

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Silvia Cristina Freitas Batista

**M-LEARNMAT: MODELO PEDAGÓGICO PARA
ATIVIDADES DE M-LEARNING EM MATEMÁTICA**

Porto Alegre
2011

Silvia Cristina Freitas Batista

**M-LEARNMAT: MODELO PEDAGÓGICO PARA
ATIVIDADES DE M-LEARNING EM MATEMÁTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Orientadora: Dra. Patricia Alejandra Behar
Coorientadora: Dra. Liliana Maria Passerino

Linha de Pesquisa: Ambientes Informatizados e Ensino a Distância

Porto Alegre

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Aldo Bolten Lucion

Diretora do CINTED: Profa. Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Coordenadora do PPGIE: Profa. Maria Cristina Villanova Biazus

CIP - Catalogação na Publicação

Batista, Silvia Cristina Freitas

M-learnMat: modelo pedagógico para atividades de m-learning em matemática / Silvia Cristina Freitas Batista. -- 2011.

225 f.

Orientadora: Patricia Alejandra Behar.

Coorientadora: Liliana Maria Passerino.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. Mobile Learning. 2. Matemática. 3. Modelo Pedagógico. 4. Teoria da Atividade. 5. Ensino Superior. I. Behar, Patricia Alejandra, orient. II. Passerino, Liliana Maria, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silvia Cristina Freitas Batista

**M-LEARNMAT: MODELO PEDAGÓGICO PARA
ATIVIDADES DE M-LEARNING EM MATEMÁTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Aprovada em 09 dez. 2011.

Profa. Dra. Patricia Alejandra Behar – Orientadora

Profa. Dra. Lílana Maria Passerino – Coorientadora

Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui – UFRGS/PPGIE

Prof. Dr. Maria Alice Gravina – UFRGS

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa - UNISINOS

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor da minha existência.

As minhas orientadoras, Patrícia Alejandra Behar e Liliana Maria Passerino, pela dedicação e comprometimento com o trabalho desenvolvido e pelos inúmeros ensinamentos.

Aos meus pais (*in memoriam*), pela formação que me deram.

Ao meu marido e ao meu filho, meus dois grandes amores, meus dois grandes amigos, pelo incentivo e colaboração tão fundamentais em todos os momentos desta caminhada e, principalmente, por darem sentido a minha vida.

Aos membros da banca, pelas contribuições para a melhoria desta tese.

Aos professores do PPGIE, pelos ensinamentos e colaboração.

A Jefferson Azevedo, que acreditou nesse DINTER (Doutorado Institucional IFF/UFRGS) e o apoiou desde a sua idealização.

Aos companheiros do DINTER, pelos momentos compartilhados, pela colaboração durante as diversas etapas do doutorado e por tornarem mais suave essa trajetória.

Ao prof. Jorge Barbosa, por compartilhar sua experiência profissional, contribuindo, em diversos momentos, para o desenvolvimento deste trabalho.

A Odila Mansur, que com sua formação e experiência profissional na área pedagógica, colaborou para a melhoria deste trabalho.

A Suely Lemos e Vera Raimunda Asseff, por contribuírem para a realização do DINTER, pelo apoio administrativo e pelo carinho.

Aos funcionários do PPGIE, pelo apoio.

Ao IF Fluminense que, de diversas formas, apoiou o desenvolvimento deste trabalho.

À Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação do IF Fluminense Campus Campos-Centro, pela atenção dedicada às necessidades relacionadas a esta pesquisa.

Ao Departamento de Tecnologia, Informação e Comunicação do IF Fluminense Campus Campos-Centro, especialmente a Tiago Santos e a Renata Mesquita, pelo apoio relacionado às questões tecnológicas.

A Alex Botelho Mamari, pelo companheirismo e pelo comprometimento com ao trabalho desenvolvido como bolsista CNPq.

Aos alunos do 1º período de 2011-1 do Bacharelado em Sistemas de Informação e do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IF Fluminense Campus Campos-Centro, pela participação nos estudos de caso promovidos.

À CAPES, pelo apoio financeiro (bolsa de doutorado), que viabilizou a realização desta pesquisa.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

M-learning (mobile learning) é o campo de pesquisa que investiga como os dispositivos móveis podem contribuir para a aprendizagem. Na presente tese é proposto o M-learnMat, um modelo pedagógico para atividades de *m-learning* em Matemática. O mesmo tem por objetivo orientar práticas educativas que envolvam o uso (não exclusivo) de dispositivos móveis no Ensino Superior e é fundamentado na Teoria da Atividade. Nessa teoria, o foco está nas atividades que os indivíduos desenvolvem e nas relações diversas que decorrem destas. Assim, o modelo tem seu diferencial no fato de relacionar *m-learning*, Matemática do Ensino Superior e Teoria da Atividade, visando contribuir para a organização, desenvolvimento e análise de atividades pedagógicas. Para a elaboração do M-learnMat, além da revisão bibliográfica, foi realizada uma pesquisa exploratória e um estudo de caso piloto. Essas ações forneceram dados que permitiram compreender melhor algumas questões relacionadas ao uso educacional de celulares. Para a experimentação do modelo foram organizados dois estudos de caso com alunos do Ensino Superior. Os mesmos ocorreram durante o primeiro semestre letivo de 2011, na disciplina de Cálculo I, com utilização dos celulares dos próprios alunos. Para a coleta e análise dos dados foi promovida uma pesquisa mista, envolvendo abordagens qualitativas e quantitativas, em função das características dos dados. A experimentação sinalizou que o M-learnMat tem potencial para orientar as atividades a que se destina, colaborando para que as mesmas sejam desenvolvidas segundo estratégias definidas.

Palavras-chave: Mobile Learning. Matemática. Modelo Pedagógico. Teoria da Atividade. Ensino Superior.

ABSTRACT

M-learning (mobile learning) is a field of research that investigates how mobile devices can contribute to learning. This thesis presents M-learnMat, a pedagogical model for m-learning Math activities. This model, developed with support of the Activity Theory, aims at orienting educational practices that involve the use (non-exclusive) of mobile devices in graduation courses. The Activity Theory focuses on the activities developed by individuals and in the various relationships resulting from them. Thus, the model is distinctive as it comprises m-learning, Mathematics and the Activity Theory with the purpose of contributing to the organization, development and analysis of pedagogical activities. Besides the literature review, the development of M-learnMat included exploratory research and a pilot case study. These actions provided data that allowed for a better understanding of some issues related to the educational use of cell phones. For model experimentation, two case studies were carried with college level students. These took place in the first semester of 2011, in Calculus I, in which students used their cell phones. For data collection, a mixed methods research (quantitative and qualitative) was used due to the characteristics of the data. The experimentation indicated that M-learnMat has the potential to guide activities, and collaborate for their application according to defined strategies.

Keywords: Mobile Learning. Mathematics. Pedagogical Model. Activity Theory. Higher Education.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D – Bidimensional

3D - Tridimensional

3G – Terceira Geração

AP – Arquitetura Pedagógica

EaD - Educação a Distância

IF – Instituto Federal

Java ME - Java Platform Micro Edition

MLE - *Mobile Learning Engine*

m-learning – *Mobile Learning*

OA – Objeto de Aprendizagem

PDA - *Personal Digital Assistants*

QR Codes - *Quick Response Codes*

SMS - *Short Message System*

s.d. – Sem Data

TA – Teoria da Atividade

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DA TESE	31
FIGURA 2: MODELO DA PRIMEIRA GERAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE	39
FIGURA 3: ESTRUTURA DE UM SISTEMA DE ATIVIDADE – MODELO DA 2ª GERAÇÃO DA TA	40
FIGURA 4: APLICATIVO GRAPH2Go - PROJETO MATH4MOBILE.....	73
FIGURA 5: APLICATIVOS SOLVE2Go E SKETCH2Go - PROJETO MATH4MOBILE	74
FIGURA 6: CALCULADORAS PARA CELULAR.....	75
FIGURA 7: APLICATIVO MOBILEMATHS - EMPRESA MOBILE-SCIENCES	75
FIGURA 8: APLICATIVOS PARA IPHONE®, IPOD TOUCH® E IPAD®.....	76
FIGURA 9: APLICATIVOS PARA PALMTOPS	78
FIGURA 10: APLICATIVO CALCULUS TOOLS– SISTEMA ANDROID	79
FIGURA 11: AMBIENTE MLE-MOODLE NO CELULAR	80
FIGURA 12: EXEMPLO DE UM QUIZ NO EDITOR MLE-MOODLE.....	81
FIGURA 13: QUIZ DA FIGURA 12 NO CELULAR.....	82
FIGURA 14: INTERFACE DO AMBIENTE MYMLE NO CELULAR.....	83
FIGURA 15: EXEMPLOS DE QUIZZES NO AMBIENTE MYMLE	83
FIGURA 16: TELA DO MOBILE STUDY	84
FIGURA 17: EXEMPLOS DE QUIZZES NO MOBILE STUDY.....	84
FIGURA 18. QR CODE	86
FIGURA 19: MODELO TEÓRICO.....	91
FIGURA 20: ESTRUTURA DE UM MODELO PEDAGÓGICO.....	93
FIGURA 21: MODELO FRAME	106
FIGURA 22: TELA INICIAL - ESTRUTURA DO M-LEARNMAT	128
FIGURA 23: ESTRUTURA DA ATIVIDADE	130

FIGURA 24: TELA CORRESPONDENTE A ASPECTOS ORGANIZACIONAIS	133
FIGURA 25: ESTRUTURA DA ATIVIDADE – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	140
FIGURA 26: RELACIONAMENTO SUJEITO-COMUNIDADE-INSTRUMENTOS E SIGNOS	149
FIGURA 27: RELACIONAMENTO SUJEITO-OBJETO DE CONHECIMENTO-INSTRUMENTOS E SIGNOS	153
FIGURA 28: TÓPICO DO MOODLE NO CELULAR - MLE-MOODLE - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	160
FIGURA 29: QUIZ SOBRE DERIVADAS NO CELULAR - MLE-MOODLE - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	161
FIGURA 30: FÓRUMS PROPOSTOS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	164
FIGURA 31: FÓRUM VISTO NO CELULAR PELO MLE -MOODLE - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	164
FIGURA 32: POSTAGEM DE RESPOSTAS E ARQUIVOS NO FÓRUM NO MLE-MOODLE - NAVEGADOR DO CELULAR EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	165
FIGURA 33: ORIENTAÇÕES SOBRE APLICATIVOS E <i>SOFTWARES</i> - MLE CLIENT - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	169
FIGURA 34: MATERIAL COMPLEMENTAR – MOODLE TRADICIONAL - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	169
FIGURA 35: <i>CHATS</i> SOBRE OS TRABALHOS INDIVIDUAIS- EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	175
FIGURA 36: RELACIONAMENTO SUJEITO-OBJETO DE CONHECIMENTO-DIVISÃO DE TRABALHO	179
FIGURA 37: RELACIONAMENTO SUJEITO-OBJETO DE CONHECIMENTO-REGRAS	183
FIGURA 38: RELACIONAMENTO SUJEITO-OBJETO DE CONHECIMENTO-COMUNIDADE.....	186

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: ANÁLISE DOS RECURSOS PEDAGÓGICOS	88
QUADRO 2: QUESTÕES PARA PROJETOS DE <i>M-LEARNING</i> - PARSONS, RYU E CRANSHAW.....	101
QUADRO 3: METODOLOGIA PROPOSTA POR UDEN.....	102
QUADRO 4: <i>CHECKLIST</i> PROPOSTO POR KOOLE	108
QUADRO 5: PRINCÍPIOS PROPOSTOS POR HERRINGTON, J., HERRINGTON, A. E MANTEI	110
QUADRO 6: ASPECTOS DESTACADOS NA PESQUISA EXPLORATÓRIA E NO ESTUDO PILOTO	126
QUADRO 7: COMPONENTES DA ESTRUTURA DA ATIVIDADE NO M-LEARNMAT	130
QUADRO 8: ASPECTOS ORGANIZACIONAIS - ESTRATÉGIAS	132
QUADRO 9: CONTEÚDO - ESTRATÉGIAS	134
QUADRO 10: ASPECTOS METODOLÓGICOS - ESTRATÉGIAS	136
QUADRO 11: ASPECTOS TECNOLÓGICOS - ESTRATÉGIAS	137
QUADRO 12: COMPONENTES DA ESTRUTURA DA ATIVIDADE - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	141
QUADRO 13: ASPECTOS ORGANIZACIONAIS - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	143
QUADRO 14: ASPECTOS RELACIONADOS AO CONTEÚDO - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	144
QUADRO 15: ASPECTOS METODOLÓGICOS - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	146
QUADRO 16: ASPECTOS TECNOLÓGICOS - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	148
QUADRO 17: EXEMPLOS DE SITUAÇÕES-PROBLEMA - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT .	155
QUADRO 18: EXEMPLOS DE QUESTÕES DOS TRABALHOS INDIVIDUAIS - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	167
QUADRO 19: PROBLEMA NO <i>CHAT</i> - MLE-MOODLE – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT .	175
QUADRO 20: INFORMAÇÕES SOBRE OS <i>QUIZZES</i> - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	184
QUADRO 21: MONITORIA E PLANTÃO DO PROFESSOR - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	185

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DISPOSITIVOS MÓVEIS – PESQUISA EXPLORATÓRIA	119
TABELA 2: USO DOS RECURSOS ADICIONAIS DO CELULAR – PESQUISA EXPLORATÓRIA	120
TABELA 3: HABILIDADE EM USAR O TECLADO DO CELULAR – PESQUISA EXPLORATÓRIA	121
TABELA 4: FALTA DO CELULAR – PESQUISA EXPLORATÓRIA	121
TABELA 5: CUSTOS DE UTILIZAÇÃO COMO LIMITADOR DE USO DO CELULAR – PESQUISA EXPLORATÓRIA	122
TABELA 6: DISPOSITIVOS MÓVEIS NA EDUCAÇÃO – PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	122
TABELA 7: TIPO DE CELULAR – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	150
TABELA 8: CUSTO DE UTILIZAÇÃO COMO LIMITADOR DE USO DO CELULAR – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	151
TABELA 9: HABILIDADE COM O TECLADO DO CELULAR – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	151
TABELA 10: DISPOSITIVOS MÓVEIS EM EDUCAÇÃO – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT..	152
TABELA 11: IMPORTÂNCIA DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	156
TABELA 12: SITUAÇÕES-PROBLEMA RESPONDIDAS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT..	157
TABELA 13: IMPORTÂNCIA DOS APLICATIVOS PARA CELULAR – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	158
TABELA 14: FACILIDADE DE USO DOS APLICATIVOS PARA CELULAR – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	159
TABELA 15: IMPORTÂNCIA DOS <i>QUIZZES</i> – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	161
TABELA 16: PRATICIDADE DE USO DOS <i>QUIZZES</i> – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	162
TABELA 17: PROPOSTA DOS FÓRUNS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	165
TABELA 18. PARTICIPAÇÃO NOS FÓRUNS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	166
TABELA 19: ADEQUAÇÃO DAS POSTAGENS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	167

TABELA 20: IMPORTÂNCIA DOS TRABALHOS INDIVIDUAIS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	168
TABELA 21: MATERIAIS DISPONIBILIZADOS NO MOODLE – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	169
TABELA 22. MATERIAIS NO MOODLE – PERCENTUAL MÉDIO DE ACESSO POR ARQUIVO EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	170
TABELA 23: FACILIDADE DE ACESSO AO MOODLE – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT ...	171
TABELA 24: FACILIDADE DE ACESSO AO MLE-MOODLE – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	172
TABELA 25. SATISFAÇÃO COM AS FORMAS DE CONTATO COM O PROFESSOR EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	174
TABELA 26. IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	176
TABELA 27: IMPORTÂNCIA DOS CELULARES – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	177
TABELA 28: IMPORTÂNCIA DA MONITORIA – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	179
TABELA 29: COMPROMETIMENTO PESSOAL COM A APRENDIZAGEM - EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	180
TABELA 30: IMPORTÂNCIA DOS COLEGAS – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	181
TABELA 31: IMPORTÂNCIA DO PROFESSOR – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	182

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	CONSTRUÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA	26
2.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	26
2.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	27
2.3	QUESTÕES E OBJETIVOS DA PESQUISA.....	29
2.4	ESQUEMA DA TESE.....	30
3	TEORIA DA ATIVIDADE: FOCO NA ATIVIDADE HUMANA	32
3.1	FUNDAMENTOS DA TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA	33
3.2	TEORIA DA ATIVIDADE: PRESSUPOSTOS BÁSICOS DE LEONTIEV E CONTRIBUIÇÕES DE ENGESTRÖM	35
3.2.1	Pressupostos Básicos	36
3.2.2	Contribuições de Engeström: ênfase nas atividades coletivas	39
3.3	A ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM E AS CONCEPÇÕES DE DAVÝDOV: DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO TEÓRICO.....	42
3.4	FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO MATEMÁTICO.....	47
4	M-LEARNING: APRENDIZAGEM POR MEIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS. 51	
4.1	A SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA E AS TECNOLOGIAS DA MOBILIDADE	52
4.2	MOBILE LEARNING: REFLEXÕES SOBRE A DEFINIÇÃO	54
4.3	M-LEARNING: PANORAMA GERAL.....	57
4.4	TAXONOMIAS PARA M-LEARNING	63
5	M-LEARNING NA MATEMÁTICA	67
5.1	M-LEARNING NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: ESTADO DA ARTE	67
5.2	RECURSOS PEDAGÓGICOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS: FOCO NA MATEMÁTICA.....	72
5.2.1	Aplicativos.....	72
5.2.2	<i>Quizzes</i> para Celular: MLE-Moodle, MyMLE e Mobile Study.....	80
5.2.3	Mobile Tags.....	85
5.2.4	Vídeos	86
6	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PARA O M-LEARNMAT	89
6.1	MODELOS PEDAGÓGICOS.....	89
6.1.1	Abordagem de Zabala	90
6.1.2	Abordagem de Behar	92

6.2	MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR	94
6.3	TEORIA DA ATIVIDADE COMO APORTE TEÓRICO PARA M-LEARNING.....	98
6.4	REQUISITOS PARA ATIVIDADES EM M-LEARNING.....	100
6.4.1	<i>Framework</i> proposto por Parsons, Ryu e Cranshaw.....	100
6.4.2	Metodologia proposta por Uden.....	102
6.4.3	Modelo FRAME	106
6.4.4	Princípios propostos por Herrington, J., Herrington, A. e Mantei	110
7	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	112
7.1	PESQUISA EXPLORATÓRIA E ESTUDO DE CASO PILOTO	113
7.2	ELABORAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT.....	115
8	ESTUDOS EXPLORATÓRIOS PRELIMINARES	119
8.1	PESQUISA EXPLORATÓRIA: LEVANTANDO INDICATIVOS	119
8.2	ESTUDO DE CASO PILOTO	123
9	MODELO PEDAGÓGICO M-LEARNMAT	128
9.1	ESTRUTURA DA ATIVIDADE	129
9.2	ASPECTOS ORGANIZACIONAIS.....	131
9.3	ASPECTOS RELACIONADOS AO CONTEÚDO.....	133
9.4	ASPECTOS METODOLÓGICOS	135
9.5	ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	137
10	M-LEARNMAT: EXPERIMENTAÇÃO.....	139
10.1	MODELO PEDAGÓGICO DA EXPERIMENTAÇÃO.....	140
10.1.1	Estrutura da Atividade	140
10.1.2	Aspectos Organizacionais	142
10.1.3	Aspectos Relacionados ao Conteúdo	144
10.1.4	Aspectos Metodológicos	146
10.1.5	Aspectos Tecnológicos	148
10.2	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA EXPERIMENTAÇÃO	149
10.2.1	Relacionamento Sujeito-Comunidade-Instrumentos e Signos	149
10.2.2	Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Instrumentos e Signos ...	153
10.2.3	Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Divisão de Trabalho	178
10.2.4	Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Regras.....	183
10.2.5	Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Comunidade.....	185
10.2.6	Análise Geral do Modelo Pedagógico Proposto.....	187
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	189
11.1	REFLEXÕES SOBRE AS QUESTÕES E OS OBJETIVOS DA PESQUISA	190

11.2	PRINCIPAIS RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	191
11.3	AÇÕES PROMOVIDAS E LIMITAÇÕES DO ESTUDO	195
11.4	ESTUDOS FUTUROS.....	197
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	198
	APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO E QUESTIONÁRIO DA PESQUISA EXPLORATÓRIA	210
	APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO E QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PILOTO	214
	APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO E QUESTIONÁRIO INICIAL – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	218
	APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO E QUESTIONÁRIO FINAL – EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT	222

1 INTRODUÇÃO

A popularização das tecnologias móveis sem fio tem contribuído para transformações na forma de produzir e ter acesso a informações, assim como para mudanças nas práticas sociais (LEMOS, 2005). Pode-se entender a era atual como a Sociedade da Comunicação Móvel, sendo, a mesma, parte de uma estrutura social mais ampla que é a Sociedade em Rede (CASTELLS et al., 2004), ou como a Era da Conexão (LEMOS, 2005).

Em termos educacionais, a popularização destas tecnologias pode ser entendida como um aspecto favorável, devido à possibilidade de alcançar um grande número de pessoas, sem requerer deslocamentos físicos. Porém, além deste aspecto, existem diversos outros, tais como interatividade, mobilidade, prática de trabalho em equipe e aprendizagens em contextos reais, que têm motivado pesquisas sobre o uso de tecnologias móveis na educação (NAISMITH et al, 2004; KEENGAN, 2007; SHARPLES et al, 2009; ALLY, 2009).

A habilidade que os jovens têm para lidar com estas tecnologias, a popularização das mesmas e o desenvolvimento de aplicativos específicos são fatores que podem contribuir para introdução destes recursos nas práticas pedagógicas. A utilização destas tecnologias pode ser importante em escolas que tenham dificuldades relacionadas a laboratórios de informática ou para alunos que não possuam computadores em casa ou, ainda, para aqueles que precisam aproveitar seu tempo para estudar onde estiverem. Não se trata, no entanto, de optar pelos computadores ou pelos dispositivos móveis, e sim, de analisar criticamente o potencial educacional e motivacional destes dispositivos na educação dos jovens.

Certamente, existem limitações relacionadas ao uso de dispositivos móveis no contexto educacional como, por exemplo, tamanho de tela e de teclas, capacidade de armazenamento e adaptação de aplicações desenvolvidas para *Web* (GEORGIEV, GEORGIEVA e SMRIKAROV, 2004; KOOLE, 2006; KEEGAN, 2007; ALLY, 2009). Tudo isso evidencia que, assim como em relação aos recursos do computador, o uso de dispositivos móveis na educação requer analisar criticamente funcionalidades dos mesmos, pesar prós e contras e desenvolver práticas pedagógicas adequadas. Para tanto, pesquisas tornam-se necessárias em diversos níveis educacionais.

