar de um dispositivo desprovido de tela colorida, o objeto perde também em qualidade de imagem. Ainda, como já mencionado nas seções específicas sobre cada plataforma, pode-se destacar a *J2ME* e o *Flash Lite* como destaque no que se refere à compatibilidade. A *J2ME*, por ter surgido a mais tempo que as demais, já abrange um número maior de dispositivos que suportam aplicações desenvolvidas nela.

Porém, com o avanço apresentado pelo *Flash Lite* nos últimos anos e o lançamento do *player* do *Flash* para *PDA*s e *smartphones*, baseados no *player* para *desktop* versão 7 e com suporte a *Flash Lite 2.1*, a tendência é que essa nova tecnologia seja cada vez mais aceita pelo mercado. Ainda neste quesito, cabe destacar que a plataforma *Android*, por ser extremamente nova, ainda não é executável por dispositivos móveis reais presentes no mercado.

Após concluída essa atividade de testes das plataformas e realizado uma análise sobre as mesmas, pode-se destacar as plataformas *J2ME* e *Flash Lite* como melhores opções de desenvolvimento do objeto final proposto por este trabalho. Porém, como a escolha da plataforma leva em conta principalmente a questão de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, acabamos por optar pela plataforma *Flash Lite*, devido a facilidade que proporciona ao desenvolvedor do objeto, graças a sua interface alto nível. Esta interface permite a criação de animações de forma fácil e rápida, bem como permite aqueles que já desenvolviam conteúdos educacionais em *Flash* para *desktop*, continuar produzindo sem grandes mudanças. Ainda, o lançamento deste novo *player* para aparelhos móveis torna compatível com diversos dispositivos os conteúdos produzidos em *Flash Lite*.

### **5.2.5 Desenvolvimento do objeto de aprendizagem final**

Passando para a próxima atividade previamente planejada, iniciou-se o desenvolvimento do objeto de aprendizagem que seria utilizado nos testes finais no aparelho real. Para este objeto foi escolhido o tema da biologia divisão celular, mais especificamente a mitose. Segue abaixo alguns detalhes sobre o objeto propriamente dito.

- **justificativa pela escolha do tema:** num primeiro momento esse é um assunto que não desperta grande interesse pelos alunos do ensino médio, devido a uma abordagem errônea desse tópico. Porém, é importante destacar que passamos por várias situações no nosso dia-a-dia que podem ilustrar a necessidade da divisão celular, como por exemplo um simples corte no tecido epitelial, que é recuperado através de sucessivas realizações da mitose. Ainda, um dos grandes problemas encontrados pelos professores da área, é com que o aluno tenha uma visualização animada do processo da divisão celular, porém não sendo possível devido à ausência de um material "dinâmico" sobre o assunto.

- **escopo do objeto:** permitir ao aluno distinguir as fases da mitose (prófase, metáfase, anáfase e telófase), identificando-as em esquemas e fotografias de células em divisão.
- **interatividade:** o aluno navegará pelo objeto podendo ter acesso a animações de todas as fases da mitose, podendo revê-las quantas vezes achar necessário. Além disso, com a atividade proposta o aluno pode colocar a prova o conhecimento adquirido com o objeto.
- **competências e habilidades:** após a utilização deste objeto, o aluno deverá ter uma visão dinâmica das fases da mitose, bem como condições de reconhecê-las em esquemas e fotografias de células em divisão.
- **recursos:** o objeto apresenta recursos tais como fotografias reais e esquemas de células em mitose, animações das fases da mitose sendo estas auto-explicativas.

A implementação deste objeto como já mencionado anteriormente, se realizou na plataforma para dispositivos móveis *Flash Lite*, tendo como interface de desenvolvimento a ferramenta *Macromedia Flash Professional 8*, com a utilização da linguagem de programação *Actionscript* versão 2.1 para *Flash Lite*. Segue abaixo um diagrama das telas do objeto.