O campo de pesquisa que busca entender como as tecnologias móveis sem fio podem colaborar para a aprendizagem, permitindo que esta ocorra em qualquer tempo e lugar, maximizando a liberdade dos alunos, é conhecido como *Mobile Learning (m-learning)* (WAINS; MAHMOOD, 2008). Os dispositivos para essa área (tais como PDAs - *Personal Digital Assistants*, celulares, computadores portáteis¹, entre outros) devem conseguir se conectar com outros, possibilitando a apresentação de informação educacional e a comunicação entre professores e alunos (GEORGIEV; GEORGIEVA; SMRIKAROV, 2004). Os referidos autores consideram que os critérios para identificação de tais dispositivos devem estar relacionados à habilidade para aprender a qualquer momento, sem a necessidade permanente de cabos conectados a tomadas.

Aplicações simples de *m-learning* podem ser citadas por meio do uso de SMS (*Short Message System*), tais como comunicações acadêmicas e testes de múltipla escolha (KEEGAN, 2007). No entanto, há formas bem mais complexas de aplicação e, nesse sentido, diversos estudos relacionados ao desenvolvimento de recursos didáticos para dispositivos móveis têm sido realizados (COSTABILE et al., 2008; TESORIERO et al., 2009; SÁ e CARRIÇO, 2009; WENDESON, AHMAD e HARON, 2010; GUERRA, FRANCISCO e MADEIRA, 2011).

Ressalta-se, porém, que embora diversas pesquisas já tenham sido concluídas² e outras tantas estejam em andamento, a referida área ainda tem muito a evoluir, tanto em termos tecnológicos quanto pedagógicos (TRAXLER, 2009). Segundo este autor, nem mesmo a definição de *mobile learning* é, ainda, muito clara³. No entanto, é consensual que *m-learning* envolve muito mais do que aspectos relativos às tecnologias móveis e, nesse sentido, alguns estudos⁴ têm analisado aportes teóricos que possam fundamentar ações na área (ALLY, 2004; SHARPLES, TAYLOR e VAVOULA, 2005; PATTEN et al. 2006; LIAW, HATALA e HUANG, 2010). Além disso, diversas pesquisas⁵ são direcionadas à identificação de requisitos, princípios e fatores a serem considerados na realização de atividades em *m-learning* (PARSONS, RYU e CRANSHAW, 2007; UDEN, 2007; KOOLE, 2009; HERRINGTON, J., HERRINGTON, A. e MANTEI, 2009). Algumas vezes, tais conjuntos de

¹ A inclusão de computadores portáteis, dentre os dispositivos móveis para *m-learning*, não é consensual (KEEGAN, 2007). Este autor, por exemplo, defende que somente dispositivos cujos tamanhos, realmente, favoreçam a mobilidade (cabendo em um bolso, por exemplo) devam ser incluídos.

² Pesquisas iniciais na área datam do início da década de 2000, conforme discutido no Capítulo 4.

³ Essa questão é abordada no Capítulo 4, seção 4.2.

⁴ No Capítulo 6, seção 6.3, são comentados alguns desses estudos, especificamente relacionados à Teoria da Atividade, uma vez que esta é a teoria base desta tese, conforme explicitado no Capítulo 3.

⁵ No Capítulo 6, seção 6.4, são analisadas algumas destas pesquisas.

requisitos já estão associados ou consideram uma teoria base, o que mostra preocupação com as abordagens pedagógicas.

No âmbito da Matemática, ainda em caráter inicial, estudos⁶ têm buscado verificar como *m-learning* pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem (FRANKLIN e PENG, 2008; CALLE e VARGAS, 2008; NOKIA, 2008; BAYA'A e DAHER, 2009). De maneira geral, as pesquisas mencionadas apontam diversas vantagens do uso de dispositivos móveis para aprendizagem matemática, tais como: i) visualização e investigação dinâmica de fatos matemáticos, em qualquer tempo e lugar; ii) formas diferentes de abordagem de conceitos (por exemplo, por meio de vídeos, trabalhando abordagens visuais); iii) autonomia no estudo de temas matemáticos; iv) aprendizagem em situações reais.

Considerando abordagens matemáticas em contextos reais, é possível fazer uso dos recursos dos próprios dispositivos móveis, como os que permitem tirar fotos e gravar vídeos. Tais recursos podem ser muito interessantes no estudo de Geometria, por exemplo. Mas, há ainda aplicativos⁷ específicos para Matemática, desenvolvidos para dispositivos móveis. Muitos destes ainda são bastante semelhantes aos programas de computador, só que mostrados em telas pequenas, o que pode levantar questionamentos sobre a importância dos mesmos. Porém, como já mencionado, não se discute aqui a opção por uma tecnologia ou outra. Entende-se que um aplicativo em um dispositivo móvel pode ser importante pela praticidade e possibilidade de suprir deficiências relacionadas a laboratórios de informática, assim como, por permitir que o aluno possa estudar em locais diversos. Esse último aspecto pode ser, particularmente, interessante para alunos do Ensino Superior, uma vez que muitos destes trabalham e precisam aproveitar melhor o tempo disponível.

A tese aqui apresentada insere-se no contexto descrito, propondo o M-learnMat, um modelo pedagógico para atividades de *m-learning* em Matemática, baseado na Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1978; ENGSTRÖM, 1987) e direcionado ao Ensino Superior⁸. Nesse sentido, faz-se necessário esclarecer um conceito chave do presente trabalho, que é o de modelo pedagógico.

De maneira geral, um modelo é uma interpretação explícita, descritiva ou ilustrativa, do que alguém entende sobre uma situação (ORTIZ OCAÑA, 2005). Segundo o referido autor, um modelo pedagógico, por sua vez, é uma construção teórica que, fundamentada

⁶ No Capítulo 5, seção 5.1, são analisadas pesquisas que relacionam *m-learning* e Matemática.

⁷ No Capítulo 5, seção 5.2, são analisados alguns desses aplicativos.

⁸ Assunto abordado no Capítulo 6, seção 6.2.

científica e ideologicamente, possibilita interpretar, projetar e ajustar a realidade pedagógica. Porém, essa definição não é consensual, sendo a expressão utilizada, algumas vezes, como teoria de aprendizagem (como as desenvolvidas por Piaget, Vygotsky, Wallon, entre outros) ou como metodologia de ensino (BEHAR; PASSERINO; BERNARDI, 2007).

Na mesma linha da definição de Ortiz Ocaña (2005), Behar, Passerino e Bernardi (2007, p. 4) afirmam que um modelo pedagógico é “um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objeto de conhecimento”. Segundo as referidas autoras, este pode ser embasado por uma ou mais teorias de aprendizagem, mas, em geral, são “reinterpretações” destas teorias, a partir de concepções individuais dos professores. Nesta tese, entende-se modelo pedagógico segundo esta visão e adota-se, como base para o M-learnMat, a estrutura proposta por Behar (2009), detalhada no Capítulo 6. Considera-se que tais modelos podem contribuir para a organização de práticas educacionais, possibilitando que ações sejam melhor estruturadas, com objetivos definidos e estratégias estabelecidas para alcance dos mesmos.

Esclarece-se, ainda, que a estrutura proposta por Behar (2009) permite organizar diferentes práticas pedagógicas, adaptando-se a contextos particulares. O M-learnMat também segue essa linha, sendo um modelo adaptável a diferentes dispositivos móveis e conteúdos matemáticos do Ensino Superior, assim como, a diferentes práticas pedagógicas (minicursos, disciplinas, etc.). No M-learnMat são considerados aspectos organizacionais, metodológicos, tecnológicos e relativos ao conteúdo e são propostas estratégias relacionadas aos mesmos, tendo por base a Teoria da Atividade (TA).

A opção por essa teoria foi decorrente: i) da análise de pesquisas⁹ que a apontam como um aporte teórico adequado para *m-learning*; ii) do estudo das propostas de Davýdov (1982) que, tendo por base princípios vigotskianos e da TA, visam desenvolver o pensamento teórico matemático¹⁰; iii) da forte identificação da autora com a mesma. Buscou-se uma teoria que pudesse orientar todo o trabalho. A própria concepção de aprendizagem, na qual se apóia essa pesquisa, segue a perspectiva desse referencial teórico. A aprendizagem formal, segundo a TA, é uma atividade orientada por objetivos, tendo caráter social, além do individual, uma vez que ocorre em ativa interação com outras pessoas, por meio de colaboração e comunicação, com mediação de instrumentos e signos (NÚÑEZ, 2009).

⁹ Apresentadas no Capítulo 6, seção 6.3.

¹⁰ Discutido no Capítulo 3, seção 3.4.

Ainda é importante destacar que, embora alguns autores associem *m-learning* somente à *e-learning*¹¹ (QUINN, 2000; GEORGIEV, GEORGIEVA e SMRIKAROV, 2004; WAINS e MAHMOOD, 2008), essa não é a visão defendida nesta tese. Entende-se que *m-learning* tem potencialidades para colaborar na aprendizagem, informal ou formal, independente da modalidade de ensino, como defendido por diversos estudos (EDUINNOVA, 2009; KHADDAGE e LATTEMANN, 2009; ZEILLER, 2009). Khaddage e Lattemann (2009), por exemplo, defendem que é possível tirar proveito dos dispositivos móveis, no contexto da sala de aula presencial, favorecendo aspectos como acessibilidade, colaboração e flexibilidade.

Finalizando, apresenta-se a estrutura desta tese que é composta de 11 capítulos, como descrito a seguir.

No Capítulo 2, “Construção do Objeto de Pesquisa”, são relatadas, inicialmente, as motivações que conduziram ao objeto de pesquisa. A seguir, caracteriza-se o problema focalizado, identificando-se, então, as questões a serem respondidas e os objetivos a serem alcançados. Ao final, apresenta-se o esquema da tese, que resume as etapas da pesquisa promovida.

O Capítulo 3, “Teoria da Atividade: foco na atividade humana”, aborda as concepções da referida teoria, que fundamentam a proposta do M-learnMat. Esta teoria é entendida, neste projeto, segundo uma visão ampla, que considera os princípios fundamentais, propostos por Leontiev, e as contribuições de Engeström¹², que focalizou as atividades coletivas. Além disso, na base da Teoria da Atividade estão idéias vigotskianas, assim, é traçada a trajetória de Vigotski¹³ a Engeström, descrevendo os princípios fundamentais de cada autor. Aproximando a teoria adotada do contexto escolar, são apresentadas algumas idéias de Davýdov, que defende que a educação formal deve colaborar para o desenvolvimento do pensamento teórico. Encerrando o capítulo, discute-se a formação do pensamento teórico matemático.

¹¹ Forma de educação a distância baseada em recursos computacionais e Internet.

¹² Um dos diretores do CRADLE (Center for Research on Activity, Development and Learning), Universidade de Helsinki, Finlândia, Departamento de Educação (CRADLE, s.d.) – informação levantada em agosto de 2011.

¹³ Na literatura são encontradas diversas grafias para o nome deste autor. Optou-se por Vigotski, por ser a grafia das principais obras do mesmo, utilizadas na pesquisa. Da mesma forma, optou-se por Leontiev e Davýdov, no entanto, nas referências bibliográficas respeitou-se a grafia original da obra.

No Capítulo 4, “M-learning: aprendizagem por meio de dispositivos móveis”, são abordados diversos aspectos relacionados ao tema, fornecendo-se, assim, uma visão geral do contexto no qual está inserida esta pesquisa. Inicialmente, são analisadas características da sociedade atual e, a seguir, promove-se uma reflexão sobre a definição de *mobile learning*. Apresenta-se, então, uma caracterização do tema, descrevendo-se, brevemente, diversas pesquisas na área. Finalizando, são apresentadas duas taxonomias para formas de utilização de *m-learning*.

O Capítulo 5, “M-learning na Matemática”, mapeia o contexto mais específico desta pesquisa, uma vez que o M-learnMat é um modelo pedagógico para atividades de *m-learning* em Matemática. Para tanto, inicialmente, é traçado um panorama de pesquisas que relacionam essas duas áreas de estudo. A seguir, são apresentados e analisados recursos pedagógicos para dispositivos móveis direcionados à Matemática.

O Capítulo 6, “Levantamento de Requisitos para o M-learnMat” apresenta requisitos, fatores, abordagens e concepções que subsidiaram a elaboração do M-learnMat. Nesse sentido, discute-se, inicialmente, a definição de modelo pedagógico adotada nesta tese. A seguir, são abordados aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Superior. Apresentam-se, então, estudos que apontam a Teoria da Atividade como um aporte teórico com potencial para apoiar propostas em *m-learning*. Ao final, são descritos conjuntos de requisitos e princípios específicos para projetos em *m-learning*, encontrados na literatura.

No Capítulo 7, “Metodologia da Pesquisa”, descreve-se a estratégia metodológica adotada no desenvolvimento da pesquisa. A mesma segue uma abordagem mista, com enfoques tanto qualitativos quanto quantitativos, em função das características dos dados levantados.

No Capítulo 8, “Estudos Exploratórios Preliminares”, são apresentados os resultados de uma pesquisa exploratória e de um estudo de caso piloto, promovidos visando uma melhor compreensão do contexto focalizado. Ambas as ações foram realizadas no Instituto Federal Fluminense¹⁴ e os dados levantados fundamentaram a concepção do modelo proposto.

¹⁴ IF Fluminense. Em todas as menções ao referido instituto considera-se o *Campus Campos-Centro*, localizado em Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro – Brasil.

No Capítulo 9, “Modelo Pedagógico M-learnMat” apresenta-se o modelo pedagógico elaborado, descrevendo sua estrutura. No M-learnMat é proposta uma arquitetura pedagógica composta de cinco elementos (Estrutura da Atividade, Aspectos Organizacionais, Aspectos relacionados ao Conteúdo, Aspectos Metodológicos e Aspectos Tecnológicos). Estes elementos são descritos e diversas estratégias relacionadas aos mesmos são apresentadas. Ressalta-se que, ao final da pesquisa, foi elaborada uma versão digital¹⁵ do M-learnMat, tendo em vista facilitar o acesso ao mesmo. Assim, ao longo do Capítulo 9, são mostradas algumas telas dessa versão, auxiliando a explicação do modelo.

No Capítulo 10, “Experimentação do M-learnMat”, descreve-se a aplicação do modelo, realizada por meio de estudos de caso, e são analisados os dados levantados. A experimentação foi promovida ao longo do 1º semestre de 2011, em turmas presenciais de Cálculo I, sendo, para tanto, utilizados os celulares dos próprios alunos.

No Capítulo 11, “Considerações Finais”, analisa-se como a questão da pesquisa foi respondida e como os objetivos propostos foram alcançados. Além disso, são apresentados os principais resultados e contribuições do estudo promovido. São ainda descritas algumas dificuldades e limitações da pesquisa, assim como são apontadas sugestões para a continuidade do trabalho desenvolvido.

¹⁵ Disponível em: <<http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/index.php?/m-learnmat.html>>.

2 CONSTRUÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

Neste capítulo, caracteriza-se o objeto de estudo e são apresentadas as motivações que levaram à escolha do mesmo. A seguir, descreve-se o contexto no qual esta pesquisa se insere e o problema que a justifica, levantando-se, a partir disso, as questões a serem respondidas e os objetivos a serem alcançados. Finalizando, propõe-se um esquema que resume as etapas da pesquisa realizada.

2.1 Justificativa e Motivação

A presente tese é fruto de uma trajetória profissional que engloba a efetiva utilização de recursos pedagógicos digitais em aulas de Matemática e pesquisas relacionadas ao uso e desenvolvimento dos mesmos. A autora deste estudo trabalha com Matemática no Ensino Superior do IF Fluminense e faz parte da coordenação do projeto de pesquisa¹⁶ “Tecnologias de Informação e Comunicação no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática”, vinculado à referida instituição. Este é desenvolvido desde 2003 e é destinado a professores de Matemática, em formação e em serviço. O referido projeto surgiu como desdobramento dos estudos realizados no Mestrado em Ciências de Engenharia na UENF¹⁷, concluído em 2004, pelas professoras responsáveis pelo mesmo.

Durante o mestrado, a autora desta tese elaborou e validou uma metodologia de avaliação de *softwares* educacionais para Matemática do Ensino Médio, a metodologia SoftMat (BATISTA, 2004). Além disso, desenvolveu um repositório¹⁸ de *softwares*, de mesmo nome. Desde então, trabalha na elaboração e experimentação de recursos pedagógicos digitais, tais como unidades de aprendizagem *online*¹⁹, e na promoção de minicursos, mostrando possibilidades de uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

¹⁶ <<http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/index.html>>.

¹⁷ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

¹⁸ <<http://www.es.iff.edu.br/softmat/paginainicial.html>>.

¹⁹ Como por exemplo, as unidades “Trigonometria Dinâmica” (http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/trigonometria_dinamica/1Introducao.html) e “Investigando em C” (<http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/complexos/index.html>).

Portanto, o contato com recursos digitais e Matemática tem sido uma constante há muitos anos. Conseqüentemente, o ingresso no doutorado em Informática na Educação (em 2008) e o posterior interesse pelas tecnologias móveis foram passos naturais. A leitura de artigos sobre *m-learning*, motivada pela busca de um desafio novo, deu início, então, a presente tese.

Toda experiência anterior, adquirida por meio da prática pedagógica com *softwares* educacionais, do desenvolvimento e validação da metodologia SoftMat e das demais pesquisas promovidas, apoiou esta pesquisa. Assim, a trajetória a ser percorrida com os dispositivos móveis era nova, mas a visão de que as tecnologias digitais podem ser instrumentos favoráveis à educação já estava bem fundamentada nas práticas anteriores.

M-learning é ainda um campo recente de pesquisa e, portanto, desafiador. No entanto, as características da sociedade atual, aliadas aos avanços tecnológicos, permitem entender que o uso de dispositivos móveis na educação é algo que não deve ser ignorado ou pensado como muito distante. Tais dispositivos estão presentes desde muito cedo na vida dos alunos e, assim, aproveitar as possibilidades destes para a aprendizagem é tentar aproximar o processo educacional do contexto atual dos alunos.

Com o M-learnMat, espera-se contribuir para pesquisas em *m-learning*, assim como para a adoção de práticas mais coerentes com a sociedade atual nas aulas de Matemática.

2.2 Caracterização do Problema

No Ensino Superior, os alunos, muitas vezes, enfrentam dificuldades em Matemática, sendo os períodos iniciais ainda mais problemáticos, em função da adaptação à saída do Ensino Médio (PALIS, 2009). Algumas destas dificuldades, segundo a referida autora, têm causas epistemológicas e pedagógicas, não sendo somente decorrentes de deficiências prévias, em termos de pré-requisitos. Soares e Sauer (2004), ao abordarem as dificuldades dos alunos nas disciplinas de Matemática, no curso de Engenharia, defendem que é preciso mudar a concepção do que é ensinar e aprender e dos papéis do professor e do aluno.

Nesse sentido, entende-se que certas práticas pedagógicas no Ensino Superior podem colaborar para evitar novas dificuldades e, ainda, favorecer a superação de algumas já existentes, como as relacionadas à falta de pré-requisitos. Nessa busca por caminhos mais favoráveis à aprendizagem de Matemática, os dispositivos móveis podem oferecer

contribuições. Além disso, alunos do Ensino Superior, em geral, já têm diversos compromissos e, assim, o aproveitamento de tempo pode ser uma questão importante. Os dispositivos móveis, por exemplo, podem facilitar o acesso aos materiais educacionais e a comunicação entre os envolvidos.

Como mencionado na introdução, pesquisas têm destacado vantagens no uso destes dispositivos para a aprendizagem de Matemática. Em um estudo sobre o uso de dispositivos móveis na disciplina de Cálculo de Várias Variáveis, promovido com alunos de diversas Engenharias, Calle e Vargas (2008) observaram desempenhos mais favoráveis em atividades individuais e coletivas, entre outros benefícios. O relatório Eduinnova (2009) também descreve uma pesquisa envolvendo o uso de dispositivos móveis no Ensino Superior, na disciplina Matemática II. Segundo seus responsáveis, foram observadas contribuições em termos de concentração do aluno, interesse nas atividades e aproveitamento de tempo (EDUINNOVA, 2009). Assim, esses estudos²⁰ fornecem indícios de que *m-learning* pode colaborar para a aprendizagem de Matemática no Ensino Superior.

Para tanto, porém, é importante observar requisitos e adotar estratégias apropriadas. Como afirmam Parsons, Ryu e Crashaw (2007), dispositivos móveis têm limitações e vantagens próprias, o que evidencia a necessidade de requisitos específicos. Nesse sentido, entende-se que, quando direcionadas à aprendizagem formal, atividades em *m-learning* podem ser orientadas por modelos pedagógicos que considerem tais requisitos e estratégias.

Assim, propõe-se o M-learnMat, um modelo pedagógico para atividades de *m-learning* em Matemática, direcionado ao Ensino Superior. Ressalta-se que, na pesquisa promovida, foram identificados conjuntos de requisitos e metodologias²¹ para *m-learning* com propostas que, de certa forma, são semelhantes ao que se entende, neste trabalho, por modelo pedagógico. No entanto, não foi encontrada uma proposta específica para Matemática.

Diante desse contexto, apresentam-se, a seguir, as questões (geral e específicas) que norteiam este estudo, assim como os objetivos pretendidos.

²⁰ Discutidos no Capítulo 5.

²¹ Apresentados no Capítulo 6.

2.3 Questões e Objetivos da Pesquisa

Nesta pesquisa, propõe-se o M-learnMat, um modelo pedagógico para atividades de *m-learning* em Matemática, direcionado ao Ensino Superior. Assim, considerando todo o contexto apresentado, é levantada a seguinte **questão de pesquisa**:

Como o M-learnMat pode contribuir para o planejamento de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior?

A partir desta questão, identificam-se as seguintes **questões específicas**:

- como os dispositivos móveis, quando inseridos em um modelo pedagógico, podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática?
- como a Teoria da Atividade pode dar sustentação ao modelo M-learnMat?
- quais estratégias pedagógicas podem compor o referido modelo?
- como o M-learnMat pode ser utilizado no contexto educacional da Matemática do Ensino Superior?

Nesse sentido, esta pesquisa tem por **objetivo geral** verificar como o M-learnMat pode contribuir para o planejamento de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes **objetivos específicos**:

- identificar contribuições que o uso de dispositivos móveis pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática;
- desenvolver o M-learnMat, tendo como base a Teoria da Atividade;
- elaborar estratégias pedagógicas mediadas por recursos digitais móveis, de acordo com o modelo elaborado;
- aplicar o M-learnMat em estudos de caso.

2.4 Esquema da Tese

A seguir, apresenta-se um esquema (Figura 1) que propõe a questão de pesquisa e resume toda trajetória percorrida para a resposta da mesma.

A revisão bibliográfica promovida aborda:

- a Teoria da Atividade, considerando os princípios de Vigotski, Leontiev e Engeström e as contribuições de Davýdov (Capítulo 3);
- uma caracterização geral de *m-learning* e o estado da arte das pesquisas nesta área direcionadas à Matemática (Capítulos 4 e 5, respectivamente);
- um levantamento de requisitos, princípios e elementos que colaboraram para o desenvolvimento do M-learnMat (Capítulo 6).

A metodologia da pesquisa (detalhada no Capítulo 7) é composta das seguintes etapas: i) pesquisa exploratória em busca de indicativos sobre possibilidades de uso de dispositivos móveis, principalmente celulares, na educação; ii) estudo de caso piloto, presencial, utilizando o aplicativo Graph2Go (um aplicativo para Matemática, específico para celulares); iii) análise dos dados das referidas experiências; iv) elaboração do M-learnMat; v) aplicação do modelo, o que requereu preparação dos estudos de caso correspondentes; vi) análise dos dados dos estudos de caso; vii) apresentação dos resultados.

Destaca-se que, ao final da pesquisa, foi elaborada uma versão digital do M-learnMat. No entanto, esclarece-se que essa elaboração foi uma contribuição adicional, não prevista inicialmente. Portanto, não se trata de uma das etapas do desenvolvimento desta tese.

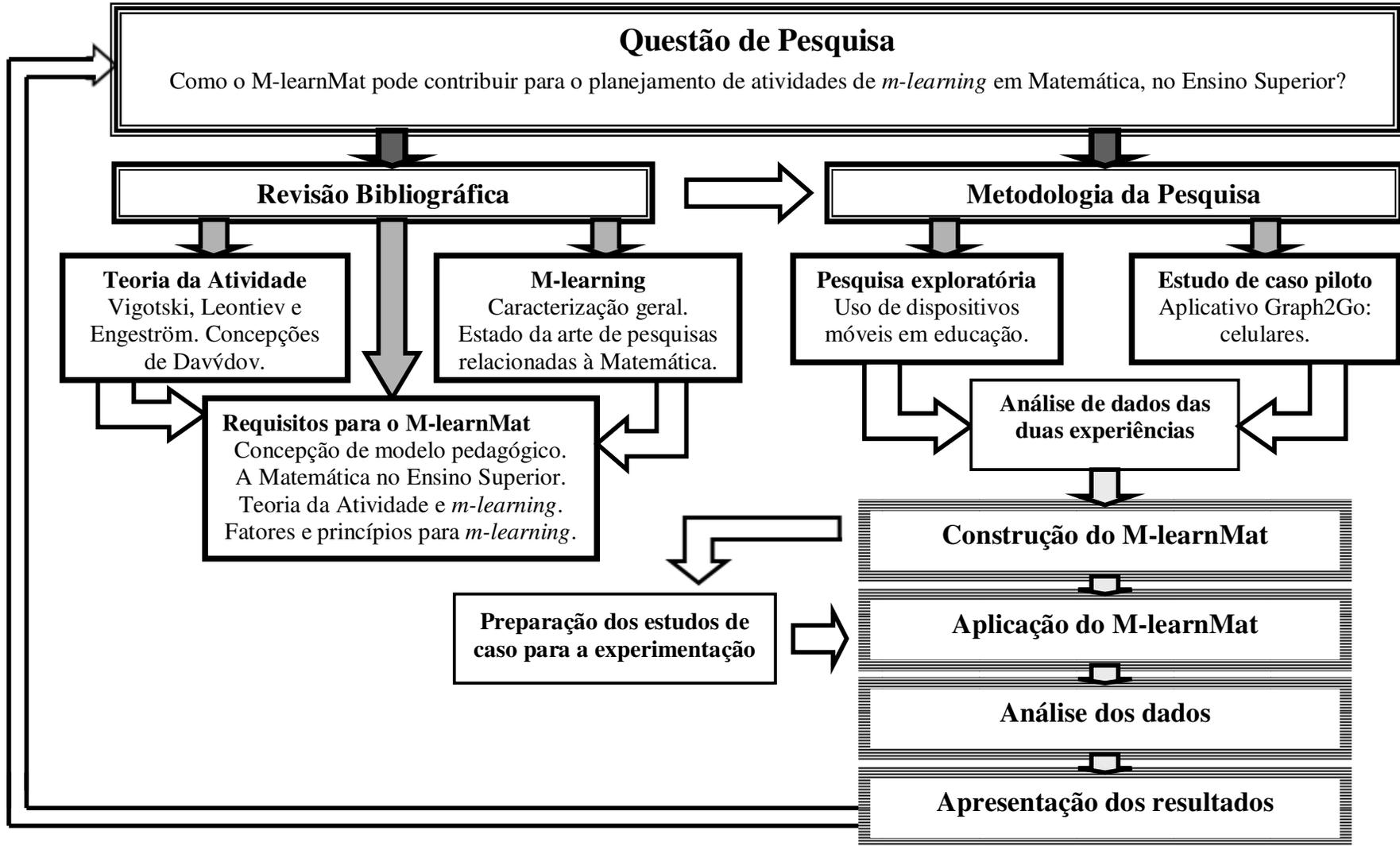


Figura 1: Esquema da Tese

3 TEORIA DA ATIVIDADE: FOCO NA ATIVIDADE HUMANA

Tendo em vista a construção do M-learnMat, promoveu-se um levantamento bibliográfico para identificar uma teoria que pudesse dar sustentação ao modelo. Dessa forma, foi possível verificar que a Teoria da Atividade (TA) vem sendo apontada na literatura como um dos aportes teóricos possíveis de serem adotados nas pesquisas²² em *m-learning* (SHARPLES, TAYLOR e VAVOULA, 2005; WAYCOTT, JONES e SCANLON, 2005; UDEN, 2007; LIAW, HATALA e HUANG, 2010).

Além disso, verificou-se que a referida teoria também fornece suporte para estudos sobre a formação do pensamento teórico matemático (DAVÝDOV, 1982; SFORNI, 2004). Assim, como o M-learnMat associa *m-learning* e aprendizagem de Matemática, a TA foi adotada para a fundamentação teórica do mesmo.

Esclarece-se que a TA é entendida nesta tese como um desdobramento da Teoria Sócio-Histórica formulada por Vigotski. Como defendido por Davýdov e Zinchenko (2001, p. 165), a “[...] teoria psicológica da atividade é um novo e legítimo estágio no desenvolvimento da teoria histórico-cultural²³”. Na base da TA estão idéias-chave de Vigotski, tais como mediação, internalização, desenvolvimento das funções mentais superiores, entre outras (NÚÑEZ, 2009).

De acordo com a TA, há uma unidade entre a atividade psíquica e a atividade externa. A atividade psíquica (interna) representa uma forma transformada da atividade externa (LEONTIEV, 1978). Uma atividade tem como característica básica o seu motivo (ou objeto) e, nesse sentido, envolve a realização de diversas ações que, por sua vez, são compostas por operações (LEONTIEV, 1978).

Nas atividades desenvolvidas são fundamentais as inter-relações entre o sujeito individual e sua comunidade (ENGSTRÖM, 1987). Além disso, a educação escolar tem papel fundamental no desenvolvimento psíquico do indivíduo, mediante, principalmente, a formação do pensamento teórico (DAVÝDOV, 1982). Nesta abordagem, a aprendizagem

²² As contribuições da TA para *m-learning* são discutidas no Capítulo 6, seção 6.3.

²³ Outra denominação para a Teoria Sócio-Histórica.

formal é entendida como um tipo específico de atividade estruturada, que implica ações e operações direcionadas a um objetivo definido, do qual o sujeito tem consciência (DAVÝDOV, 1982).

Neste capítulo, portanto, são apresentados os fundamentos teóricos que embasam o M-learnMat. Inicialmente, são discutidos alguns princípios da Teoria Sócio-Histórica e descritos os pressupostos fundamentais da TA, estabelecidos principalmente por Leontiev. A seguir, são analisadas as contribuições de Engeström e aborda-se a proposta de Davýdov, que defende a importância do desenvolvimento do pensamento teórico. Finalizando, discute-se a formação do pensamento teórico matemático.

3.1 Fundamentos da Teoria Sócio-Histórica

Segundo Vigotski (2007), a atividade humana só pode ser compreendida levando-se em consideração que instrumentos e signos²⁴ participam da mesma. Esse processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação é denominado mediação. Instrumentos levam a mudanças nos objetos e, portanto, são orientados externamente; já os signos constituem um meio de atividade interna do indivíduo, logo, são orientados internamente. Quando os signos são incorporados à estrutura dos processos cognitivos, como forma de orientação e domínio nos processos psíquicos, tem-se a internalização. Trata-se de um processo por meio do qual uma operação externa é reconstruída e passa a ocorrer internamente (VIGOTSKI, 2007).

Além da mediação por instrumentos e signos, há a mediação humana que, na Teoria Sócio-Histórica, tem seu papel definido a partir da compreensão da importância das relações sociais no desenvolvimento (KOZULIN, 2003). Segundo Vigotski (2007), as funções no desenvolvimento de uma criança ocorrem em dois planos distintos: primeiro no social (como categoria interpsicológica) e, depois, no individual (como categoria intrapsicológica). Isso é válido, igualmente, para a atenção voluntária, memória lógica e formação de conceitos²⁵. Na verdade, todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos.

²⁴ A linguagem, os sistemas de contagem, técnicas mnemônicas, sistemas simbólicos algébricos, esquemas, entre outros, são exemplos de signos (MOYSÉS, 2007).

²⁵ Conceitos constituem uma forma culturalmente determinada de ordenação e designação das categorias da experiência. São representações da realidade identificadas por signos específicos que, em nossa cultura verbal, são as palavras (OLIVEIRA, 1993).

A aprendizagem, como atividade humana, ocorre no meio social, em interação com outras pessoas e, assim, é essencial para a transformação qualitativa das funções psicológicas elementares em superiores (NÚÑEZ, 2009). A educação escolar assume, assim, um papel fundamental. Na escola, a mediação do professor atua, diretamente, na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de cada aluno (NÚÑEZ, 2009). A ZDP define as funções que ainda não se desenvolveram plenamente, mas que estão em processo de desenvolvimento, presentes em estado embrionário (VIGOTSKI, 2007). Assim, o fundamento da aprendizagem escolar é que a criança aprende o novo, aquilo que ainda não é capaz de fazer sozinha e lhe é acessível via colaboração e orientação do professor ou de um colega (VIGOTSKI, 2007).

Do desenvolvimento social e histórico da educação escolar, emergem os conceitos científicos (NÚÑEZ, 2009). Vigotski (2009) discute o desenvolvimento destes e também dos conceitos espontâneos. Estes últimos formam a base das teorias do senso comum, se desenvolvem como um produto das experiências da vida cotidiana, individual e coletiva, e são dependentes do contexto (NÚÑEZ, 2009). Os científicos, por sua vez, apresentam um conjunto de propriedades necessárias e suficientes para descrever sistemas de relações entre objetos e são formados em processos orientados, organizados e sistemáticos (NÚÑEZ, 2009).

O desenvolvimento desses conceitos segue caminhos diferentes, embora relacionados. O conceito espontâneo se desenvolve de “baixo para cima”, das propriedades mais simples para as mais complexas. Já os científicos, seguem no sentido oposto, das propriedades mais complexas para as mais elementares. Assim, seguindo trajetórias opostas, um tipo de conceito abre caminho para o outro (VIGOTSKI, 2009).

Núñez (2009) esclarece que a assimilação dos conceitos científicos começa com a conscientização das características essenciais expressas na definição. É preciso estabelecer relações entre conceitos, em um processo que implica generalização e abstração.

Apesar de considerar a formação de conceitos uma questão totalmente vinculada à atividade do indivíduo, Vigotski não promoveu uma abordagem mais profunda desse assunto (NÚÑEZ, 2009). Estudos posteriores realizados, em especial, por A. N. Leontiev permitiram esclarecer que o processo de formação de conceitos científicos requer atividades específicas para o mesmo (NÚÑEZ, 2009). Isso é abordado na TA, que é o foco da seção seguinte.

3.2 Teoria da Atividade: pressupostos básicos de Leontiev e contribuições de Engeström

A TA tem como principal colaborador o psicólogo russo Alexei N. Leontiev²⁶ (1903-1979). Segundo esta teoria, a atividade humana é o processo que promove a mediação entre o ser humano e a realidade a ser transformada. Essa relação é dialética, pois não só o objeto se transforma, como também o sujeito tem sua parte psíquica modificada (NÚÑEZ, 2009).

Para Leontiev, é a atividade que determina o desenvolvimento da consciência, ao unir o sujeito à realidade, e não as palavras, enquanto signos em uma visão semiótica (NÚÑEZ, 2009). Daniels (2003) também afirma que os seguidores das idéias básicas de Vigotski ressaltam a análise da ação mediada por signos, enquanto os teóricos da TA focam na análise da mente em sistemas de atividades. No entanto, para o referido autor, a distinção entre as duas linhas tem ficado cada vez menos clara, uma vez que pesquisadores têm, gradativamente, recorrido a ambas, de forma complementar (DANIELS, 2003).

Apesar da divergência, a TA tem como base a Teoria Sócio-Histórica e pode, portanto, ser entendida como uma linha teórica derivada desta (NÚÑEZ, 2009; LIBÂNEO e FREITAS, 2006). Isso se evidencia ainda mais se a TA for vista de forma expandida, com as contribuições de Engeström (1987, 2001). O referido autor propôs um exame dos sistemas de atividade, considerando o coletivo, em preferência à visão centrada no agente individual operando com ferramentas (DANIELS, 2003). Engeström (1987) buscou representar o contexto social/coletivo em um sistema de atividade, adicionando elementos relacionados à comunidade, regras e divisão do trabalho. Além disso, este autor enfatiza a necessidade de analisar as interações entre estes elementos.

Nas subseções seguintes são descritos os conceitos básicos que fundamentam a TA e a proposta de expansão de Engeström.

²⁶ Leontiev, juntamente com Alexander R. Luria, foi um grande colaborador de Vigotski, tendo participado do seu grupo de pesquisa.

3.2.1 Pressupostos Básicos

O lugar que a criança ocupa no sistema das relações humanas se altera durante seu desenvolvimento, pela influência de circunstâncias concretas. A criança vai sendo incluída em formas sociais acessíveis a ela, ao mesmo tempo em que seu lugar na vida familiar também se altera (LEONTIEV, 2001).

A mudança do lugar ocupado pela criança no sistema das relações sociais é, assim, o primeiro ponto a ser observado para entender o seu desenvolvimento. No entanto, o lugar que a criança ocupa não determina o desenvolvimento, ele apenas caracteriza o estágio já alcançado. O que determina, diretamente, o progresso psíquico da criança é o desenvolvimento de suas atividades, externas ou internas (LEONTIEV, 2001). A vida humana, de maneira geral, pode ser entendida como sistema de atividades que vai substituindo um ao outro (LEONTIEV, 1978).

Atividades são “[...] processos que, realizando as relações do homem com o mundo, satisfazem uma necessidade especial correspondente a ele” (LEONTIEV, 2001, p. 68). As mesmas podem variar entre si de acordo com a forma, métodos de realização, intensidade emocional, requisitos de tempo e de espaço, mecanismos fisiológicos, entre outros. O aspecto fundamental que as distingue, no entanto, é a diferença entre seus objetos (motivos). Entende-se que motivos podem ser materiais ou ideais e podem estar presentes na percepção ou, exclusivamente, na imaginação ou no pensamento. O principal é que por trás da atividade deverá haver sempre uma necessidade, que irá motivar o sujeito a agir (LEONTIEV, 1978).

Certas atividades, no entanto, são mais relevantes para o desenvolvimento subsequente do indivíduo do que outras e são, portanto, entendidas como principais (LEONTIEV, 2001). Uma atividade principal é aquela cuja realização rege as mudanças nos processos psíquicos e nos traços psicológicos da personalidade da criança, em determinado estágio de seu desenvolvimento (LEONTIEV, 2001). Um exemplo de sequência desse tipo de atividade pode ser: brincadeira - estudo sistemático escolar - formação especial dirigida a alguma especialização profissional - trabalho.

Assim, cada estágio do desenvolvimento psíquico caracteriza-se por um relacionamento explícito entre o indivíduo e a realidade e por um tipo dominante de atividade. Ao longo do seu desenvolvimento, a criança vai se dando conta de que o lugar que ocupa no contexto das relações humanas que a circundam não corresponde às suas potencialidades e se

esforça para modificá-lo. Ao surgir contradição entre seu modo de vida e suas potencialidades, a atividade principal é reorganizada e passa a um novo estágio no desenvolvimento de sua vida psíquica. A mudança do tipo principal da atividade na relação indivíduo-realidade é o critério de transição de um estágio de desenvolvimento psíquico²⁷ para outro (LEONTIEV, 2001).

Para compreender como ocorre essa mudança é preciso diferenciar dois conceitos: atividade e ação. Nem todos os processos são atividades. Como exemplo, Leontiev (2001) apresenta o caso de um aluno que, ao saber que determinado livro não era necessário a um exame, abandona esta leitura. Desse modo, o motivo que o levou a ler o livro não era o conteúdo do livro, mas a necessidade de aprovação no teste. O teor do livro não era, exatamente, o que o induzia a ler. Portanto, a atividade não era a leitura e, sim, a preparação para o exame. Porém, se mesmo ao saber que o livro não era necessário, o aluno continuasse a leitura ou a deixasse com pesar, então alguma necessidade especial do aluno obteve satisfação no conteúdo do livro. Nesse caso, a leitura do livro seria uma atividade (LEONTIEV, 2001). Importante destacar que emoções e sentimentos estão sempre associados ao objeto, à direção e ao resultado da atividade da qual fazem parte (LEONTIEV, 2001).

Por sua vez, uma ação é um processo que faz parte de uma atividade e tem um objetivo que, ao ser atingido, colabora para alcance do motivo que a induziu. Assim, para que uma ação seja executada é necessário que seu objetivo seja entendido de forma associada ao motivo da atividade a qual pertence. No exemplo apresentado, na situação em que a leitura foi abandonada, esta era uma ação e não uma atividade. O motivo era passar no teste e o objetivo era assimilar o conteúdo do livro (LEONTIEV, 2001).

Contudo, uma ação pode ser transformada em atividade quando o motivo desta passa para o objeto da ação. A transformação de motivos decorre do fato do resultado da ação ser mais significativo, em determinadas condições, do que o motivo que realmente a induziu. Por exemplo, uma criança faz suas lições de casa porque antes de fazê-las não pode ir brincar. O brincar é o que se pode chamar de motivo eficaz. Tirar uma boa nota e querer, de fato, fazer os deveres são motivos que existem em sua consciência, mas, estes não são psicologicamente eficazes, são apenas compreensíveis. No entanto, se, após algum tempo, a criança obtiver bons resultados na escola e entender que os deveres feitos contribuíram para isso, pode ocorrer nova objetivação de suas necessidades (LEONTIEV, 2001). Esta é uma questão

²⁷ Entende-se, então, que estágios de desenvolvimento psíquico, para Leontiev (2001), são períodos correspondentes a cada atividade principal.

fundamental, pois é a forma pela qual surgem novas atividades e novas relações com a realidade. Tal processo é a base psicológica concreta sob a qual ocorrem as mudanças na atividade principal e, assim, as transições de um estágio de desenvolvimento para outro (LEONTIEV, 2001).

Cabe ainda destacar que o objetivo de uma ação pode ser percebido de forma diferente, dependendo do motivo que está em conexão com a mesma. Ações podem ser, então, psicologicamente diferentes, de acordo com o motivo. Ou seja, dependendo da atividade da qual faz parte, a ação poderá ter outro caráter psicológico (LEONTIEV, 2001).

Além disso, é preciso esclarecer que ações são realizadas por meio de operações. Uma operação é, portanto, o modo de execução de uma ação (LEONTIEV, 2001). Uma mesma ação pode ser realizada por operações diferentes, assim como, uma mesma operação pode ser dirigida a diversas ações (LEONTIEV, 2001). Ações são relacionadas aos objetivos e as operações às condições (LEONTIEV, 1978).

Visando esclarecer o aspecto estrutural da TA, Leontiev (1978) propõe um exemplo: um homem envolvido em uma caçada coletiva primitiva tem por objetivo assustar os animais, enviando-os para outros caçadores que estão à espera, numa emboscada. Logo, o objetivo imediato de suas ações não coincide com o motivo da sua atividade. Além disso, as operações específicas que ele realiza para atingir seu objetivo podem variar dependendo da situação ou das condições da caça (LEONTIEV, 1978). Observa-se, no exemplo, uma atividade regulada por sua motivação, englobando ações regidas por objetivos distintos. Cada ação, por sua vez, requer diversas operações, que se adaptam a condições específicas (LEONTIEV, 1978).

É importante ressaltar que uma ação pode se converter em operação (LEONTIEV, 2001). Por exemplo, a soma pode ser tanto uma ação como uma operação. A criança, inicialmente, aprende a somar (como uma ação), depois a soma é utilizada para resolver outros problemas e, então, a mesma se torna uma operação (LEONTIEV, 2001). Uma ação ao tornar-se uma operação, sai do círculo dos processos conscientes, mas retém traços gerais destes e, a qualquer momento, pode tornar-se novamente consciente (LEONTIEV, 2001).

Em resumo, segundo a TA, o indivíduo não se limita a mudar de lugar no sistema das relações sociais, ao longo de seu desenvolvimento. Este se torna consciente destas relações e as interpreta (LEONTIEV, 2001). O desenvolvimento desta consciência se expressa em uma mudança na motivação de sua atividade. Velhos motivos perdem sua força estimuladora e nascem novos, conduzindo a uma reinterpretação de ações anteriores. A atividade que

costumava desempenhar o papel principal passa para segundo plano e uma nova atividade principal surge e, com esta, começa também um novo estágio de desenvolvimento (LEONTIEV. 2001).

A TA, como proposta por Leontiev, embora considere atividades coletivas, não as enfatiza. Este enfoque foi aprofundado por Engeström (1987). A subseção seguinte aborda essa questão, uma vez que as relações sociais são muito importantes no contexto de *m-learning*.