Como podemos observar na Figura 5.5, o objeto apresenta 10 (dez) telas, sendo totalmente focado na apresentação prática das fases da mitose, através de imagens e da animação das mesmas. As animações do objeto foram produzidas usando recursos de programação orientada a objetos com a linguagem *Actionscript 2.1*, bem como animações utilizando a linha de tempo do programa *Flash*. Recursos como clips de filme foram utilizados para modularizar e empacotar animações menores de algumas das figuras do núcleo, facilitando desta forma a reutilização de recursos e diminuição do tamanho do objeto. Além disso, a utilização de cenas para cada tela foi adotado na implementação, exceto na tela da atividade, que ao invés de se ter uma cena para cada tela da atividade, se tem um quadro chave para cada. Esta abordagem, ajuda a diminuir o tamanho do objeto resultante facilitando sua execução em dispositivos móveis. Por fim, detalhes como qualidade e tamanho das imagens utilizadas, tamanhos e cores de fontes de textos e contrastes de cores de fundo foram levadas em consideração. Esses detalhes são de extrema importância para que se tenha uma boa visualização do objeto em uma tela de tamanho

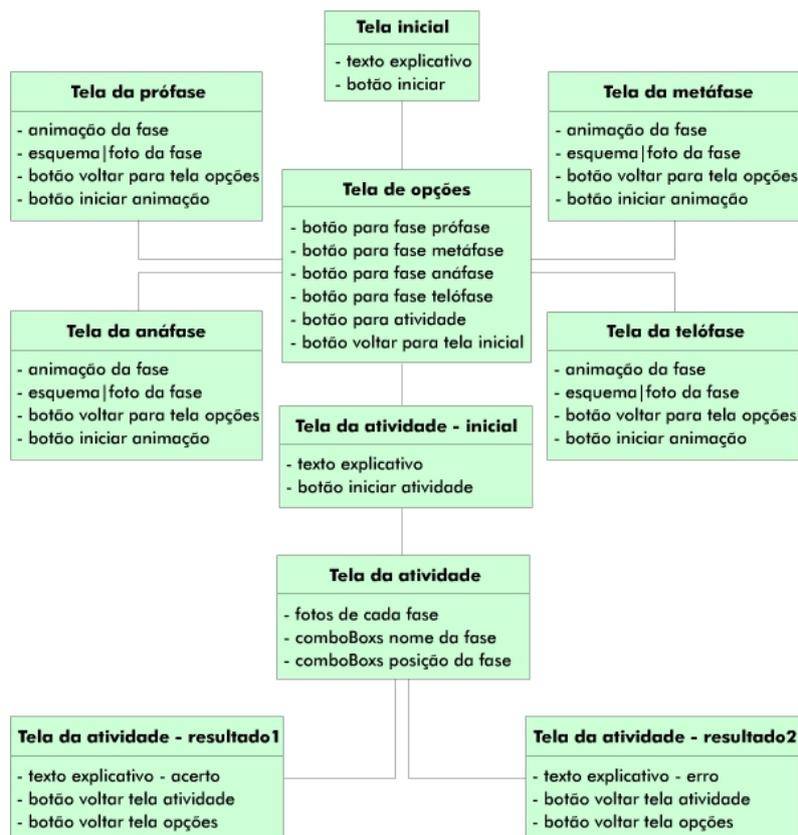


Figura 5.5: Diagrama das telas do objeto de aprendizagem desenvolvido.

reduzido de forma que se preserve a interatividade com o usuário. As Figuras 5.6, 5.7 e 5.8 apresentam imagens de cada uma das telas do objeto.



Figura 5.6: Tela inicial e tela de opções.

Cabe ainda salientar a questão do tamanho da tela utilizado no desenvolvimento deste objeto final. Para tal foi utilizado o tamanho de 230 pixels de largura e 320 pixels de altura. Foram empregadas estas dimensões pois são as dimensões da tela do dispositivo móvel adquirido para a realização dos testes finais. A próxima seção trata detalhadamente