Ressalta-se que outros pesquisadores também se dedicaram à expansão da TA, entre eles, Galperin (Psicologia Infantil), Bozhovich (Psicologia da Personalidade), Elkonin (Psicologia Evolutiva e periodização do desenvolvimento humano), Zaporozhets (Psicologia Evolutiva) e Levina (Psicologia da Educação) (LIBÂNEO; FREITAS, 2006). Os trabalhos destes pesquisadores, no entanto, não são analisados nesta tese, por não terem sido considerados essenciais ao desenvolvimento da mesma.

3.2.2 Contribuições de Engeström: ênfase nas atividades coletivas

Segundo Engeström (1987), alguns trabalhos apoiados na TA enfatizavam o papel da mediação na relação sujeito-objeto, mas não enfocavam, significativamente, os aspectos sociais e comunicativos. Nesse sentido, o referido autor apresenta uma proposta de extensão desta teoria. Porém, para uma visão mais ampla, recorre-se a uma obra posterior (ENGESTRÖM, 2001), na qual é destacada a existência de três gerações da TA.

A primeira geração centra-se em Vigotski, que introduziu o conceito de mediação. O modelo triangular básico vigotskiano²⁸ apresenta a relação estímulo-resposta, mediada por instrumentos e signos. A partir do referido modelo, Engeström (2001) propõe um esquema que resume a visão da primeira geração da TA (Figura 2).

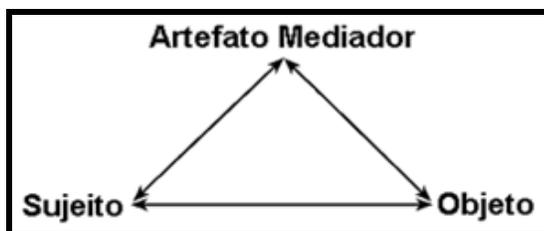


Figura 2: Modelo da Primeira Geração da Teoria da Atividade
Fonte: Engeström (2001) – adaptado.

²⁸ O referido modelo pode ser encontrado em Vigotski (2007).

A segunda geração da TA tem Leontiev como principal representante (ENGESTRÖM, 2001) e o próprio Engeström como colaborador. Como descrito anteriormente, Leontiev estabeleceu a estrutura da TA. No entanto, segundo Engeström (1987), embora tenha considerado atividades coletivas (como no exemplo da caçada coletiva, descrito anteriormente), Leontiev não estabeleceu um modelo que expandisse o modelo básico vigotskiano, mostrado na Figura 2. Assim, Engeström (1987) propõe o diagrama mostrado na Figura 3, que enfatiza a atividade coletiva e representa a segunda geração da TA. Engeström (1987) adicionou ao modelo vigotskiano aspectos sociais relacionados à realização da atividade: as regras, a comunidade e a divisão do trabalho.

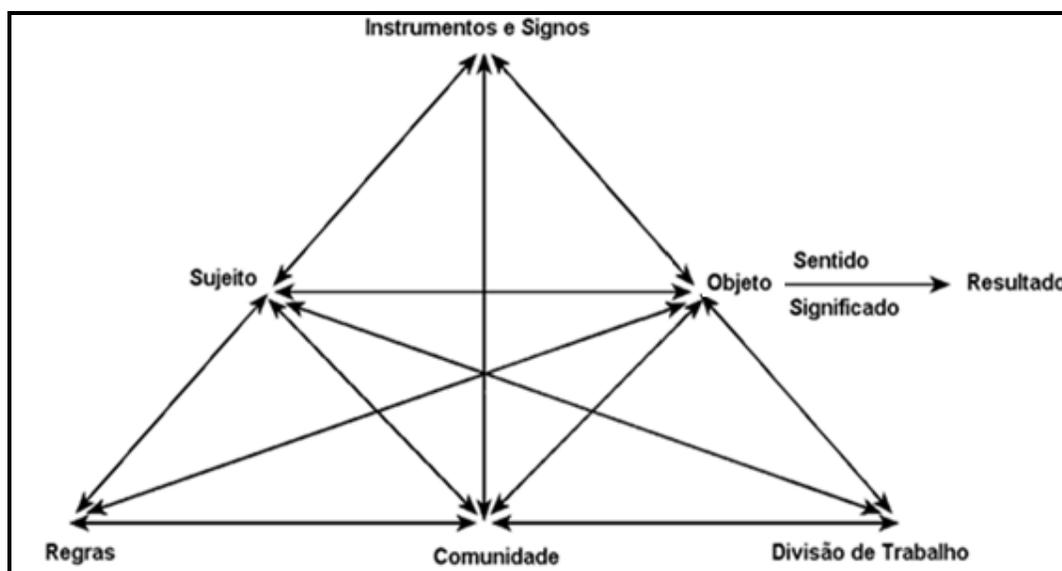


Figura 3: Estrutura de um Sistema de Atividade – Modelo da 2ª Geração da TA

Fonte: Engeström (1987, p.78) – adaptada.

A Figura 3 mostra vários componentes do sistema da atividade e suas relações de conexão e interdependência. Observa-se que a relação entre sujeito e o objeto é mediada por artefatos (instrumentos e signos), o que é representado pelo triângulo básico vigotskiano. Mas, além dos artefatos, existem também os mediadores sociais da atividade - as regras, a comunidade e a divisão do trabalho - indicados na parte inferior do diagrama (ENGESTRÖM, 2001). Isso significa que a relação entre sujeito e objeto também é mediada por esses componentes.

No *site* do CRADLE²⁹ (Center for Research on Activity, Development, and Learning) da Universidade de Helsing, Finlândia (CRADLE, s.d.), encontra-se uma explicação sobre os componentes do diagrama:

²⁹ Na época em que esta pesquisa foi promovida, Engeström era um dos diretores do referido centro.

- o sujeito pode ser um indivíduo ou um subgrupo da comunidade;
- o objeto é a “matéria prima” ou o problema a que se dirige a atividade;
- artefatos mediadores (instrumentos e signos) ajudam a transformar o objeto no resultado da atividade;
- a comunidade é composta de vários indivíduos e/ou subgrupos que compartilham o mesmo objeto geral e, por suas características, se distingue de outras comunidades;
- regras se referem à normas, convenções e regulamentos, explícitos ou implícitos, que norteiam ações e interações dentro do sistema de atividade;
- a divisão de trabalho se refere tanto à divisão horizontal de tarefas entre os membros da comunidade, quanto à divisão vertical, em termos de poder e *status*.

A terceira geração da TA, segundo Engeström (2001), precisa desenvolver ferramentas conceituais para entender o diálogo, perspectivas múltiplas e redes de atividade interativas. Este autor propõe um modelo que esquematiza a TA de terceira geração. O mesmo, no entanto, não é aqui apresentado, visto que o enfoque da tese não abrange a análise de vários sistemas de atividade em interação.

Em Engeström (1987, 2001), observa-se que o foco está sobre a atividade coletiva e não sobre a individual. Nestas obras, há uma ênfase na natureza conflituosa da prática social, que vê a instabilidade (tensões internas) e a contradição como forças de mudança e de desenvolvimento. Com relação às contradições, Engeström (1987) as categoriza em quatro instâncias (os exemplos apresentados foram adaptados para o cenário educacional, devido ao contexto desta tese):

- **primária:** pode ocorrer em cada um dos seis componentes do sistema de atividade (Figura 3), refletindo um conflito interno entre valor de troca e valor de uso. Por exemplo, um *software* educacional (instrumento) que tenha diversos recursos, mas não seja gratuito, pode gerar um conflito entre o valor de uso e o valor de troca do mesmo. Da mesma forma, em relação ao objeto de estudo, também pode ocorrer uma contradição desse tipo, quando a motivação para fazer certo curso é, por exemplo, uma promoção profissional (valor de troca) e não a construção de conhecimentos (valor de uso);
- **secundária:** ocorre entre componentes do sistema, podendo alterar o curso da atividade. Decorre da introdução de algo novo em um dos componentes do sistema. Por exemplo, a introdução de uma nova tecnologia no contexto educacional pode gerar tensão em relação às regras tradicionais de uso dos recursos pedagógicos;

- **terciária:** ocorre quando se introduz um novo procedimento no sistema de atividade central, causando, assim, um conflito entre o motivo original e o que foi inserido. Por exemplo, a administração de um colégio decide mudar a proposta pedagógica, adotando fortemente tecnologias digitais. Os novos procedimentos serão formalmente implementados, mas, provavelmente, muitos professores resistirão à mudança, por preferirem sua forma habitual de dar aulas;
- **quaternária:** ocorre entre a atividade central e suas atividades circunvizinhas na rede de sistemas. Essa contradição pode afetar o processo devido às tensões provocadas entre os elementos da atividade central e da atividade vizinha. Por exemplo, a proposta pedagógica, mencionada no item anterior, pode afetar também o modo como os pais ensinam as lições de casa a seus filhos, e isso pode gerar conflitos.

Como mencionado, estes fatores não são vistos como prejudiciais, mas, sim, como necessários à evolução da atividade.

Diante de tudo o que foi apresentado, concorda-se com Núñez (2009) quando este defende que a TA pode fornecer subsídios para o planejamento de atividades de aprendizagem, assim como para a análise das mesmas. Vasili V. Davýdov (1930-1988), com base nas contribuições de Vigotski, Leontiev e Elkonin, aprofundou a caracterização e a compreensão desse tipo de atividade. Na seção seguinte, aborda-se a atividade de aprendizagem na educação escolar e são apresentadas algumas idéias básicas de Davýdov sobre o desenvolvimento do pensamento teórico.

3.3 A Atividade de Aprendizagem e as Concepções de Davýdov: desenvolvimento do pensamento teórico

Na TA, a aprendizagem é vista como uma atividade, pois se destina a satisfazer necessidades cognitivas. Essas necessidades têm dois enfoques: um relacionado à sociedade (a aprendizagem atendendo a demandas sociais); e outro, que se situa no próprio sujeito, que busca satisfazer suas aspirações, desejos e motivos pessoais (NÚÑEZ, 2009). Iniciativas particulares e criativas fazem a ponte entre as demandas sociais e as expectativas pessoais, em um processo no qual o componente afetivo é fundamental (NÚÑEZ, 2009).

A aprendizagem, na educação formal, em geral, está relacionada às necessidades condicionadas pela sociedade, que se fazem presentes nos objetos estudados³⁰ (NÚÑEZ, 2009). Nesse contexto, a aprendizagem, entendida como atividade, tem na aquisição de conhecimentos o seu motivo (SFORNI, 2004). Segundo esta autora, na escola, diferentemente de outras situações de aprendizagem, a atividade dominante é a própria aprendizagem.

Na escola, então, o aluno encontra-se, em geral, em atividade de aprendizagem, ou seja, desenvolvendo ações e utilizando processos com o objetivo específico de aprender. Uma atividade desse tipo tem seu produto representado pelos conteúdos assimilados, por novas formas de agir e pela formação de atitudes e valores relacionados com as intencionalidades educativas. Enfim, o produto é representado pelas transformações na personalidade integral do aluno (NÚÑEZ, 2009).

Em uma atividade de aprendizagem, o sujeito é o aluno, mas este não é isolado, uma vez que tem por base as relações sociais (NÚÑEZ, 2009). Ratificando essa visão, Moura et al. (2010) afirmam que atividades coletivas sustentam o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, configurando-se no espaço entre a atividade intersíquica e intrapsíquica dos sujeitos. Cabe destacar que papel das relações sociais foi bem enfatizado por Vigotski (2007, 2009) e a natureza coletiva e social das atividades humanas foi evidenciada por Engeström (1987), como discutido anteriormente.

Outra característica da atividade de aprendizagem (assim como de qualquer outra atividade humana) é seu caráter consciente, orientado a um objetivo definido (NÚÑEZ, 2009). Os objetivos devem ser explicitados, para que o aluno tenha consciência do que está realizando, o que contribui para a auto-regulação da aprendizagem (NÚÑEZ, 2009). Nesse sentido, como defendido por Moura et al. (2010), a atuação do professor é fundamental. Este deve ser um elemento mediador da relação dos alunos com o objeto do conhecimento, organizando o processo e orientando o aluno a agir conscientemente. As ações do professor devem levar o aluno a sentir necessidade do conceito, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo (MOURA et al., 2010).

Para Davýdov, o objetivo da atividade de aprendizagem é o domínio do conhecimento teórico, isto é, o domínio de símbolos e instrumentos culturais disponíveis na sociedade, obtido pela aprendizagem de conhecimentos de diversas áreas (LIBÂNEO, 2004). Segundo Sforni (2004), esse psicólogo russo traçou um quadro teórico no qual a

³⁰ Como o M-learnMat é direcionado à educação formal, entende-se que a proposta do mesmo está relacionada a esse tipo de necessidade.

aprendizagem escolar vai além da aquisição de conteúdos ou habilidades específicas. É mediante a educação escolar que a criança forma, de maneira sistematizada, as formas mais desenvolvidas da consciência social, associadas às várias ciências, à arte e à moral.

Davýdov (1982) defende que o ensino essencialmente baseado no pensamento empírico não proporciona o desenvolvimento mental do aluno. Nesse sentido, a escola deve favorecer a apropriação de conteúdos, visando desenvolver o pensamento teórico (NÚÑEZ, 2009). Davýdov (1982) distingue, então, dois tipos de pensamento: o empírico, com caráter externo, imediato, ligado à prática; e o teórico, um pensamento mediado, refletido, que opera por meio de conceitos científicos, voltado para a essência (ou seja, para relações internas entre objetos e fenômenos). Para o autor, conhecer a essência significa encontrar o princípio básico que explica vários fenômenos e, então, entender como o mesmo determina não só o surgimento desses fenômenos, mas também as relações entre estes. Nota-se que os pensamentos empírico e teórico, distinguidos por Davýdov (1982), operam, respectivamente, por meio de conceitos espontâneos e científicos, abordados na teoria vigotskiana.

Da mesma forma, o entendimento de Davýdov (1982) sobre um conceito segue a visão vigotskiana: um conceito é uma forma de atividade mental por meio do qual são reproduzidos o objeto idealizado e seu sistema de conexões. Ter o conceito de um objeto requer reproduzi-lo ou construí-lo mentalmente e esta ação é um ato de compreensão e explicação do objeto, de descoberta de sua essência (DAVÝDOV, 1982).

Segundo Davýdov (1982), em princípio, poderia parecer que a aprendizagem de conceitos científicos deveria se basear, fundamentalmente, na observação direta dos fenômenos e objetos. Ou seja, deveria ser estabelecida por meio de comparação e identificação de características, de forma a chegar a uma generalização e, posteriormente, à aplicação em situações práticas. No entanto, segundo o autor, este percurso é impraticável em sua forma pura, pois a variedade de informações que o aluno deve dominar é mais ampla do que a que está acessível a sua observação direta. Muitos fatos sobre os fenômenos e objetos já foram acumulados, sistematizados e descritos por outras pessoas (DAVÝDOV, 1982).

O esquema empírico de generalização e de formação de conceitos não fornece meios para delinear as características essenciais de um objeto e nem da conexão interna de todos os seus aspectos (DAVÝDOV, 1982). De acordo com o autor, as propriedades externas dos objetos acabam ficando como produto final. O conteúdo de um conceito, em última instância, fica reduzido a dados sensoriais diretos e ao encontro de uma adequada correlação sensorial para qualquer atributo abstrato.

O conhecimento científico exige, portanto, meios de abstração, análise e generalização, que devem permitir que conexões internas e formas particulares de idealizar os objetos do conhecimento sejam estabelecidas. Cabe à escola promover a distinção entre propriedades imediatas dos objetos e conceituações teóricas, organizando atividades didáticas para tal fim (DAVÝDOV, 1982). Nesse contexto, uma atividade de aprendizagem pode ser entendida como “o movimento de formação do pensamento teórico, assentado na reflexão, análise e planejamento, que conduz ao desenvolvimento psíquico da criança” (SFORNI, 2004, p. 105).

Tendo em vista a formação desse tipo de pensamento, o ensino de conceitos, na educação formal, deve ser intencionalmente organizado para desenvolver ações e operações mentais qualitativamente superiores (SFORNI, 2004). Como afirma Núñez (2009), os conceitos, quando abordados em uma atividade de aprendizagem, devem colaborar para realização de ações complexas. Não é suficiente conhecer a definição de um conceito, este deve ser utilizado para resolver diferentes situações práticas e teóricas que envolvam o mesmo (NÚÑEZ, 2009).

Davýdov (1982) esclarece que o pensamento teórico tem seu próprio conteúdo, composto de fenômenos objetivamente interligados em um sistema integral. Este tipo de pensamento deve reunir objetos que são diferentes e indicar a parte destes no sistema total. Assim, a conexão entre o universal e o isolado surge como o conteúdo específico de um conceito teórico. Tais conceitos seguem a conexão de objetos particulares dentro do todo, dentro do sistema (DAVÝDOV, 1982).

Portanto, a tarefa do pensamento teórico é reformular dados de contemplações, em forma conceitual, reproduzindo-os em um sistema de conexões internas, que recria o dado concreto e revela a sua essência. Esta reprodução teórica do real concreto como uma unidade da diversidade, promovida pelo pensamento teórico, segue o percurso do abstrato para o concreto (DAVÝDOV, 1982). Observa-se aqui que Davýdov (1882) concorda com a visão de Vigotski quando este defende que os conceitos científicos surgem do geral para o particular. Núñez (2009) esclarece que, nesse percurso, o processo se inicia pela própria definição dos conceitos (o abstrato) e caminha para suas manifestações concretas.

Ter como foco a formação do pensamento teórico, no entanto, não significa afirmar que o pensamento empírico não seja importante para a aprendizagem e para a formação da personalidade do aluno (NÚÑEZ, 2009). Segundo o autor, os professores devem ter clareza de que algumas atividades priorizam o desenvolvimento de um dos dois tipos de pensamento.

Davýdov (1982) lista alguns princípios para o desenvolvimento do pensamento teórico:

- todos os conceitos que constituem um assunto de uma disciplina devem ser analisados pelos alunos, em termos das condições que os tornaram necessários (ou seja, os conceitos não devem ser apresentados como conhecimentos prontos);
- o processo de conhecimento geral e abstrato deve predominar sobre o processo de conhecimento particular e concreto - este último deve ser derivado do primeiro; este princípio corresponde ao caminho do abstrato para o concreto;
- no estudo de conceitos, os alunos devem, acima de tudo, detectar a conexão genética universal, que determina o conteúdo e a estrutura da entidade inteira dos conceitos envolvidos (por exemplo, as relações gerais de quantidades servem como base universal para a entidade de todos os conceitos tradicionais da Matemática escolar);
- esta conexão entre a base universal e demais conceitos deve ser reproduzida em modelos gráficos ou simbólicos, que permitam o estudo de suas propriedades "em estado puro" (por exemplo, os alunos podem representar as relações gerais de quantidades em forma de fórmulas, que são convenientes para o estudo mais aprofundado das propriedades dessas relações);
- os alunos devem desenvolver ações especiais, relacionadas aos objetos de estudo, por meio das quais eles possam descobrir e reproduzir, em modelos, a conexão essencial de uma entidade e, então, estudar suas propriedades (por exemplo, para descobrir as conexões subjacentes aos conceitos de números inteiros, racionais e reais, as crianças precisam desenvolver ações específicas envolvendo várias quantidades, de forma a permitir a comparação entre as mesmas);
- os alunos devem passar, gradativamente, das atividades relacionadas ao objeto de estudo à realização das mesmas em um plano mental (ou seja, devem promover uma internalização).

Este tipo de projeto permite a organização do ensino de forma que estudantes desenvolvam habilidades que, normalmente, são atribuídas a alunos mais avançados no ensino escolar. Essa proposta promove a formação do pensamento teórico (DAVÝDOV, 1982). Segundo Libâneo (2004), para tudo isso, faz-se necessário organizar a estrutura da atividade de aprendizagem, incluindo ações de aprendizagem, de acompanhamento e de avaliação, visando à compreensão do objeto de estudo e suas relações.

Tomando-se por base os estudos de Davýdov (1982), promove-se, na seção seguinte, uma reflexão sobre a formação do pensamento teórico matemático, uma vez que o M-learnMat é direcionado à aprendizagem de Matemática.

3.4 Formação do Pensamento Teórico Matemático

Para Davýdov (1982), o conhecimento matemático, como os de outras disciplinas, tende a ser lentamente dominado e fracamente transferido para novas condições, quando os alunos não são capazes de encontrar a generalidade interna entre objetos e fenômenos semelhantes externamente. Muitas vezes, na Matemática, os alunos se limitam a destacar semelhanças externas, em situações que apenas exigem identificação (DAVÝDOV, 1982).

As crianças, de maneira geral, são retidas por muito tempo no nível das concepções de objetos reais e de agrupamentos destes, o que inibe a formação de conceitos matemáticos (DAVÝDOV, 1982). Isto não significa que problemas práticos não sejam importantes. Como afirma Sforini (2004), estes problemas são fundamentais, mas devem conduzir os alunos à consciência da própria ação. O principal não é a solução correta em si, mas a explicitação do pensamento envolvido na resolução. Mesmo que uma solução esteja correta, esta deve adquirir a possibilidade de generalização. Assim, rompe-se com a situação empírica específica e transfere-se o conhecimento adquirido para outros problemas semelhantes (SFORINI, 2004).

Segundo Davýdov (1982), para promover a formação do pensamento teórico matemático, cada tópico do currículo deve começar com uma introdução detalhada, apresentando situações que deram origem à necessidade dos respectivos conceitos teóricos. Sforini (2004) esclarece que conhecer a história do conceito é importante para a busca de sua essência como produção humana e para a compreensão do seu papel como síntese na interação do homem com o meio.

A seguir, os conceitos devem ser construídos a partir dos seguintes passos (DAVÝDOV, 1982): i) orientação dos alunos em uma situação-problema, cuja solução requer o novo conceito; ii) identificação da relação que serve de base para a solução de problemas; iii) estabelecimento de um modelo simbólico que permita estudar as propriedades em “forma pura”; iv) identificação das propriedades da relação delineada, por meio da qual foi possível deduzir as condições e os métodos de resolução do problema original.

Para facilitar o entendimento dessa proposta, descreve-se um pequeno trecho de um estudo experimental promovido em Moscou, sob a liderança de Elkonin e Davýdov. Na parte relativa à Matemática, a proposta foi norteadada pela idéia central de que uma concepção detalhada de número real, que está subjacente à noção de quantidade, é fundamental para o estudo dessa disciplina.

Trabalhando com situações reais, crianças da 1ª série (cerca de sete anos) delineavam parâmetros de quantidades (peso e volume, área e comprimento, etc.). Para tanto, eram levadas a estabelecer comparações, determinando igualdades ou desigualdades. A princípio, as crianças representavam a relação de quantidades estabelecendo um modelo gráfico (desenhavam traços que, pelos seus comprimentos, distinguiam a maior quantidade da menor). Depois, faziam a transição para um modelo simbólico ($a = b$, $a > b$, $a < b$). Assim, as quantidades eram comparadas e somente suas relações eram destacadas (DAVÝDOV, 1982).

Entidades eram designadas por letras e o resultado de uma comparação era escrito por uma fórmula, à medida que as letras eram ligadas por um sinal ($a = b$, $a > b$, $a < b$). Destacar uma relação de igualdade-desigualdade em forma "pura" (escrita em uma fórmula) permite que a transição seja feita considerando-se suas próprias propriedades - reversibilidade e irreversibilidade, transitividade, entre outras (DAVÝDOV, 1982).

Nos trechos relatados acima é possível identificar os passos propostos por Davýdov (1982) para a construção de um conceito: i) as crianças foram envolvidas em situações-problema; ii) a relação de quantidade serviu de base para a solução dos problemas; iii) foi estabelecido um modelo gráfico, ajudando a identificar as relações, assim como um modelo simbólico; iv) propriedades foram destacadas.

Para Davýdov (1982), então, símbolos, fórmulas e as relações que estabelecem as propriedades básicas das quantidades são acessíveis a crianças de sete anos. Este tipo de ensino impulsiona o desenvolvimento intelectual, aumentando a capacidade de avaliar relações abstratas em objetos. Assim, o autor mostra que este tipo de ensino, que parece mais próximo de adolescentes e adultos, por seguir a trajetória do geral para o particular, é viável também para crianças. No estudo relatado, foi analisada a Matemática, mas o mesmo poderia ser promovido, com as devidas adaptações, para qualquer disciplina.

Sforni (2004) também fornece indicativos para reflexões sobre o pensamento teórico matemático, ao descrever uma experiência baseada na TA, com apoio das idéias de Davýdov. A referida experiência ocorreu em um projeto de Geometria, com alunos da 3ª série do Ensino

Fundamental (faixa etária entre oito e nove anos). Descreve-se, aqui, parte desse estudo, visando, também, favorecer o entendimento da aplicação do referencial teórico da TA, na construção de conceitos matemáticos.

Seguindo a proposta de Davýdov (1982), inicialmente, foi promovida uma reflexão sobre o objeto de estudo da Geometria e sobre o que unifica suas diversas ramificações. Segundo Sforini (2004), a compreensão do conceito como produção humana é base para a organização do pensamento teórico. Conceitos como os de base, altura, área, entre outros, são entendidos como aspectos particulares, que surgem como resultado da necessidade humana subjacente ao estudo de Geometria (SFORINI, 2004).

Para a construção dos conceitos foram propostos problemas práticos. Nestes foram utilizados objetos concretos, mas o encaminhamento dado não se prendia aos mesmos. O que era pedido envolvia mais do que simples comparação de características dos objetos. Observar era necessário, mas não suficiente. Durante a resolução dos problemas, a professora orientava os alunos, levantando questões e promovendo reflexões. As condições do problema eram constantemente recordadas, para melhor elaboração de algumas resoluções. Uma atividade de aprendizagem requer consciência do sujeito sobre sua ação (SFORINI, 2004).

Em uma situação-problema proposta, foi solicitada a construção de embalagens de presentes, o que envolvia diversas ações (SFORINI, 2004). O objetivo de cada ação não coincidia com o motivo da atividade em si. No entanto, era o conjunto das ações que iria possibilitar a realização da atividade total. O entendimento disso é de fundamental importância, pois uma ação só pode ser significativa para o aluno se for percebida de forma associada ao motivo da atividade (SFORINI, 2004).

Os conceitos, na experiência descrita por Sforini (2004), foram trabalhados visando que os mesmos se transformassem em um plano interior de ação, sendo muito mais do que novas informações sobre um grupo de objetos. As situações propostas eram particulares, mas as ações eram organizadas a partir de conceitos gerais, o que permitia trabalhar o particular como universal (SFORINI, 2004).

As experiências relatadas, ambas promovidas com crianças, visam mostrar que a proposta de trabalhar conceitos segundo a trajetória do abstrato para o concreto é válida desde as séries iniciais. Entende-se que os estudos de Davýdov favorecem a aproximação entre as concepções teóricas da TA e as práticas educativas de sala de aula, em qualquer nível de ensino.

Em particular, com relação ao Ensino Superior, foco desta tese, Libâneo (2003) também afirma que a metodologia utilizada deve ajudar o aluno a pensar com instrumentos conceituais, com base em processos de investigação científica. A questão fundamental, segundo o autor, é como os alunos internalizam o procedimento investigativo do conteúdo estudado, o que requer desenvolver, nos mesmos, o pensamento teórico. O desenvolvimento deste pensamento permite revelar a essência e o desenvolvimento dos objetos de conhecimento e, com isso, colabora para aquisição de métodos e estratégias cognoscitivas gerais, em função de análise e resolução de problemas relativos a cada área curricular do Ensino Superior (LIBÂNEO, 2003). O referido autor, ao discutir uma proposta para este nível de ensino, destaca três momentos (não-lineares) de um procedimento metodológico geral, baseado na proposta da TA e nas concepções de Davýdov:

- Reflexão - ocorre a tomada de consciência do objetivo da atividade de aprendizagem, assim como a compreensão e reconhecimento das condições necessárias para estudar o conteúdo. Ou seja, identifica-se o que precisa ser feito e as condições de como fazê-lo;
- Análise - estuda-se o conteúdo, partindo de conceitos centrais e de princípios gerais para a resolução de problemas, visando desenvolver, no aluno, a capacidade de fazer generalizações conceituais. Tem-se o delineamento do problema e a busca pela solução do mesmo, a partir do desenvolvimento de capacidades cognitivas;
- Internalização do conceito - capacidade do aluno de operar internamente com o conceito. Os conceitos se transformam em conteúdos e instrumentos do pensamento (ferramentas mentais).

Segundo Libâneo (2004), a TA tem sido amplamente utilizada em Cuba, no Ensino Superior, e também tem sido difundida em países latino-americanos, inclusive no Brasil, em cursos de pós-graduação.

Como mencionado na introdução deste capítulo, a TA vem sendo apontada na literatura como um dos aportes teóricos possíveis de serem adotados em *m-learning* (SHARPLES, TAYLOR e VAVOULA, 2005; WAYCOTT, JONES e SCANLON, 2005; UDEN, 2007; LIAW, HATALA e HUANG, 2010). No entanto, tais pesquisas não são aqui comentadas, e sim no Capítulo 6, pois se entende que é preciso promover, previamente, uma análise de aspectos relacionados à *m-learning* e, mais especificamente, sobre *m-learning* e Matemática. Estas análises são realizadas, respectivamente, nos dois próximos capítulos (Capítulos 4 e 5).

4 M-LEARNING: APRENDIZAGEM POR MEIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

Com o desenvolvimento das tecnologias móveis sem fio, vive-se a Era da Conexão, com foco em mobilidade, envolvendo computação ubíqua³¹. A mesma é caracterizada pela ampliação de formas de conexão entre homens e homens, máquinas e homens e máquinas e máquinas (LEMOS, 2005). A esta era Castells et al. (2004) denominam Sociedade da Comunicação Móvel, sendo a mesma parte de uma estrutura social mais ampla que é a Sociedade em Rede. Esta estrutura mais ampla também é conhecida como Idade Mídia, uma época em que o conhecimento, fruto de informação e comunicação, quando utilizado de forma produtiva pelo indivíduo, soma-se ao capital social da comunidade (BULCÃO, 2008).

Presnky (2010) afirma que os jovens dessa sociedade estão conectados ao mundo e aos colegas de uma forma totalmente diferente das gerações anteriores. Analisando as características dos mesmos, o autor defende que as necessidades destes, enquanto estudantes, não são as mesmas de épocas passadas. Veen e Vrakking (2009) também abordam a questão e afirmam que nessa sociedade, as novas gerações são formadas de “Homo Zappiens”, pessoas que já nasceram em contato com a cultura cibernética. Esta geração aprende desde muito cedo que as tecnologias digitais permitem acessar, de forma rápida, diversas informações e facilitam muito a comunicação. O foco da atenção dessas pessoas muda rapidamente e isso afeta também o ambiente escolar, onde é cada vez mais difícil despertar e manter a atenção destes jovens. Esta geração se comporta, pensa e aprende de forma diferenciada. A capacidade de direcionar a atenção, ao mesmo tempo, às múltiplas mídias contrasta com a postura tradicional de contemplação sobre um determinado conteúdo adotada, em geral, nas escolas (VEEN; VRAKING, 2009).

Nesse contexto, estudos e pesquisas têm sido realizados (MOBILearn, 2002; HOLZINGER, NISCHELWITZER e MEISENBERGER, 2005; KEEGAN, 2007; NOKIA, 2008; RUCHTER, KLAR e GEIGER, 2010) analisando como as tecnologias móveis sem fio podem contribuir para a aprendizagem. Este campo de pesquisa é conhecido como *m-learning*

³¹ Segundo Barbosa (2007), computação ubíqua é um modelo computacional que visa atender, pró-ativamente, necessidades dos usuários, atuando de forma invisível (*background*) para os mesmos, com integração contínua entre tecnologia e ambiente, de modo a auxiliar o usuário em suas tarefas cotidianas.

(*mobile learning*). Trata-se de uma área que estuda como a mobilidade dos alunos, favorecida pela tecnologia pessoal e pública, pode contribuir para o processo de aquisição de novos conhecimentos, habilidades e experiências (SHARPLES et al., 2009).

Neste capítulo são abordados diversos aspectos relacionados à *m-learning*, estabelecendo-se, assim, uma caracterização geral do contexto no qual está incluída esta tese. Nesse sentido, é analisada, inicialmente, a relação entre sociedade contemporânea e as tecnologias da mobilidade. A seguir, é discutida a definição de *mobile learning*, defendendo-se que os aspectos envolvidos vão muito além dos tecnológicos. Traça-se, então, um panorama geral desta forma de aprendizagem, apresentando-se um breve histórico de pesquisas na área. Finalizando, são apresentadas duas taxonomias para *m-learning*, com as quais se busca facilitar o entendimento de como os dispositivos móveis podem ser utilizados em educação.

4.1 A Sociedade Contemporânea e as Tecnologias da Mobilidade

O advento dos dispositivos móveis, permitindo comunicação multimodal entre qualquer lugar onde exista infraestrutura adequada, tem apresentado reflexos sociais, embora a influência da tecnologia não aja de forma isolada (CASTELLS et al., 2004). Observam-se novas práticas e novos usos do espaço urbano, à medida que a Era da Conexão promove uma espécie de sinergia entre espaço virtual, espaço urbano e mobilidade. A fase atual das tecnologias sem fio e da computação ubíqua mostra uma relação cada vez mais intrínseca entre os espaços físicos e o espaço virtual das redes telemáticas (LEMOS, 2005).

Lemos (2007) destaca o desenvolvimento de uma relação estreita entre mídias com funções massivas (como mídia impressa, rádio e TV) e mídias digitais com novas funções, que podem ser consideradas como pós-massivas (Internet, com suas diversas ferramentas, e tecnologias móveis com suas múltiplas funções). Se as cidades da era industrial constituíram sua urbanidade a partir do papel social e político das mídias de massa, as cidades contemporâneas estão constituindo sua urbanidade a partir de uma interação intensa entre mídias de função massiva e as novas mídias de função pós-massiva (LEMOS, 2007).

Segundo Santaella (2008), as tecnologias da mobilidade potencializam mudanças no modo como as pessoas percebem e interagem com o espaço, o tempo e o outro. Nessa concepção, a referida autora analisa o que denomina “espaços intersticiais”. Estes correspondem “às bordas entre espaços físicos e digitais, compondo espaços conectados, nos quais se rompe a distinção tradicional entre espaços físicos de um lado, e digitais, de outro” (SANTAELLA, 2008, p. 21). Assim, os espaços intersticiais tendem a dissolver fronteiras rígidas entre o físico e o virtual, gerando um espaço particular que não pertence nem exatamente a um, nem a outro (SANTAELLA, 2008). Como defendido por Lemos (2005), na Era da Conexão tem-se uma fusão de práticas híbridas entre o espaço físico e o espaço eletrônico. Nesse sentido, Bulcão (2008) defende que, o celular, pela sua popularização, pode se tornar o instrumento preferencial de interface do indivíduo com vários sistemas integrados de educação, informação e controle.

Que efeitos todas essas mudanças tecnológicas terão, em que condições, para quem e para quê, são questões que merecem ser analisadas (CASTELLS et al., 2004). No Brasil, segundo Pellandra (2009), o aumento de conexões resultantes da tecnologia móvel tem proporcionado diferentes oportunidades e desafios aos hábitos sociais e aos limites entre espaços públicos e privados. O país, embora tendo parte da população vivendo em condições sócio-econômicas muito baixas, é uma das nações a adotar mais fortemente novas tecnologias e culturas digitais (PELLANDRA, 2009). A tecnologia sem fio, acessível em diversas áreas ignoradas pelo interesse econômico das empresas de telefonia fixa, tem permitido que um maior número de pessoas possua algum tipo de telefone. Os celulares estão se tornando cada vez mais populares e seus usuários brasileiros estão passando, rapidamente, dos serviços de voz para os de dados, com acesso à Internet. Isso proporciona diversas possibilidades de uso, desde as socialmente emancipadoras até as criminais (PELLANDRA, 2009).

É importante, portanto, ter consciência de que mudanças sociais e tecnológicas estão ocorrendo e que isso tem reflexos nos diversos setores da atividade humana. Não se pode perder de vista, no entanto, que o desenvolvimento e a influência das tecnologias sem fio ou das TIC, de maneira geral, devem ser analisados dentro dos contextos sociais em que se inserem. Mudanças baseados nas TIC podem realmente ter efeitos substanciais e duradouros na sociedade, mas isso ocorre de maneira complexa, não seguindo uma lógica simplista de que tudo foi determinado pela tecnologia (UNIVERSITÄT SIEGEN et al., 2010)³². Os

³² Relatório de uma pesquisa sobre os impactos sociais das TIC na Europa, promovida por um grupo de universidades e empresas de pesquisa.

impactos sociais das TIC dependem fortemente da inter-relação entre as características das aplicações tecnológicas e as tendências de longo prazo da sociedade nos países em que as TIC estão sendo introduzidas (UNIVERSITÄT SIEGEN et al., 2010).

De maneira geral, no entanto, entende-se que ignorar as possibilidades que as tecnologias móveis podem oferecer, em termos educacionais, seria como tentar manter a educação fora do contexto atual de mudanças. Nesse sentido, diversas pesquisas têm sido promovidas investigando as potencialidades dos dispositivos móveis para a aprendizagem, como mostra a seção 4.3.

Este campo de pesquisa ficou conhecido como *mobile learning* (*m-learning*). No entanto, esta nomenclatura, embora aceita internacionalmente, gera, algumas vezes, questionamentos e reflexões. Literalmente, significa “aprendizagem móvel”, mas a aprendizagem em si não é móvel nem fixa. Para a Teoria da Atividade, como exposto no Capítulo 3, a aprendizagem é uma atividade especificamente humana, orientada por objetivos, com caráter social, além do individual, pois ocorre em ativa interação com outras pessoas, com mediação de instrumentos e signos (NÚÑEZ, 2009). Assim, entende-se o aluno como um agente ativo de sua aprendizagem e concorda-se que este vive em constante movimento ou, ainda, que os instrumentos utilizados podem ser móveis. No entanto, isso não torna coerente o adjetivo “móvel” para a aprendizagem propriamente dita. Além disso, algumas definições de *m-learning* focalizam, demasiadamente, os aspectos tecnológicos, dando pouca ênfase à questão da aprendizagem. Na seção seguinte aborda-se essa questão, discutindo-se a definição de *m-learning*.

4.2 Mobile Learning: reflexões sobre a definição

Segundo Traxler (2009), com o aumento do acesso à informação, em qualquer tempo e lugar, o papel da educação, particularmente da educação formal, vem sendo desafiado. As relações entre educação, sociedade e tecnologia estão cada vez mais dinâmicas. Nesse sentido, *m-learning*, embora ainda um campo imaturo, tanto em termos tecnológicos quanto pedagógicos, pode trazer contribuições, à medida que avançam as pesquisas na área (TRAXLER, 2009). A própria conceituação de *m-learning* é ainda emergente e pouco clara. Há definições que se restringem a aspectos puramente tecnológicos, enfatizando apenas os recursos utilizados. No entanto, o conceito de *m-learning* deve ser entendido em termos mais

amplos, levando em consideração o aluno e o que difere esta forma de aprendizagem das demais (TRAXLER, 2009). Para o referido autor, *m-learning* não é só uma questão de aprendizagem ou de mobilidade, mas sim um conceito totalmente diferente, que é parte de uma nova concepção de mobilidade de uma sociedade conectada.

Sharples et al. (2009) reiteram esta idéia. Segundo estes autores, a era atual é da mobilidade pessoal e tecnológica e, assim, tem-se a oportunidade de conceber a aprendizagem de forma diferente. Trata-se de unir pessoas em mundos reais e virtuais, criar comunidades de aprendizagem entre pessoas em movimento, prover informações sob demanda e apoiar uma vida inteira de aprendizagem. O foco sobre a tecnologia não ajuda a compreensão da natureza de *m-learning*, pois ignora o contexto mais amplo da aprendizagem como parte de um estilo de vida cada vez mais móvel (SHARPLES et al., 2009). Segundo os referidos autores, ao invés de assumir que a aprendizagem ocorre dentro de um local fixo, como uma sala de aula, durante um período limitado de tempo, analisa-se como a aprendizagem flui por entre espaço, tempo e tecnologias.

Embora o conceito de *m-learning* ainda não esteja claro, como afirma Traxler (2009), este vem sendo construído há alguns anos. Segundo Naismith e Corlett (2006), em 1970, Alan Kay propôs o sistema Dynabook, baseado nos princípios piagetianos e nas idéias de Papert. O objetivo era criar um dispositivo portátil que pudesse ser utilizado por cada aluno, de maneira pessoal³³ (NAISMITH; CORLETT, 2006). No entanto, somente em anos mais recentes, com os avanços da tecnologia, tem sido possível desenvolver dispositivos móveis, portáteis, com recursos que possam colaborar para aprendizagem (NAISMITH; CORLETT, 2006).

Assim, com os avanços da tecnologia, o interesse nos dispositivos móveis, em termos educacionais, foi se ampliando. Quinn (2000) defendia que *m-learning* era *e-learning* desenvolvida por meio de aparelhos computacionais móveis, e destacava aspectos como alta interatividade, total conectividade e capacidade de processamento destes aparelhos.

Fagerberg, Rekkedal e Russel (2001) criticavam a expressão “*mobile learning*” entendida literalmente, por considerarem que aprendizagem não comporta o adjetivo móvel. Sariola et al. (2001) alertavam que a referida expressão parecia ter forte apelo comercial e consideravam que entendê-la como aprendizagem possibilitada por tecnologias móveis

³³ Observa-se que esta idéia se faz presente no projeto “One Laptop per Child” – OLPC (no Brasil, “Um Computador por Aluno”- UCA). As negociações para o desenvolvimento desse projeto no Brasil começaram em 2005, ocorrendo o lançamento do projeto piloto em 2007.

também não era suficiente para o contexto educacional. Era preciso compreender essa proposta do ponto de vista de teorias educacionais.

Por sua vez, Laouris e Eteokleous (2005) analisaram diversos parâmetros relacionados à *m-learning*, defendendo que essa área envolve muito mais do que questões tecnológicas. Os referidos parâmetros são listados a seguir:

- tempo: considerado de forma contínua, uma vez que a aprendizagem pode ocorrer a qualquer momento;
- espaço: ganha novos limites físicos, além da sala de aula, além de incorporar espaços virtuais;
- ambiente de aprendizagem: entendido como todo o contexto envolvido na aprendizagem, indo além dos dispositivos móveis e dos ambientes virtuais (ou seja, inclui atuação do professor, metas definidas, planejamento de atividades, entre outros). Este ambiente deve ser móvel, de modo a estar onde o aluno estiver;
- conteúdo: os temas considerados devem ser estruturados de forma a serem acessados e estudados nos dispositivos móveis;
- tecnologia: abrange aspectos tecnológicos e características dos dispositivos móveis, incluindo infraestrutura;
- aspectos mentais: englobam habilidades mentais do aluno, conhecimento prévio, preferências, motivação, atenção momentânea, entre outros;
- aspectos metodológicos: englobam fatores relacionados à forma de apresentação do conteúdo e à interatividade com o mesmo e, além disso, incluem questões pedagógicas e filosóficas, bem como aspectos técnicos e logísticos.

Estes parâmetros não são isolados e influenciam uns aos outros. Por exemplo, o espaço pode estar relacionado a preferências pessoais e ao tempo disponível. Por sua vez, as tecnologias dependem do método de trabalho a ser adotado e, também, podem depender do espaço físico no qual a pessoa se encontra. Resumindo, tem-se uma rede de aspectos interligados e, assim, o foco em tecnologia não é suficiente para caracterizar *m-learning* (LAOURIS; ETEOKLEOUS, 2005).

Para efeitos práticos, no entanto, uma definição sucinta torna-se pertinente. Nesse sentido, pode-se adotar a definição de Sharples et al. (2009), apresentada na introdução deste capítulo, ou a de Wains e Mahmood (2008): *m-learning* é um campo que engloba tecnologias sem fio e computação móvel para permitir que a aprendizagem possa ocorrer em qualquer

tempo e lugar, maximizando a liberdade dos alunos. De forma mais breve, pode-se considerar, ainda, que *m-learning* é aprendizagem por meio de dispositivos móveis, estando conscientes, no entanto, de todos os fatores envolvidos na questão.

4.3 M-learning: panorama geral

Remonta-se, brevemente, nesta seção, um pouco da história das pesquisas em *m-learning*. Busca-se fornecer uma visão geral do desenvolvimento deste campo de pesquisa, sem ter a pretensão, no entanto, de promover uma análise completa de todos os enfoques que o mesmo tem recebido.

No fim do século XX, Bellotti e Bly (1996), assim como Luff e Heath (1998), discutiam a necessidade de maior atenção para a questão da mobilidade em atividades colaborativas. Os referidos autores defendiam que a mobilidade era um fator crítico para os avanços em CSCW³⁴ (*Computer Supported Collaborative Work*). Destaca-se que, embora CSCW não seja direcionado a questões educacionais, as investigações nesta área sempre favoreceram os avanços em CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*).