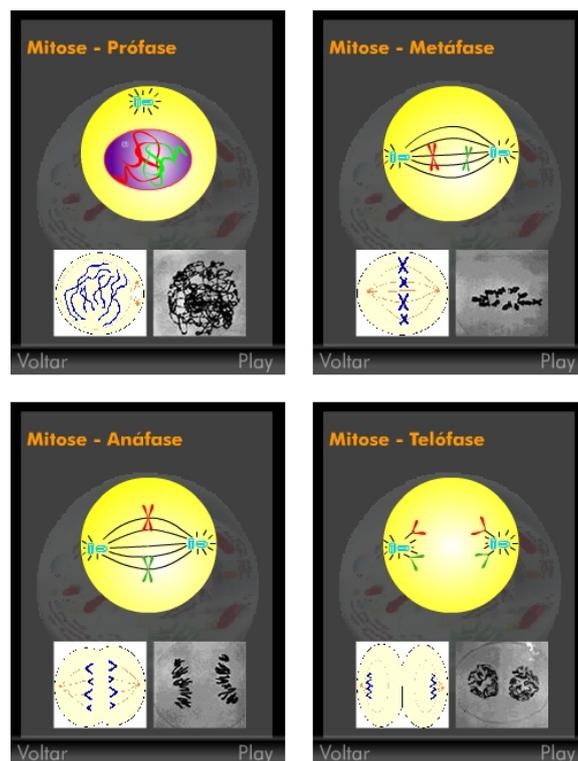


Figura 5.7: Telas de cada uma das fases da mitose.

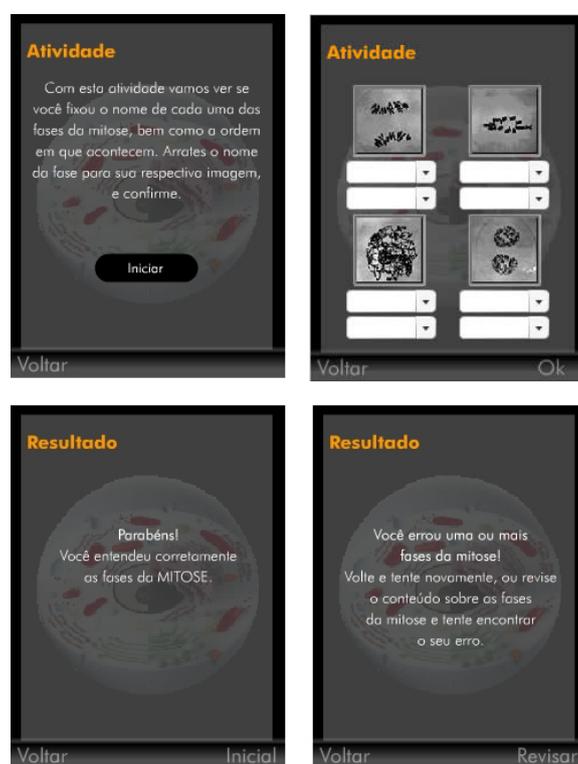


Figura 5.8: Telas da atividade presente no objeto.

o dispositivo em questão.

### 5.2.6 Dispositivo móvel escolhido

Para a realização dos testes em um dispositivo real, este deveria preencher determinados requisitos tais como:

Para a realização dos testes em um dispositivo real, tal dispositivos, de preferência um *smartphone* por ser um dispositivo que une recursos de *PDA* e telefone celular, deveria preencher determinados requisitos tais como:

- **de preferência ser um *smartphone***: este requisito foi levantado pelo fato deste tipo de dispositivo agregar recursos apresentados por *PDA*s e telefones celulares em um só aparelho. Esta união de recursos propicia uma maior aceitação dos *smartphones* no mercado.
- **acesso à Internet via rede *wireless* através do recurso *wi-fi***: com este recurso seria possível se ter acesso à Internet independente dos pacotes de dados restritos disponibilizados pelas operadoras de telefonia móvel. Isso facilitaria os testes sobre a acessibilidade do objeto educacional.
- **suporte a plataforma *Java***: apesar do objeto final não ter sido desenvolvido em *J2ME*, a disponibilidade deste recursos é de grande importância para eventuais necessidades futuras.
- **suporte a plataforma *Flash***: recurso mais importante pois a implementação do objeto de aprendizagem a ser utilizado nos testes em tal aparelho foi realizada em *Flash Lite*.
- **recursos multimídia**: recursos como som, imagem colorida, dentre outros, são de grande valia quando se trata de objetos de aprendizagem. Esses permitindo uma total utilização dos recursos apresentados pelos objetos.
- **tela interativa ou *touchscreen***: com este tipo de tela seria possível produzir um objeto com uma interação mais facilitada através do toque sobre a mesma.