Em 2000, Quinn ressaltava duas grandes questões com relação a *m-learning*: a necessidade de sistemas de gerenciamento que pudessem armazenar e retornar os resultados aos alunos (o que exigiria uma boa conectividade) e de mecanismos que permitissem acesso aos materiais educacionais, independente das características específicas de seus aparelhos. Além disso, Quinn (2000) ressaltava que os aparelhos móveis ainda não tinham atingido seu potencial, tendo muito a oferecer à medida que fossem se popularizando e melhorando em qualidade e capacidade.

Em 2001, Alford e Ruocco relatavam uma experiência, vivenciada em 2000, com um grupo de cadetes da *United States Military Academy*. Estes cadetes foram desafiados a serem criativos e determinarem como o PDA poderia ajudá-los a aprender Ciência da Computação e a utilizar o tempo mais eficientemente. Além do uso comum do PDA (agenda de compromissos, anotações, *e-mail*, jogos, agenda de endereço, calculadora, contabilidade), os cadetes identificaram os seguintes usos: i) compartilhamento de informações; ii) preparação

³⁴ CSCW visa facilitar a comunicação e a produtividade em trabalhos em grupo, de maneira geral (empresas, organizações, etc.). Já CSCL trata do suporte computacional às atividades de aprendizagem colaborativa, seu foco é, portanto, em educação.

de lições; iii) programação; iv) *design* de projetos. Os autores destacaram, ainda, que foi possível perceber que a tecnologia dos PDA estava melhorando, mas ainda não estava madura (ALFORD; RUOCCO, 2001).

Lundin, Nulden e Persson (2001) defendiam, devido ao crescente deslocamento dos trabalhadores e às possibilidades abertas pelas tecnologias 3G³⁵ (que estavam sendo lançadas na época), a importância de se desenvolver competências para o que chamaram de “MobiLearn”. A proposta dos referidos autores já incluía possibilidades educacionais de envio de vídeos, texto e arquivos de música.

De 2000 ao fim de 2002, foi desenvolvido o projeto “*From e-learning to m-learning*”³⁶, liderado pela *Ericsson Education Ireland* (centro de pesquisas educacionais da empresa Ericsson, localizado na Irlanda) e vinculado ao programa da União Européia, “Leonardo da Vinci”. O projeto teve a participação do *NKI Distance Education* (Noruega), da *Distance Education International* (Irlanda), da *Universita degli Studi di Roma III* (Itália) e da *FernUniversität* (Alemanha). A equipe analisou soluções tecnológicas e necessidades didático/pedagógicas, com o objetivo de desenvolver e testar ambientes de aprendizagem para *m-learning* (FAGERBERG; REKKEDAL; RUSSEL, 2001). Com relação aos cursos a serem preparados para os referidos ambientes, Landers, Graham e Keegan (2002) relataram algumas observações levantadas durante o referido projeto: i) devido ao tamanho da tela, cursos que exigem muito tempo de leitura não são os mais adequados para dispositivos móveis; ii) substituindo partes de texto, podem ser utilizados gráficos simples para comunicar informações; iii) o curso deve ser bem estruturado de forma a torná-lo facilmente navegável; iv) ao planejar um curso, devem ser estudadas formas de compensar as dificuldades decorrentes do tamanho da tela com vantagens adicionais, como interatividade e mobilidade.

Em junho de 2002, a Universidade de *Birmingham* (Inglaterra) realizou a primeira conferência mLearn (*International Conference in Mobile Learning*). Sob o título “*European Workshop on Mobile and Contextual Learning*”, o evento reuniu pesquisadores e profissionais da indústria e educação. Destaca-se que, em 2011, ano de encerramento da presente pesquisa, ocorreu a 10ª edição da conferência mLearn.

³⁵ Terceira geração de padrões e tecnologias de telefonia móvel.

³⁶ <http://learning.ericsson.net/mlearning2/project_one/index.html>.

Em julho de 2002, foi lançado o projeto MOBIlearn³⁷, sob a liderança de países europeus, mas incluindo países de outros continentes, como Estados Unidos e Austrália. O referido projeto visava estudar requisitos para o desenvolvimento de ambientes para dispositivos móveis, tendo em vista atender às necessidades dos estudantes (MOBIlearn, 2002). Da Bormida et al. (2003) afirmaram que os objetivos do projeto estavam sendo alcançados, por meio das seguintes ações: i) definição de paradigmas pedagógicos para suporte à ambientes para dispositivos móveis; ii) construção de um *framework* para desenvolver e implementar serviços interoperáveis; iii) seleção e adaptação, para dispositivos móveis, de materiais utilizados em *e-learning*; iv) realização de novos modelos de negócio, baseado em casos bem sucedidos, visando a auto sustentabilidade e implantação de soluções, para além dos prazos do projeto. O MOBIlearn foi, oficialmente, concluído em 2005 (NAISMITH; CORLETT, 2006).

O projeto *Mobile Learning Engine*³⁸ (MLE) teve início em 2003, com os estudos de doutorado de Matthias Meisenberger³⁹, sob a orientação do Dr. Alexander K. Nischelwitzer (MLE-MOODLE, 2009). Por meio deste projeto foi, posteriormente, desenvolvido o MLE-Moodle, um *plug-in*⁴⁰ que permite estender para o celular as funcionalidades do ambiente virtual de aprendizagem Moodle (MLE-MOODLE, 2009).

Georgiev, Georgieva e Smrikarov (2004) destacaram alguns problemas e possíveis soluções relacionados aos dispositivos móveis utilizados em *m-learning*: i) tamanho da tela/sugestão: uso de tecnologia de projeção para projetar a informação no ar, a partir da tela; ii) tamanho das teclas/sugestão: uso da tecnologia "teclado virtual"; iii) dificuldades com relação ao uso, nos aparelhos móveis, de aplicações desenvolvidas para PC/sugestão: o uso do sistema operacional universal *Motion eXperience Interface* (MXI).

Coordenados pela *Ericsson Education Ireland*, no âmbito do programa Leonardo da Vince, foram desenvolvidos os projetos⁴¹ “*Mobile Learning: the next generation of learning*” (2003-2005) e “*Incorporating Mobile Learning into Mainstream Education*” (2005-2007). O primeiro destes teve por objetivo produzir material didático para *smartphones*, em XHTML⁴².

³⁷ <<http://www.mobilelearn.org/>>.

³⁸ <<http://www.elibera.com/eLibera/>>.

³⁹ FH Joanneum - Universidade de Ciências Aplicadas, Graz, Áustria.

⁴⁰ Em informática, um *plug-in* (ou *plugin*) é um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores.

⁴¹ Respectivamente, <<http://learning.ericsson.net/mlearning2/index.shtml>> e <http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/programs/incorporating_mobile_learning_into_mainstream_education>.

⁴² eXtensible Hypertext Markup Language. Trata-se de uma reformulação da linguagem de marcação HTML, baseada em XML.

Também neste projeto foi utilizado, no desenvolvimento de cursos, o FlashLite⁴³ (KEEGAN, 2007). O segundo destes projetos teve por foco a entrada dos dispositivos móveis no ensino regular e em cursos de treinamentos (KEEGAN, 2007).

No Brasil, em 2006, foi apresentado o modelo LOCAL - *Location and Context Aware Learning*, que usa informações de localização e de contexto como auxílio ao processo de ensino e de aprendizagem (BARBOSA et al., 2006). Este modelo foi desenvolvido no âmbito do projeto “LOCAL: Um modelo para Suporte à Aprendizagem Consciente de Contexto”⁴⁴ desenvolvido em parceria entre a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), o Centro Universitário La Salle, o Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a empresa QualityIT.

Em 2007, foi fundada a IAmLearn⁴⁵ (*International Association for Mobile Learning*), uma associação internacional para *m-learning*. O lançamento dessa associação ocorreu durante a conferência mLearn de 2007 (SHARPLES, 2007) e, até o encerramento da presente pesquisa (2011), congregava uma comunidade de pesquisadores sobre o tema.

Também em 2007, foram divulgados dados de uma pesquisa exploratória, realizada no Brasil, no âmbito do projeto “Aprendizagem com Mobilidade no Contexto Organizacional”⁴⁶ (SACCOL et al., 2007). Este projeto foi promovido em parceria entre a UNISINOS e a Universidade de São Paulo (USP) e desenvolvido de 2007 a 2009. A referida pesquisa constatou que raros eram os casos de aplicação do *m-learning* no contexto organizacional. Mesmo no meio acadêmico, a maior parte dos projetos e aplicações apresentava modelos, *frameworks* ou protótipos de *software* ainda não testados na prática. Dos casos em que soluções para *m-learning* foram testadas em contextos reais, verificou-se o uso de poucas funcionalidades e recursos, e nenhuma prática, efetivamente, incorporada aos processos de ensino-aprendizagem. Quanto a *softwares*, especificamente voltados para *m-learning*, foi observado que, em geral, ocorria o desenvolvimento de soluções específicas para cada projeto ou a combinação de *softwares* habilitados para uso em dispositivos móveis (SACCOL et al., 2007).

⁴³ Versão do programa Flash, desenvolvida para dispositivos móveis.

⁴⁴ <<http://unisinis.br/laboratorios/mobilab/>>.

⁴⁵ <<http://www.iamlearn.org/>>.

⁴⁶ <<http://unisinis.br/laboratorios/mobilab/>>.

Em 2008, foram publicados os resultados do primeiro estudo internacional sobre o estado de desenvolvimento mundial em *m-learning*, promovido no âmbito do projeto Socrates-Minerva “*The Role of Mobile Learning in European Education*”⁴⁷ (DIAS et al., 2008a). No referido estudo, os países pesquisados foram Austrália, Canadá, China, Índia, Japão, Coreia do Sul, África do Sul, Taiwan e Estados Unidos, por apresentarem desenvolvimento expressivo nessa área (DIAS et al., 2008a). O Japão, Taiwan e África do Sul foram apontados como líderes mundiais em *m-learning* e a Coreia do Sul e a China como países com grande potencial para se tornarem, igualmente, líderes (DIAS et al., 2008b).

Ainda no âmbito do projeto Socrates-Minerva “*The Role of Mobile Learning in European Education*”, foram divulgados os resultados de um estudo sobre experiências e práticas de *m-learning* nos 28 países europeus - os 27 estados membros da Comunidade Européia e a Noruega (CARVALHO et al., 2008). Dias et al. (2008b) apresentam uma classificação destes países, em níveis: i) Nível 1 - o Reino Unido, como líder europeu de *m-learning*; ii) Nível 2 - países onde existe atividade de *m-learning* essencialmente baseada na participação em projetos financiados pela Comissão Européia (Áustria, Irlanda, Alemanha, Itália, Holanda, Noruega, Portugal, entre outros); Nível 3 - países que estão iniciando na área do *m-learning* (Estônia, França, Grécia, Lituânia, Letônia, Malta e Polônia); iv) Nível 4 - países em que não existe ou é mínima a atividade em *m-learning* (Bélgica, Luxemburgo e Romênia).

Em outubro de 2008, a Nokia e a Nokia Siemens Networks iniciaram um projeto⁴⁸ de *m-learning* para Matemática, na África do Sul, relacionado à aprendizagem formal. O projeto contou com a colaboração do governo do referido país e foi implementado no período de fevereiro a maio de 2009. Os resultados iniciais deste projeto são mencionados no Capítulo 5, seção 5.1, que apresenta o estado da arte das pesquisas em *m-learning* direcionadas à Matemática.

Em 2009, foram divulgados os resultados de uma pesquisa promovida pelo projeto “Gerações Interativas na Ibero-América”, da Fundação Telefônica, na qual foram entrevistados 25.467 estudantes da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México, Peru e Venezuela. O relatório da pesquisa (SALA; CHALEZQUER, 2009) apresenta uma seção específica sobre celular (p.107-136), na qual são abordados diversos aspectos sobre o uso deste dispositivo pelos adolescentes. No entanto, não há menção de experiências em

⁴⁷ <http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/programs/the_role_of_mobile_learning_in_european_education/>

⁴⁸ <<http://www.nokia.com/corporate-responsibility/mobility-in-society/education>>.

m-learning, o que pode indicar que atividades nessa área, nos países considerados, ainda não são significativas.

No começo de 2010, no Brasil, a empresa VIVO, em parceria com a empresa Ericsson, deu início a um projeto de inclusão digital, envolvendo celulares. A ONG Saúde & Alegria e diversos outros parceiros se juntaram ao projeto (FRANCO, 2010). O objetivo é conectar pessoas da população ribeirinha da Amazônia a uma rede tecnológica de terceira geração (3G), combinando o uso do celular e de Internet para aprender e dispor de serviços públicos. O projeto inclui doação de celulares (com certo crédito mensal), disponibilização de sistema de navegação *Web* e de aplicativos educativos, e apoio ao desenvolvimento de metodologias de aprendizagem em rede (FRANCO, 2010). Ao final de 2010, no âmbito do referido projeto, já haviam sido instaladas duas antenas da Vivo, o que permitia o uso dos celulares comunitários com conexão 3G, nas regiões alcançadas pelas mesmas (PENA, 2010).

Outros projetos, atualmente em desenvolvimento, podem ser encontrados no *site* da IAmLearn, cujo endereço foi apresentado anteriormente.

Encerrando essa seção, cabe uma reflexão sobre o fato de diversos projetos de *m-learning* serem financiados por empresas de telecomunicação. Tais projetos são, sem dúvida, importantes, porém, como alertam Kress e Pachler (2007), não se deve esquecer que o mercado tem regras próprias, que são fortes e permeiam os diversos contextos sociais. Nesse sentido, é preciso atenção, pois os fatores de mercado vão se tornando tão naturais que acabam sendo adotados como modelo de decisão social e, assim, tornam-se forças dominantes também na educação (KRESS; PACHLER, 2007). Certamente, essa situação não é específica dos dispositivos móveis, mas é bastante significativa em relação a estes. De maneira geral, então, entende-se que o uso pedagógico de tecnologias digitais requer posturas críticas dos educadores e alunos, de forma que a finalidade principal seja a aprendizagem e não a utilização em si destas tecnologias.

Complementando a abordagem proposta neste capítulo, são apresentadas, na seção seguinte, duas taxonomias para *m-learning*, identificadas na literatura. Com as mesmas visa-se facilitar o entendimento de como os dispositivos móveis podem ser utilizados em educação.

4.4 Taxonomias para M-learning

Segundo Deegan e Rothwell (2010), identificar e classificar formas de utilização de *m-learning* contribui para a compreensão de questões específicas, desafios e benefícios do uso educacional de dispositivos móveis. Nesta seção, são descritas duas taxonomias para *m-learning* (PATTEN et al., 2006; DEEGAN e ROTHWELL, 2010).

Patten et al. (2006) apresentam um *framework* para categorização de aplicativos para *m-learning*. Estes autores analisam a função dos aplicativos, mas, além disso, levam em consideração as abordagens pedagógicas subjacentes. O *framework* proposto considera sete categorias (administrativos, referenciais, interativos, micromundos, coleta de dados, sensíveis à localização e colaborativos) e identifica a teoria educacional mais claramente associada a cada uma delas. Há uma progressão entre as categorias identificadas, de modo que, em geral, uma categoria incorpora algumas das funcionalidades da anterior. As categorias iniciais reproduzem aplicativos disponíveis nos computadores, enquanto as posteriores contemplam atributos específicos de dispositivos móveis:

- **Administrativos:** aplicativos que focam em armazenamento e recuperação da informação, como agendas, calendários, lista de atividades, entre outros. Em geral, não são direcionados à construção do conhecimento e se apóiam muito pouco em teorias pedagógicas. Limitam-se, normalmente, a replicar, embora de forma útil, os aplicativos já disponíveis em plataformas tradicionais;
- **Referenciais:** incluem ferramentas estilo *office*, dicionários, tradutores, programas para leitura de *e-books*, entre outros. Fazem uso da mobilidade dos dispositivos móveis, permitindo acessar informações em qualquer tempo e lugar. Apesar de amplamente disponíveis, estes aplicativos não são pedagogicamente projetados e, como na categoria anterior, tendem a replicar aplicativos tradicionais. Em geral, são utilizados segundo uma abordagem instrucionista⁴⁹ de aprendizagem;
- **Interativos:** de maneira geral, quando comparados com os aplicativos das categorias anteriores, os interativos tendem a ser um pouco mais criativos. Estes fazem uso das opções de entrada e saída dos dispositivos e incluem desde aplicativos do tipo teste de múltipla

⁴⁹ No Instrucionismo, o aluno assume uma atitude passiva, apenas recebendo informações hierarquizadas e compartimentalizadas. Muitas vezes, mídias atuais são utilizadas segundo essa abordagem (DEMO, 2006).

escolha, com *feedback* imediato (abordagem behaviorista⁵⁰), até recursos menos diretivos. Assim, dado que estes recursos permitem uma interatividade com diferentes níveis de participação do aluno, é possível contemplar diferentes teorias de aprendizagem, desde as mais diretivas até as mais interacionistas, dependendo do *design* instrucional dos aplicativos;

- **Micromundos:** são aplicativos que permitem que os alunos construam conhecimentos por meio da experimentação de modelos de domínio do mundo real. Participando dessa experimentação, os alunos são capazes de se envolver com o conteúdo, de forma inovadora. Aplicativos desta categoria são pedagogicamente mais consistentes do que os anteriores, embasados na teoria de aprendizagem construcionista⁵¹ de Papert. Observa-se que sistemas desse tipo ainda não são comuns para dispositivos móveis, provavelmente devido a limitações computacionais;
- **Coleta de dados:** estes aplicativos fazem uso da capacidade de dispositivos móveis para registro de dados e informações sobre o ambiente. Assim, constituem uma tentativa genuína de usar a tecnologia para criar experiências de aprendizagem que seriam inviáveis, ou pelo menos problemáticas, sem os dispositivos móveis. Geralmente, a tecnologia tem um papel pequeno e bem definido de coleta de dados, dentro de um projeto mais amplo de educação. Nesta categoria, três subcategorias, não excludentes, podem ser identificadas: i) **aplicativos científicos:** buscam incentivar o aluno a aprender mais sobre o ambiente, por meio do registro de informações relevantes sobre o mesmo. Aplicativos desse tipo seguem, em geral, um enfoque contextual; ii) **aplicativos reflexivos:** muito comum na educação médica, estes aplicativos incentivam o registro de observações do contexto de trabalho. Posteriormente, estas observações podem ser usadas para reflexões sobre o que foi feito. Assim, estes aplicativos incentivam a prática pedagógica social reflexiva; iii) **aplicativos multimídia:** permitem capturar imagens, sons e vídeos para finalidades diversas. Aplicativos desse tipo, em geral, estão relacionados a uma abordagem construtivista;
- **Sensíveis à localização:** aplicativos desta categoria fazem uso de atributos específicos dos dispositivos móveis, permitindo ao aluno interagir com o meio ambiente. Estes utilizam sensores ou sistemas de localização e apresentam informações referenciais adequadas, indo,

⁵⁰ Segundo esta abordagem, para facilitar a aprendizagem é preciso criar estímulos e oferecer reforços adequados. No contexto das tecnologias digitais, o recurso utilizado apresenta uma questão ou um problema (estímulo) que deverá ser solucionado pelo aluno (resposta) (NAISMITH et al., 2004).

⁵¹ O Construcionismo é uma derivação do Construtivismo, estabelecida por Papert, na qual os alunos constroem ativamente seu conhecimento e sua aprendizagem por meio da construção de modelos interativos (NAISMITH et al., 2004).

portanto, além da proposta da categoria anterior (Coleta de dados). Aplicativos deste tipo são úteis em atividades que envolvem visitas e experiências com realidade aumentada e, em geral, seguem uma abordagem contextual;

- **Colaborativos:** fazendo uso da mobilidade, ferramentas de comunicação e capacidades computacionais (como recursos de entrada e saída, rede *wireless*, entre outros), estes aplicativos incentivam a troca de conhecimentos, independente das localizações geográficas dos alunos. Atividades que envolvem, por exemplo, aplicativos do tipo “sensíveis à localização”, muitas vezes são colaborativas. Esta categoria final, segundo os autores, é a que melhor faz uso das características da tecnologia móvel para apoio significativo de cenários de aprendizagem. Em geral, estão relacionadas a abordagens contextuais, colaborativas e construcionistas.

Patten et al. (2006) destacam as categorias “Coleta de dados”, “Sensíveis a localização” e “Colaborativos” como, particularmente, adequadas à aprendizagem com dispositivos móveis, baseadas em teorias de aprendizagem construcionistas, contextuais e colaborativas. Estas três categorias incluem aplicativos que buscam fazer uso das novas oportunidades abertas com a tecnologia móvel.

Deegan e Rothwell (2010) estabelecem cinco categorias para o uso dos dispositivos móveis, de acordo com a função que desempenham na aprendizagem:

- **Gerenciamento da aprendizagem:** os dispositivos móveis podem ser utilizados para fazer matrícula em um curso, verificar notas e frequências, enviar trabalhos, entre outros. Isso pode ocorrer até mesmo por meio de ambientes de aprendizagem;
- **Suporte:** dispositivos móveis podem dar suporte à aprendizagem presencial ou a distância. Existem duas vertentes para esta categoria: comunicação direta entre as pessoas envolvidas (chamada de voz, SMS, comunicação via redes sociais ou mensagens instantâneas) e levantamento de dados (votações, opiniões ou posicionamentos sobre o entendimento do conteúdo apresentado);
- **Baseada no conteúdo:** os conteúdos a serem disponibilizados nos dispositivos móveis devem ser diferentes dos que são apresentados nos computadores. Acessando um computador, em geral, o aluno está sentado em um local razoavelmente silencioso, no qual pode passar uma ou duas horas. Já com os dispositivos móveis é comum uma menor disponibilidade de tempo, em locais onde as condições do ambiente costumam contribuir para distrações. Além disso, ao disponibilizar um conteúdo, devem ser consideradas

questões relacionadas ao tamanho da tela, resolução, capacidade de armazenamento, entre outras;

- **Baseada no contexto:** o uso de dispositivos móveis tendo em vista a aprendizagem baseada em contexto é o mais autêntico uso de *m-learning*, segundo os autores. Sensores incorporados no dispositivo móvel podem ajudar a interpretar o ambiente. Os resultados da aprendizagem e os materiais podem mudar com base no contexto ambiental. A realidade aumentada é considerada um uso baseado em contexto. Esta é uma combinação entre o mundo real e dados gerados por computador (realidade virtual), na qual objetos gráficos de computador são incorporados a imagens reais, em tempo real;
- **Colaborativa:** os dispositivos móveis podem apoiar situações de aprendizagens colaborativas, nas quais o aluno tem um papel ativo no processo, construindo seu conhecimento por meio da interação com o grupo. Os dispositivos móveis podem ser utilizados em grupo, por exemplo, para coletar dados em situações de contextos reais. Os dados recolhidos podem ser interpretados e realimentados pelo grupo, permitindo ver, imediatamente, os resultados do trabalho colaborativo.