Devido à indisponibilidade no mercado pesquisado de aparelhos com suporte a plataforma *Flash* de fábrica, e analisando os demais requisitos levantados para o aparelho móvel a ser utilizado, optou-se pelo *smartphone* P4351, fabricado pela empresa HTC,

como uma boa opção para os testes. Tal dispositivo dotado do sistema operacional *Windows Mobile 6 Professional*, possui um design fino e compacto, com um teclado slide automático e capacidade de conexão nas bandas *EDGE*, *Bluetooth 2.0* e *Wi-Fi*, e ainda, possui acesso a documentos *Word*, *Excel*, *PowerPoint* e *PDF*. Segue abaixo algumas especificações técnicas do dispositivo HTC P4351.

- **Sistema Operacional:** *Microsoft Windows Mobile 6.0 Professional*.
- **Dimensões:** 109 mm (C) X 59 mm (L) X 17 mm (E).
- **Aplicações:** *Microsoft Office Outlook Mobile, Internet Explorer Mobile, MSN Messenger, Windows Media Player Mobile, Office Mobile (Word Mobile, Excel Mobile, PowerPoint Mobile), PDF Viewer*.
- **Processador:** TI's OMAP 850, 201 MHz.
- **Memória:** ROM: 128 MB; RAM: 64 MB DDR SDRAM.
- **Bateria:** Bateria Lithium-ion recarregável; capacidade: 1130 mAh; tempo em espera: até 150 à 200 horas; tempo de conversação: até 3,5 à 5 horas.
- **Display:** 2.8" TFT-LCD, 240 x 320 pixels com 65,536 cores, *touchscreen*.
- **Navegação:** Botão de 5 direções facilita uso e navegação.
- **Redes:** Quadribanda (850/900/1800/1900 MHz), *GSM, GPRS, EDGE class 10, (E)GPRS class B*.
- **E-mail:** Suporta *Hotmail (Pocket MSN), Microsoft Office Outlook* e contas *POP3/IMAP4*.
- **Câmera:** 2 megapixels CMOS.
- **Conectividade:** *Bluetooth v2.0; Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g; HTC ExtUSB (mini-USB 11 pinos e saída de áudio)*.
- **Expansão:** *Slot* para cartão de memória micro SD.

### 5.2.7 Resultados finais

Na fase final deste trabalho, onde já se têm em mãos o objeto final totalmente projetado para dispositivos móveis e o aparelho real, passa-se à realização dos testes que se tratam da execução do objeto implementado no dispositivo adquirido.

Porém, como ressaltado na seção anterior, o *smartphone* HTC P4351 não possui suporte a plataforma *Flash* de fábrica. A solução encontrada para tal entrave, foi realizar o *download* do *player* do *Flash* para dispositivos móveis, chamado *Flash Player 7 for Pocket PC*, diretamente da página *web* pertencente a empresa Adobe, fabricante da plataforma. Esse *player*, é baseado no *Flash Player 7* para *desktop*, permitindo a visualização de conteúdos produzidos em *Flash Lite 2.1*, o que permite a interação com um número maior de recursos que o apresentado pelas versões anteriores do *Flash Lite*. Segue abaixo algumas fotografias tiradas do objeto sendo visualizado no *smartphone* HTC P4351.