As duas taxonomias apresentadas são importantes contribuições para *m-learning*. Aqui, as mesmas tiveram o papel de colaborar para uma visão mais ampla das diversas formas de uso pedagógico de dispositivos móveis. No entanto, para promover, de fato, uma classificação de aplicativos, entende-se que a taxonomia de Patten et al. (2006), por considerar dois aspectos (função dos recursos e abordagem pedagógica), pode possibilitar uma melhor identificação entre os aplicativos e as categorias.

Dando continuidade à revisão bibliográfica sobre *m-learning*, focaliza-se, no próximo capítulo, o campo mais específico desta tese. Nesse sentido, levanta-se o estado da arte da pesquisa envolvendo *m-learning* e Matemática e descrevem-se recursos pedagógicos para tal fim.

5 M-LEARNING NA MATEMÁTICA

Neste capítulo, são descritos estudos em *m-learning* associados à aprendizagem de Matemática. Trata-se, no entanto, de uma área recente de pesquisa, de forma que apenas uma ação de maior porte foi identificada⁵². As demais pesquisas descritas são estudos de caso de aplicação de alguma tecnologia móvel em turmas de Matemática, de determinada instituição educacional.

Além das referidas pesquisas, são apresentados recursos pedagógicos⁵³ que podem colaborar para atividades de *m-learning* em Matemática. Estes recursos são fundamentais para o efetivo uso dos dispositivos móveis, porém, é importante analisar se os mesmos levam em consideração, ou não, características diferenciais da área de *m-learning*. Atividades nessa área, em geral, apresentam características como interatividade, mobilidade, trabalho em equipe, aprendizagens em contextos reais, entre outras. Porém, nem todos os recursos para dispositivos móveis consideram estas características. Como defendido por Patten et al. (2006), alguns destes são particularmente adequados à aprendizagem com dispositivos móveis. São aqueles que não buscam reproduzir, ou mesmo ampliar, os atuais cenários de aprendizagem, mas sim criar novas oportunidades que não seriam possíveis sem a tecnologia móvel. Nesse sentido, os recursos pedagógicos apresentados são, também, analisados.

5.1 M-learning na Aprendizagem Matemática: estado da arte

Nesta seção são apresentados cinco estudos envolvendo *m-learning* e Matemática. Dois destes, Calle e Vargas (2008) e Eduinnova (2009), são direcionados ao Ensino Superior, nível de ensino focalizado nesta tese. A seleção dos demais foi decorrente dos recursos tecnológicos utilizados nos mesmos, que mostram diferentes possibilidades de uso de dispositivos móveis na Matemática.

⁵² A pesquisa relatada em Nokia (2008).

⁵³ Objetos e instrumentos que podem contribuir para a obtenção dos objetivos educacionais pretendidos. No contexto deste trabalho, tais objetos e instrumentos são digitais.

Franklin e Peng (2008) descrevem uma experiência que consideraram válida para a aprendizagem de Matemática e para a prática de trabalho em equipe. A referida experiência foi um estudo de caso no qual o iPod Touch[®] foi utilizado em duas turmas de uma escola dos EUA (*8th Grade - Middle School*). Os alunos preparavam vídeos (utilizando computadores) sobre tópicos matemáticos e apresentavam os mesmos para os colegas em sala de aula, utilizando o iPod Touch[®]. Além disso, os vídeos poderiam ser vistos pelos alunos fora do contexto escolar. Segundo os autores, os alunos demonstraram muita habilidade para apresentar conceitos complexos por meio visual (nos vídeos) e, depois, discuti-los com os colegas. A preocupação dos professores, no início do estudo, relacionada a possíveis dificuldades na utilização das tecnologias e no desenvolvimento dos vídeos, mostrou-se infundada, pois com algumas orientações os alunos trabalharam sem demonstrar problemas. O trabalho realizado foi diferente para todos, tanto professores quanto alunos. Foi preciso adaptar o mundo dos números ao modelo visual de representação, o que, segundo os autores, é um conceito novo (abordagem visual) também para a maioria dos professores de Matemática.

No relato de Franklin e Peng (2008), destaca-se a idéia em si da produção de vídeos pelos alunos. Atualmente, com os avanços tecnológicos, a facilidade de gravação, edição e envio de vídeos, com recursos dos próprios dispositivos móveis, favorece essa idéia, que pode ser bastante útil no estudo de temas matemáticos.

Outro estudo de caso é relatado por Calle e Vargas (2008). Estes autores descrevem uma experiência envolvendo o uso de Pocket PC[®] na disciplina “Cálculo de Várias Variáveis” da Engenharia, na Universidade EAFIT (Colômbia). O estudo contou com a participação de 30 alunos de várias Engenharias (3º e 4º período) e visou verificar a qualidade da aprendizagem utilizando tecnologias móveis, a partir de uma proposta didática. Foram utilizados o *software* 3D Universal e outros recursos do Pocket PC[®] e, ainda, *applets* Java⁵⁴ (em computadores). A proposta didática implementada considerou (CALLE; VARGAS, 2008):

- o aluno: dotado de autonomia, com acesso a informações e ao intercâmbio de mensagens, entre outras possibilidades abertas com dispositivo móvel;
- o conjunto de conhecimentos: relacionados ao tema da disciplina e influenciados pela metodologia de trabalho e pela relação estabelecida entre docentes e estudantes;

⁵⁴ *Applets* (*Applets* Java) são programas desenvolvidos em linguagem de programação Java[®], que podem ser incluídos em códigos HTML (DEITEL H.; DEITEL. P., 2003).

- o docente: disposto a propor novas metodologias didáticas, permitindo que a aprendizagem se estenda além da sala de aula, pelos recursos dos dispositivos móveis;
- a tecnologia: que abre possibilidades para novas visões do conteúdo matemático, das relações didáticas e dos papéis dos diversos atores envolvidos;
- cognição e metacognição: os processos cognitivos são apoiados pelos recursos tecnológicos, vistos como ferramentas mediadoras. Na construção do pensamento matemático destacam-se atividades como comunicação colaborativa, resolução de problemas focados no mundo real e reorganização de conhecimentos, ações e estratégias, que se desenvolvem a partir da metodologia adotada. O processo de metacognição permite ao aluno gerenciar o aprendizado acumulado ao longo de anos, mediante reflexão do processo em si, identificação de fatores positivos, concentração em torno da tarefa, identificação do problema, entre outros aspectos.

De maneira geral, os alunos consideraram a experiência muito importante, afirmando que a mesma favoreceu o reconhecimento e construção dos conceitos matemáticos. Isso se confirmou pelos resultados quantitativos que os alunos obtiveram na disciplina. A análise dos dados permitiu verificar: i) desempenhos mais favoráveis em atividades individuais e coletivas; ii) desenvolvimento de habilidades cognitivas, metacognitivas e processos de interação social; iii) compreensão do uso de tecnologias em benefício da aprendizagem de Matemática, de forma individual e coletiva; iv) modificação, por parte dos alunos, de procedimentos destinados à aprendizagem; v) interesse pela metodologia adotada, que permitiu discussões coletivas e reflexões individuais dos conceitos matemáticos necessários à solução dos problemas propostos (CALLE; VARGAS, 2008).

Na experiência relatada por Calle e Vargas (2008), destaca-se a preocupação em estabelecer (e descrever) uma proposta didática estruturada para a mesma. Muitas vezes, observa-se uma preocupação maior com os resultados obtidos, ficando o processo menos caracterizado. Ressalta-se, no entanto, que embora diversos aspectos da proposta didática tenham sido enfocados pelos autores, a forma de utilização dos recursos tecnológicos adotados ficou pouco evidenciada.

Também em 2008, ocorreu um projeto piloto no qual a Universidade Tecnológica do Chile, Inacap, participou do projeto *“Tecnología Portátil en la Sala de Clases con Pocket*

PC⁵⁵” desenvolvido pela Pontificia Universidade Católica do Chile (EDUINNOVA, 2009). O projeto piloto ocorreu na Inacap, no período de 01 de agosto a 06 de novembro de 2008, no âmbito da disciplina Matemática II. Contando com a participação de quatro professores de Matemática e 51 alunos, o referido projeto teve por objetivo avaliar o efeito da integração de atividades colaborativas, mediadas por tecnologia móvel, nos resultados de aprendizagem dos alunos. Além disso, buscou-se avaliar a satisfação dos docentes e dos alunos durante a aplicação da metodologia (EDUINNOVA, 2009).

Na avaliação das atividades do projeto, tanto alunos quanto professores compararam a experiência realizada com as experiências tradicionais. Para aproximadamente 41% dos alunos e 50% dos professores a metodologia adotada melhorou a concentração, em relação à metodologia tradicional. Quanto à participação, aproximadamente 62% dos alunos e 50% dos professores, avaliaram positivamente a proposta analisada. No entanto, com relação à aprendizagem em si, somente cerca de 25% dos alunos consideraram a proposta melhor e todos os professores consideraram como sendo igual à obtida com a metodologia tradicional. O aproveitamento de tempo foi considerado melhor por aproximadamente 39% dos alunos e 74% dos professores. A troca de conhecimentos e interesse no bom desempenho do grupo foi avaliada positivamente por 80% dos alunos e 100% dos professores. Quanto ao apoio mútuo, cerca de 80% dos alunos e 50% dos professores consideraram melhor do que na metodologia tradicional (EDUINNOVA, 2009).

Com relação à preferência no uso do Pocket PC[®], só os alunos foram ouvidos. Para 69%, o uso do Pocket PC[®] foi válido, os demais 31% preferiram aulas tradicionais (EDUINNOVA, 2009).

De maneira geral, seus responsáveis fizeram uma avaliação positiva do projeto, considerando que a proposta trouxe contribuições em vários aspectos. No decorrer do curso os professores obtiveram melhor desenvoltura no uso dos recursos tecnológicos, integrando-o, de forma satisfatória, ao planejamento da disciplina Matemática II (EDUINNOVA, 2009).

No projeto piloto descrito, destaca-se a parceria entre as universidades e o acompanhamento e análise do trabalho desenvolvido. Diversas variáveis foram analisadas, permitindo uma análise profunda da experiência realizada. No entanto, novamente, a forma de utilização das tecnologias foi pouco destacada.

⁵⁵ O referido projeto (<http://portal.eduinnova.com/Soluciones/EduinnovaenlaClase/tabid/58/language/es-ES/Default.aspx>) faz parte de um projeto mais amplo da PUC Chile, o Eduinnova (<http://www.eduinnova.com/>).

No período de fevereiro a maio de 2009, como mencionado na seção 4.3, a Nokia e a Nokia Siemens Networks implementaram um projeto de *m-learning* para Matemática, na África do Sul (NOKIA, 2008). Relacionado à aprendizagem formal, o mesmo teve por foco uma aprendizagem ativa. Os materiais educacionais eram enviados para os celulares dos alunos por meio de um canal colaborativo de entrega (o MXit, um serviço de mensagens instantâneas, via Internet, sem usar a tecnologia padrão de SMS). O conteúdo incluía exercícios, passo-a-passo de resoluções, sugestões e dicas áudio-visuais para ajudar nas resoluções. Os alunos podiam encaminhar resultados de trabalhos, bem como receber *feedback* e lembretes dos professores, via SMS. Eventuais problemas podiam ser discutidos com os professores, em tempo real, usando Dr Maths, um aplicativo *online* para tutoria. Os primeiros resultados mostraram que, na visão dos alunos, as tecnologias adotadas ajudaram nas aulas de Matemática. A utilização dos recursos também colaborou para que os professores conhecessem, de forma mais ampla, as competências dos alunos, assim como possibilitou que os próprios alunos compreendessem melhor suas capacidades (NOKIA, 2008).

Com relação ao projeto promovido pela Nokia (2008), ressalta-se o fato de ser um projeto de grande porte, que requereu a implementação de estrutura tecnológica adequada. Além disso, destaca-se a descrição de como as tecnologias foram utilizadas. No entanto, trata-se de um projeto apoiado por uma empresa de telecomunicação, o que, como mencionado anteriormente, requer cuidados em termos de análise, pois fatores de mercado podem estar em jogo. Como alertam Kress e Pachler (2007), é preciso estar atento para que as estruturas e experiências de mercado não se tornem fatores condutores dos processos educativos.

Baya'a e Daher (2009) relatam uma experiência ocorrida em uma atividade extraclasse, com estudantes de uma escola de Israel (*8th grade - Middle School*). Os alunos utilizaram aplicativos gráficos para celulares, específicos para Matemática (trabalhando com funções lineares), e também recursos dos próprios celulares, como fotografias, vídeos, entre outros. Segundo os autores, os alunos ficaram positivamente impressionados com as potencialidades e capacidades dos recursos utilizados, o que sinalizaria que estes podem contribuir para a aprendizagem matemática. Dentre as vantagens apresentadas pelos alunos, destacam-se: i) autonomia na exploração dos temas matemáticos; ii) aprendizagem por meio de colaboração e trabalho em grupo; iii) aprendizagem em contexto real; iv) visualização e investigação dinâmica de fatos matemáticos; v) aprendizagem de Matemática com facilidade e eficiência (BAYA'A; DAHER, 2009). Os aplicativos gráficos para celulares, utilizados

nesse estudo de caso, são do projeto Math4Mobile. O referido projeto é apresentado na seção seguinte, na qual são descritos recursos específicos para Matemática em dispositivos móveis.

No caso relatado por Baya'a e Daher (2009), ressalta-se o uso dos aplicativos do projeto Math4Mobile, além de diversos recursos dos próprios celulares. Observa-se uma boa utilização do dispositivo móvel adotado.

Destaca-se que não foi identificado, no levantamento promovido, um modelo como o M-learnMat, relacionando *m-learning*, Matemática do Ensino Superior e Teoria da Atividade, tendo em vista a organização, o desenvolvimento e a análise de atividades pedagógicas.

Na seção seguinte, são apresentados recursos pedagógicos que podem colaborar para atividades de *m-learning* em Matemática. Com isso, visa-se fornecer uma visão geral dos recursos identificados, assim como promover um levantamento de ferramentas que possam contribuir para esta pesquisa.

5.2 Recursos Pedagógicos para Dispositivos Móveis: foco na Matemática

Os recursos dessa seção ou são específicos para Matemática (como os aplicativos) ou podem ser utilizados para essa finalidade (como os *quizzes*, *mobile tags* e vídeos). Os mesmos são formas práticas de promover o uso educacional de dispositivos móveis. Porém, cabe, ainda, uma análise destes, em termos das características que são diferenciais de *m-learning*. Nesse sentido, ao final de cada tipo de recurso, é promovida uma breve análise do mesmo.

5.2.1 Aplicativos

Tendo em vista o foco da presente tese, os aplicativos descritos nesta subseção são direcionados a conteúdos matemáticos do Ensino Superior ou a tópicos do Ensino Médio, que são pré-requisitos para esses conteúdos. A partir desses critérios, os aplicativos foram selecionados levando-se em consideração os recursos que os mesmos disponibilizavam para o estudo do tema abordado.

5.2.1.1 Aplicativos para Celular (em Java ME⁵⁶)

O Math4Mobile é um projeto do *Institute for Alternatives in Education*, vinculado à Universidade de Haifa, Israel. O mesmo é desenvolvido pelos professores Michal Yerushalmy e Arik Weizman e visa aproveitar as oportunidades oferecidas pelas tecnologias móveis, particularmente celulares, em benefício da aprendizagem matemática (MATH4MOBILE, 2005). No *site* do projeto⁵⁷, estão disponíveis, para *download*, cinco aplicativos gratuitos, destinados ao estudo investigativo de diversos conceitos matemáticos, por meio do celular. Apresentam-se, aqui, quatro⁵⁸ desses aplicativos:

- **Graph2Go** (Figura 4) – opera como uma calculadora gráfica, para um dado conjunto de funções, permitindo estabelecer conexões entre representações gráficas e algébricas, por meio de transformações dinâmicas. Por exemplo, a Figura 4a mostra o gráfico de uma parábola que representa uma dada função quadrática. Alterando os coeficientes desta função, obtém-se a parábola mostrada na Figura 4b;

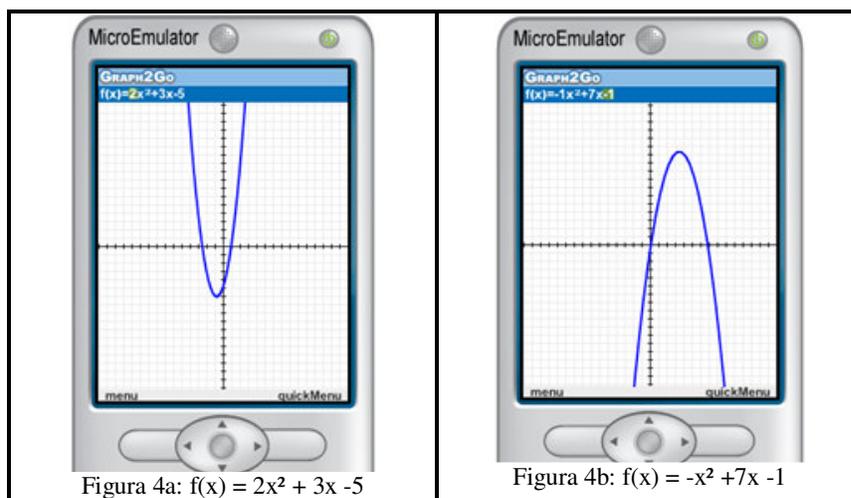


Figura 4a: $f(x) = 2x^2 + 3x - 5$

Figura 4b: $f(x) = -x^2 + 7x - 1$

Figura 4: Aplicativo Graph2Go - Projeto Math4Mobile

Fonte: Microemulador disponível em <<http://www.math4mobile.com/demo/graph2go>>.

- **Solve2Go** (Figura 5a) - permite promover comparações entre os gráficos de duas funções, selecionadas a partir de uma listagem que apresenta diversas “famílias” de funções. Pontos de interseção entre os gráficos podem ser identificados pelo aplicativo, o que possibilita determinar a solução de várias equações e inequações;

⁵⁶ Java Platform, Micro Edition. Plataforma Java para dispositivos móveis.

⁵⁷ <<http://www.math4mobile.com/>>.

⁵⁸ O Quad2Go não é aqui apresentado, pois o mesmo permite trabalhar apenas com quadriláteros. Entende-se, portanto, que o referido aplicativo é mais direcionado ao Ensino Fundamental.

- **Sketch2Go** (Figura 5b) - é uma ferramenta gráfica qualitativa. Os gráficos são traçados utilizando ícones que indicam funções constantes, crescentes e decrescentes, que variam segundo taxas (derivadas) constantes, crescentes ou decrescentes;

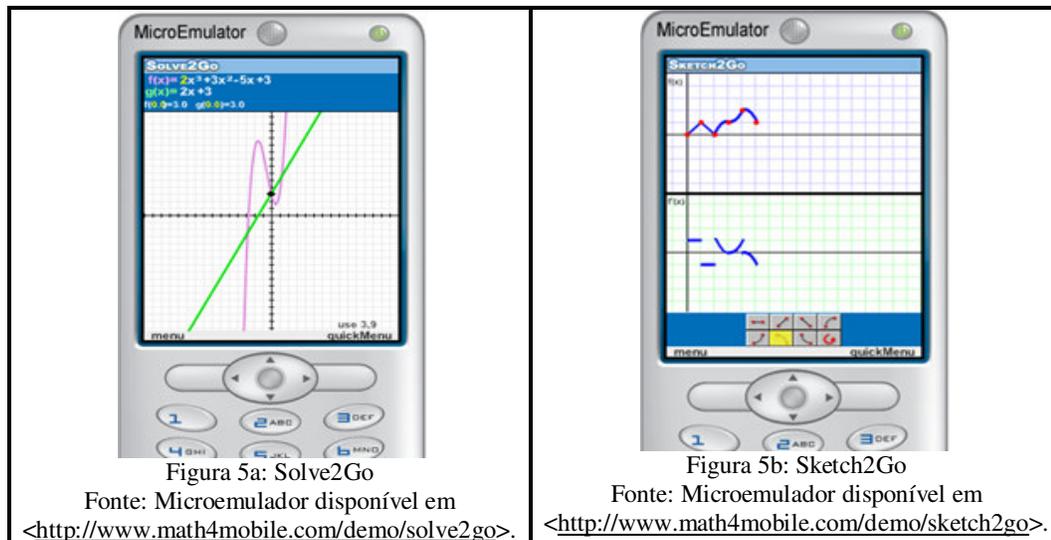


Figura 5a: Solve2Go

Fonte: Microemulador disponível em <http://www.math4mobile.com/demo/solve2go>.

Figura 5b: Sketch2Go

Fonte: Microemulador disponível em <http://www.math4mobile.com/demo/sketch2go>.

Figura 5: Aplicativos Solve2Go e Sketch2Go - Projeto Math4Mobile

- **Fit2Go** - possibilita a exploração e a modelagem de atividades, recebendo dados e propondo um modelo (em termos de função linear ou quadrática) que possa melhor descrevê-los. Juntos, Sketch2Go e Fit2Go podem fornecer uma visão ampla de modelos e modelagem.

Além dos aplicativos para celular do projeto Math4Mobile, diversos outros foram identificados⁵⁹. A seguir são apresentados alguns destes recursos (todos para celular com plataforma Java ME).

- **Graphing Calculator** (Figura 6a): calculadora científica gráfica, gratuita, que permite traçar o gráfico de até três equações, simultaneamente (em 2D). Possibilita também traçar o gráfico de funções definidas por duas sentenças. Desenvolvida por Anthony Rich, encontra-se disponível em <http://www.getjar.com/mobile/36442/graphing-Calculator/>;

⁵⁹ A relação de todos os aplicativos para celular (gratuitos) identificados nesta pesquisa pode ser encontrada em <http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/>, site do projeto de pesquisa Aprendizagem com Dispositivos Móveis. O referido projeto é vinculado ao IF Fluminense e coordenado pela a autora desta tese. O mesmo teve início em agosto de 2010.