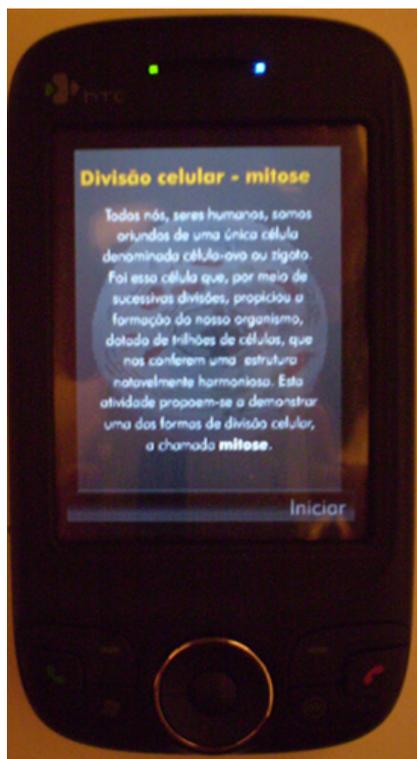


Figura 5.9: Tela inicial do objeto acessado do *smartphone* HTC P4351.

O objeto encontra-se disponível na Internet no endereço (*link: <http://www.inf.ufsm.br/leandro/objeto>*), para acesso via dispositivos móveis, de preferência *smartphones* ou *PDAs*, com dimensões de tela igual ou superiores a 230 pixels de largura por 320 pixels de altura, para uma boa visualização. Esse também pode ser acessado através de computadores pessoais, porém, como foi projetado para dispositivos móveis, possui um tamanho reduzido.



Figura 5.10: Tela de opções do objeto acessado do *smartphone* HTC P4351.

## 6 CONCLUSÃO

Com base em todos os conceitos abordados neste trabalho e resultados obtidos nas atividades, pode-se ter uma boa visão do amplo caminho que o desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis tem pela frente. Ao mesmo tempo em que esta forma de apresentação de objetos é algo inovador e com grandes expectativas de futuro, ela nos defronta com inúmeros obstáculos a serem vencidos neste ambiente de desenvolvimento, ainda tão pouco explorado no Brasil e de certa forma também no exterior. Pelo fato de ainda não termos referências suficientemente consistentes em relação a implementações de objetos para dispositivos móveis, bem como documentações relativas a percalços que possam surgir no momento em que deixamos de lado simuladores e passamos a usar dispositivos reais, é que se percebe a grande necessidade da realização de testes destes novos objetos diretamente em aparelhos como *smatphones*, por exemplo, como os aqui apresentados.

Além disso, percebe-se que, como o conceito de *m-Learning* e sua aplicação estão cada vez mais difundidos, o desenvolvimento de objetos de aprendizagem próprios para dispositivos móveis torna-se de grande valia tanto para educadores, que passam a dispor de mais um ambiente para promover a educação, quanto para profissionais da computação, que são estimulados a desenvolver trabalhos que possam contribuir para o desenvolvimento desta nova tecnologia. Ainda, percebe-se que esta parceria entre Educação e Informática pode facilitar a aceitação dos dispositivos móveis pela sociedade, promovendo uma maior concentração dos trabalhos relativos à padronização de tais dispositivos, facilitando desta forma todo e qualquer desenvolvimento de aplicações móveis, que não apenas objetos educacionais, visto que se baseiam em uma mesma plataforma.

Destaca-se ainda, que o trabalho aqui apresentado, preocupou-se em ressaltar algumas das plataformas de desenvolvimento para dispositivos móveis mais em alta no mercado.

Salientando questões de implementação e aceitação das mesmas, foi possível a elaboração de um trabalho que possa vir a ser útil para o desenvolvimento de novos trabalhos proporcionando desta forma o crescimento do *m-Learning*. Além das plataformas, destacou-se também os testes em um dispositivo real, provando que é totalmente viável e possível de se aplicar na prática o conceito de *m-Learning*, apesar de todos os entraves levantados por tal conceito e que foram discutidos ao longo deste trabalho.

Por fim, como trabalhos futuros, pode-se desenvolver novos objetos de aprendizagem, porém mais robustos de forma a utilizarem uma gama maior de recursos, a ponto de efetivamente testar os limites de suporte alcançado por um aparelho real ao executar um objeto educacional. Além disso, implementações de tais objetos mais robustos na plataforma *J2ME* também seriam uma boa opção de trabalho futuro, visto que esta realmente é ainda a plataforma de desenvolvimento mais difundida e suportada pelos dispositivos móveis no mercado brasileiro.

## REFERÊNCIAS

BEVILACQUA, F. JOGO DE ESTRATÉGIA MULTI-JOGADOR PARA TELEFONES CELULARES. , [S.l.], 2007.

CAERUS. **CAERUS Project**. [S.l.]: CAERUS Project Homepage, 2004.

CANALYS. **Smart mobile device and navigation trends report 2007/2008**. [S.l.]: Canalys.com, 2007.

COBCROFT, R. Literature Review into Mobile Learning in the University Context. , [S.l.], 2006.

COMMITTEE, L. T. S. **Working Group Information, Announcements and News**. [S.l.]: IEEE Homepage, 2005.

DRISCOLL, M.; CARLINER, S. **Advanced web-based training strategies: unlocking instructionally sound online learning**. [S.l.]: Pfeiffer, 2005.

ERICSSON. **Mobile Learning: the next generation of learning**. [S.l.]: Ericsson Homepage, 2005.

FITZEK, F.; REICHERT, F. **Mobile Phone Programming: and its application to wireless networking**. [S.l.]: Springer, 2007.

GOOGLE. **Android - An Open Handset Alliance Project**. [S.l.]: Android Homepage, 2007.

INCORPORATED, A. S. **Flash Lite**. [S.l.]: Adobe Systems Incorporated Homepage, 2007.

INCORPORATED, Q. **Binary Runtime Environment for Wireless**. [S.l.]: BREW Homepage, 2001.

JONASSEN, D.; GRABOWSKI, B. **Handbook of Individual Differences, Learning, and Instruction**. [S.l.]: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.

MERLOT. **Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching**. [S.l.]: Merlot Homepage, 1997.

MICROSOFT. **Windows Mobile**. [S.l.]: Windows Mobile Homepage, 2007.

MICROSYSTEMS, S. **Java 2 Micro Edition**. [S.l.]: Sun Microsystems Homepage, 2007.

MOBILEARN. **MOBIlearn project**. [S.l.]: MOBIlearn Project Homepage, 2002.

MONTAVISTA. **Mobilinux**. [S.l.]: MontaVista Homepage, 2007.

MONTAVISTA. **Mobilinux Datasheets**. [S.l.]: MontaVista Homepage, 2007.

NAVES, M. **M.learning - a evolução do acesso ao aprendizado**. [S.l.]: Web Aula Homepage, 2005.

NETWORKS, L. **Research and Development of Learning Networks**. [S.l.]: Learning Networks Homepage, 2006.

OLIVEIRA<sup>1</sup>, L. de; MEDINA<sup>1</sup>, R. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v.5, n.1, 2007.

REMOTE INSTRUCTIONAL AUTHORIZING, A. of; EUROPE, D. N. for. **Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe**. [S.l.]: ARIADNE Homepage, 1998.

RIVED. **Objetos de Aprendizagem**. [S.l.]: Rived Homepage, 2007.

RIVED. **Rede Interativa Virtual de Educação**. [S.l.]: Rived Homepage, 2007.

SYMBIAN. **Symbian Datasheets**. [S.l.]: Symbian Ltd., 2007.

SYSTEMS, I. M. **Instructional Management Systems**. [S.l.]: IMS Homepage, 1998.

TRIBAL. **How can I use M-learning?** [S.l.]: M-learning Project, 1998.

TRIBAL. **M-learning Project.** [S.l.]: M-learning Project Homepage, 1998.

USA, D. of Defense of. **Advanced Distributed Learning.** [S.l.]: Advanced Distributed Learning Homepage, 2007.

VOGEL, D.; KENNEDY, D.; KUAN, K.; KWOK, R.; LAI, J. Do Mobile Device Applications Affect Learning? **Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, [S.l.], 2007.

W3C. **Mobile Web Initiative.** [S.l.]: Mobile Web Initiative Homepage, 2005.

WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. **The Instructional Use of Learning Objects**, [S.l.], p.571–577, 2002.

WISC-ONLINE. **Wisconsin Online Resource Center.** [S.l.]: Wisc-Online, 2007.