- **Complex Numbers Calculator** (Figura 6b): calculadora gratuita, que opera com números complexos (adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada e módulo). Desenvolvida pelo projeto SolveMyMath. Disponível em <http://www.solveformath.com/mobile/complex_numbers_calculator.php>;

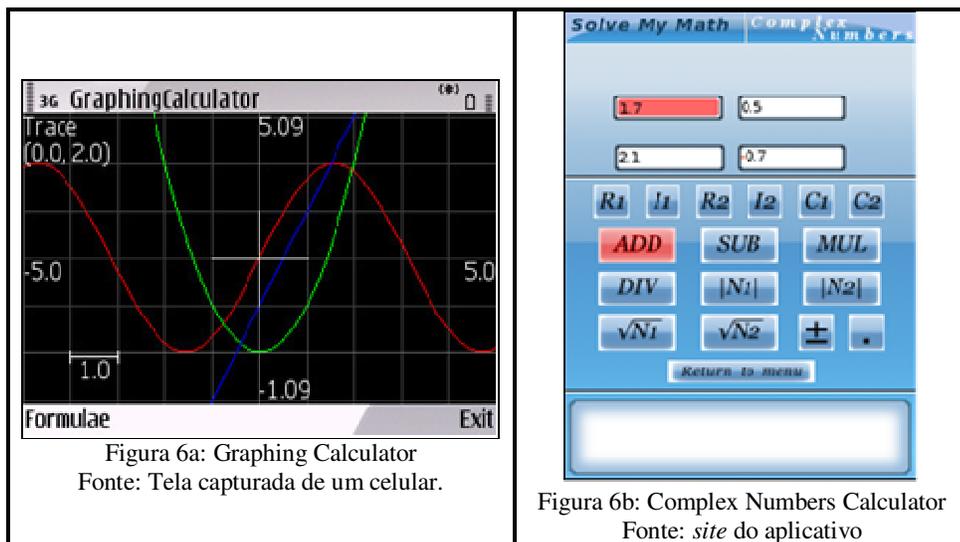


Figura 6: Calculadoras para Celular

- **MobileMaths** (Figura 7a): sistema computacional algébrico desenvolvido pela empresa Mobile-Science (<http://www.mobile-sciences.com/>). Trata-se de um aplicativo comercial, com versão de teste. Permite traçar gráficos de funções em 2D e 3D (Figura 7b), resolver sistemas, trabalhar com matrizes, efetuar cálculos estatísticos, resolver equações polinomiais até grau 9, calcular integrais, entre diversas outras ações. Além disso, suporta seis idiomas diferentes, dentre os quais, português;

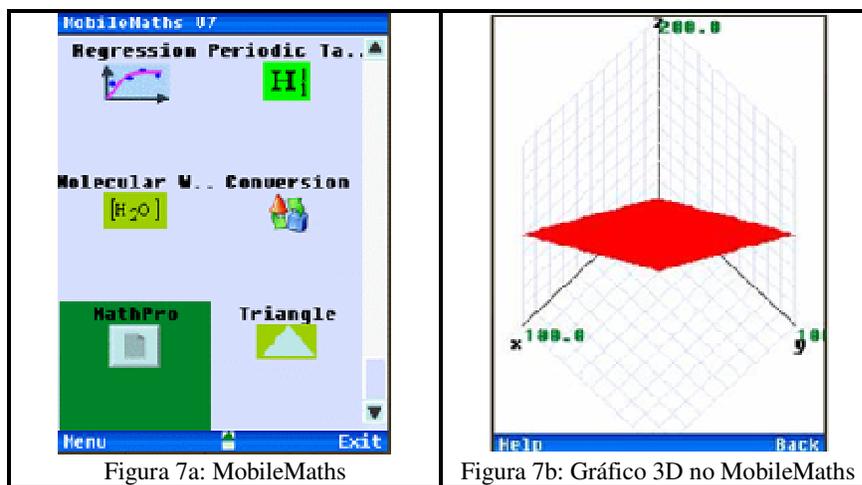


Figura 7: Aplicativo MobileMaths - Empresa Mobile-Sciences

Fonte: <http://www.mobile-sciences.com/mobilemaths/mobilemaths_description.html>.

- **Calc**: trata-se de uma calculadora científica e financeira (*open source*), com recursos para cálculo de probabilidade, traçado de gráficos de funções em 2D, operações com matrizes e com complexos, entre outros. Desenvolvida por Roar Lauritzsen, encontra-se disponível em <<http://midp-calc.sourceforge.net/Calc.html#GraphNote>>;
- **Linalgo**: aplicativo *open source* que oferece funcionalidades básicas para Álgebra Linear, tais como: adição e multiplicação de matrizes, determinantes, matrizes inversas, resolução de sistemas lineares, autovalores, posto de uma matriz e decomposição LU. Desenvolvido pelo projeto Linalgo, disponível em <<http://sourceforge.net/projects/linalgo/files/>>.

5.2.1.2 Aplicativos para iPhone®, iPod Touch® e iPad®

Apresentam-se, a seguir, alguns exemplos de aplicativos compatíveis com iPhone®, iPod Touch® e iPad®.

- **WolframAlpha App** (Figura 8a): comercial, desenvolvido pela empresa Wolfram (responsável pelo Mathematica⁶⁰, conceituado *software* para computador). O WolframAlpha App inclui um sistema computacional algébrico (que apresenta passos explicativos para o alcance do resultado exibido pelo aplicativo), além de informações sobre diversas outras áreas do conhecimento, mapas e informações ambientais. Endereços eletrônicos: <<http://products.wolframalpha.com/iphone/?from=pod3>>, <<http://products.wolframalpha.com/ipad/index.html>>;

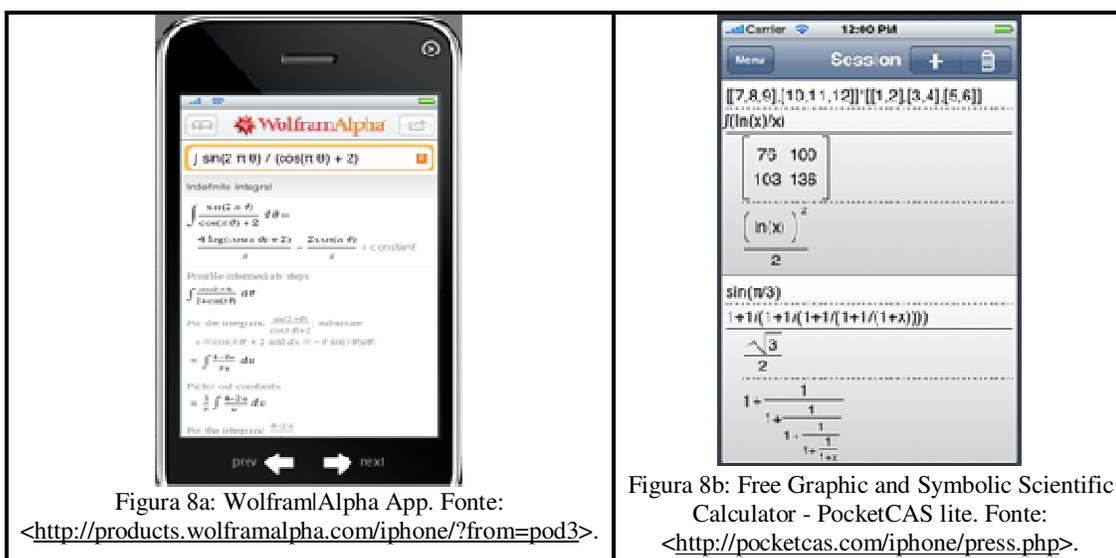


Figura 8a: WolframAlpha App. Fonte:

<<http://products.wolframalpha.com/iphone/?from=pod3>>.

Figura 8b: Free Graphic and Symbolic Scientific Calculator - PocketCAS lite. Fonte:

<<http://pocketcas.com/iphone/press.php>>.

Figura 8: Aplicativos para iPhone®, iPod Touch® e iPad®

⁶⁰ <<http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html>>.

- **Free Graphic and Symbolic Scientific Calculator - PocketCAS lite** (Figura 8b): gratuito, desenvolvido por Daniel Alm e Thomas Osthege. Trata-se de um sistema computacional algébrico, que permite trabalhar com Cálculo, Álgebra Linear, Probabilidade, entre outros, e traçar gráficos de funções em 2D. Disponível em <<http://itunes.apple.com/pt/app/free-graphic-symbolic-scientific/id333261649?mt=8#>>;
- **Geometry Stash**: comercial, desenvolvido pela empresa Apparent Etch. Apresenta propriedades e teoremas de Geometria. Endereço eletrônico: <<http://itunes.apple.com/pt/app/geometry-stash/id324651852?mt=8#>>;
- **Polyhedron**: gratuito, desenvolvido por William Osborn. Permite visualizar e girar poliedros uniformes. Para cada poliedro, o aplicativo apresenta diversas informações (número de faces, vértices e arestas, entre outras) e permite visualizar e obter informações sobre o poliedro dual. Disponível em: <<http://itunes.apple.com/pt/app/polyhedron/id357426565?mt=8#>>.

5.2.1.3 Aplicativos para Palmtops

Listam-se, a seguir, alguns aplicativos para palmtops.

- **3D Graphing Calculator**: comercial (com versão de teste), desenvolvido por Henrique Vilela. Traça gráficos de funções em 3D. Endereço eletrônico: <<http://www.palmbrasil.com.br/downloads/palm-os/produtividade/calculadoras/3d-graphing-calculator-palm-os>>.
- **KK-12C** (Figura 9a): comercial (com versão de teste), desenvolvido por KK Technologies. Trata-se de uma calculadora financeira que emula todas as funções da HP 12C Platinum®. Endereço eletrônico: <<http://lojadeprogramas.palmbrasil.com.br/palm-os/escritorios-financeiros/kk-12c-calculadora-financeira-palm-os.html>>;
- **Cálculo Numérico** (Figura 9b): gratuito, desenvolvido por Henrique Vilela. Este aplicativo permite realizar interpolações, derivações, integrações, entre outras ações. Disponível em: <<http://www.palmbrasil.com.br/downloads/palm-os/produtividade/calculadoras/calculo-numeric-palm-os>>;

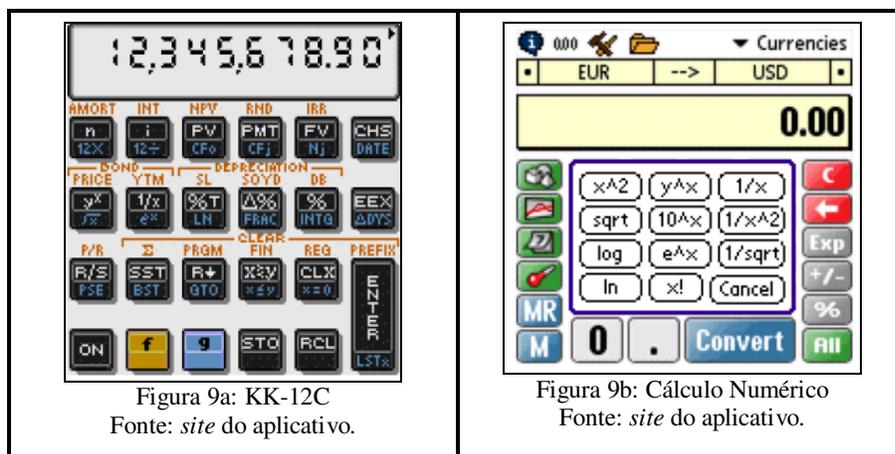


Figura 9: Aplicativos para Palmtops

5.2.1.4 Aplicativos para Dispositivos com Sistema Android

O Android é um sistema operacional para dispositivos móveis, com código aberto, baseado em Linux. A empresa Google é, atualmente, a responsável pela gerência do produto e engenharia de processos. As versões 3.0 a 3.2 são específicas para *tablets*. Apresentam-se, a seguir, alguns aplicativos para esse sistema. Todos rodam tanto em celulares quanto em *tablets*.

- **MathPacPlus:** comercial, desenvolvido pela empresa MobileCaltronics.com, requer Android 1.6 ou superior. Esse aplicativo possui diversos recursos para Matemática (operações com matrizes, números complexos, cálculo de derivadas, integrais, traçado de gráfico de funções, entre outros) e para Estatística (funções de probabilidade, intervalos de confiança, testes de hipótese, análises de regressão, entre outros). Endereço eletrônico: <https://market.android.com/details?id=com.mobilecaltronics.calculator&feature=also_installed>;
- **Mobile CLA with Sage:** gratuito, desenvolvido por SKKU Matrix Lab, requer Android 2.1 ou superior. Apresenta um *e-book* sobre Álgebra Linear Contemporânea e ferramentas computacionais para trabalhar com tópicos desse tema. Disponível em: <https://market.android.com/details?id=skku.la.cla&feature=search_result>;
- **Calculus Tools** (Figura 10): aplicativo gratuito, desenvolvido por Andy MC, requer Android 1.5 ou superior. Como o próprio nome indica, este aplicativo possui diversos recursos para o estudo de Cálculo. Permite, entre outras ações, calcular derivadas e integrais (definidas), determinar séries de Taylor e visualizar gráficos de funções (2D, 3D,

coordenadas polares e funções paramétricas). Disponível em: https://market.android.com/details?id=com.andymc.derivative&feature=related_apps.

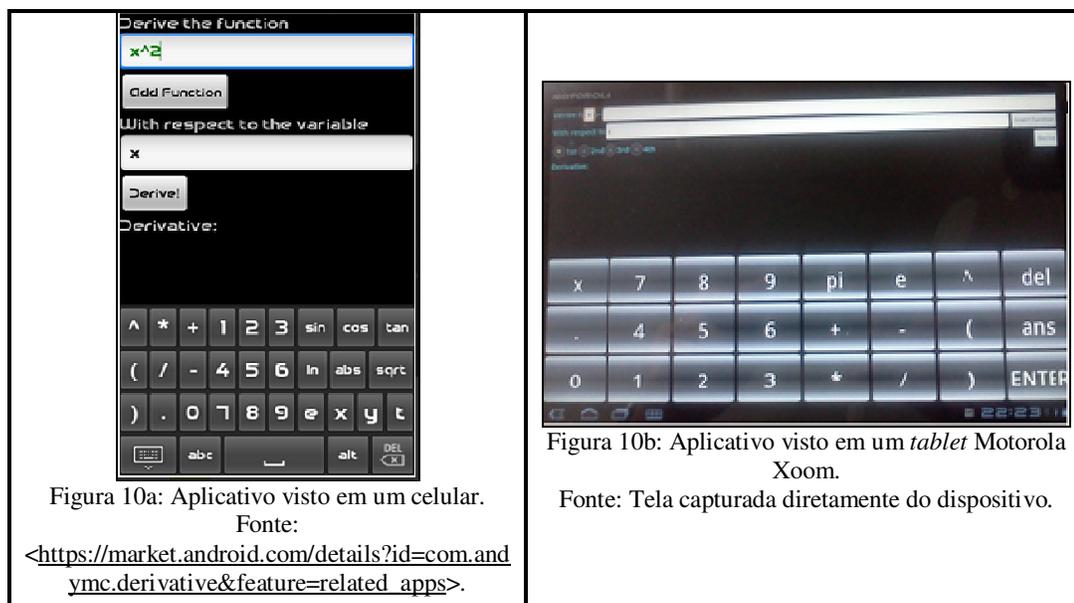


Figura 10a: Aplicativo visto em um celular.

Fonte:

https://market.android.com/details?id=com.andymc.derivative&feature=related_apps.

Figura 10b: Aplicativo visto em um tablet Motorola Xoom.

Fonte: Tela capturada diretamente do dispositivo.

Figura 10: Aplicativo Calculus Tools– Sistema Android

Analisando todos os aplicativos descritos, observa-se que os do projeto Math4Mobile contribuem para investigações e levantamento de hipóteses, ao possibilitarem a visualização de vários exemplos, obtidos pela alteração de parâmetros. Assim, podem ser, claramente, utilizados segundo abordagens que visam à construção de conhecimentos. Já os demais, apresentam ferramentas que podem ser usadas de diferentes formas, sem ter uma proposta pedagógica, explicitamente, associada. Dependendo do encaminhamento, a abordagem poderá ter um caráter investigativo, seguindo uma linha mais construtivista, ou ser mais tradicional.

Porém, de maneira geral, observa-se que os aplicativos analisados favorecem a mobilidade e a interatividade, ainda que em diferentes graus, mas exploram pouco as práticas colaborativas e a aprendizagem em contexto real. Aplicativos como os do Projeto Math4Mobile, representam avanços em relação a recursos tradicionais. Estes apresentam propostas que motivam o desenvolvimento do senso crítico e do raciocínio lógico. No entanto, os mesmos não deixam também de ser adaptações de *softwares* para computador. Aplicativos como o Wolfram|Alpha App, pela variedade e quantidade de informações que permitem acessar, representam também um passo além, contribuindo para a aprendizagem informal e ao longo da vida. No entanto, em geral, foi possível observar que os aplicativos ainda podem evoluir, de forma a refletir o potencial que as tecnologias móveis possuem.

5.2.2 Quizzes para Celular: MLE-Moodle, MyMLE e Mobile Study

Existem ferramentas gratuitas que permitem desenvolver *quizzes* para celular, tais como MLE-Moodle, MyMLE e Mobile Study. Nesta subseção, são apresentadas as referidas ferramentas e alguns *quizzes* elaborados com as mesmas, no âmbito do projeto Aprendizagem com Dispositivos Móveis⁶¹, como parte da pesquisa realizada pela autora desta tese.

• MLE-Moodle

Entre as diversas ferramentas desenvolvidas para o ambiente virtual de aprendizagem Moodle, encontra-se o MLE-Moodle⁶² (*Mobile Learning Engine - Moodle*). Como mencionado no Capítulo 4, o projeto *Mobile Learning Engine* (MLE) teve início em 2003, com os estudos de doutorado de Matthias Meisenberger (MLE-MOODLE, 2009). Por meio deste projeto foi, posteriormente, desenvolvido o MLE-Moodle, um *plug-in* que permite estender, para o celular, as funcionalidades do ambiente Moodle. O MLE-Moodle tem código-fonte livre e é totalmente gratuito (MLE-MOODLE, 2009).

Qualquer alteração efetuada no Moodle é, automaticamente, convertida para o MLE. O acesso ao MLE-Moodle, pelo celular, pode ser realizado de duas formas: por meio do navegador do dispositivo ou usando o MLE Client, um módulo especial, a ser instalado no celular. As Figuras 11a e 11b mostram o ambiente MLE nas duas situações.

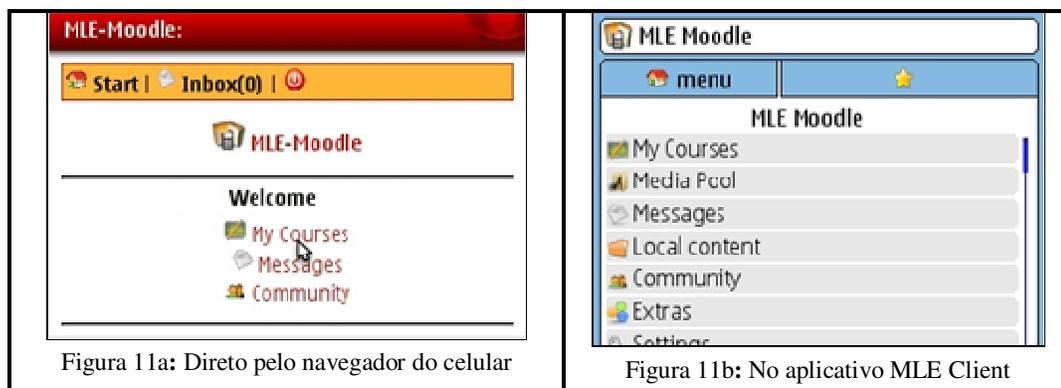


Figura 11: Ambiente MLE-Moodle no Celular

Fonte: Telas capturadas de um celular.

Ao instalar o *plug-in* MLE, é possível disponibilizar essas duas opções para todos os cursos abertos no Moodle correspondente. Ambas requerem conexão Internet, porém, instalando o aplicativo MLE Client, o usuário pode fazer o *download*, para o celular, de

⁶¹ <<http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/>>.

⁶² <<http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en>>

alguns recursos e, posteriormente, acessá-los sem necessitar de conexão. Por sua vez, acessar o MLE direto pelo navegador do celular é mais prático e rápido, mas exigirá sempre conexão Internet.

Se o Moodle tem o *plug-in* MLE instalado, então é disponibilizado para os professores um editor para criação de materiais pedagógicos próprios para o MLE-Moodle. Esse editor funciona dentro do próprio Moodle e permite elaborar, por exemplo, *quizzes* ou pequenos textos. Há, inclusive, possibilidade de inclusão de páginas, além de áudio e vídeo. Como exemplo, a Figura 12 apresenta um *quiz* sobre Limites, no referido editor.

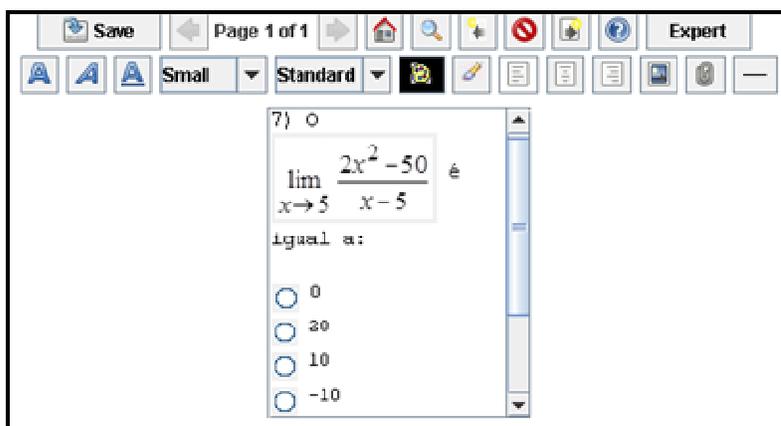


Figura 12: Exemplo de um *Quiz* no Editor MLE-Moodle

Fonte: *Quiz* desenvolvido no âmbito do projeto Aprendizagem com Dispositivos Móveis.

O *quiz* é salvo diretamente no tópico em que o professor o criou. A partir disto, o objeto criado pode ser visualizado e respondido no MLE (via navegador ou aplicativo) e, também, no Moodle tradicional. A Figura 13 mostra o *quiz* apresentado na Figura 12, visto no celular (na 13a, diretamente pelo navegador e na 13b, via aplicativo MLE Client). Ressalta-se que a ordem das alternativas pode mudar a cada entrada, caso a opção randômica seja escolhida, ao elaborar a questão. Por isso, na Figura 13a as alternativas não estão na mesma ordem da 13b. Além do formato utilizado no *quiz* da Figura 12 (uma única alternativa correta), também podem ser criadas questões de múltipla escolha, verdadeiro ou falso, com lacunas a serem preenchidas, entre outras.

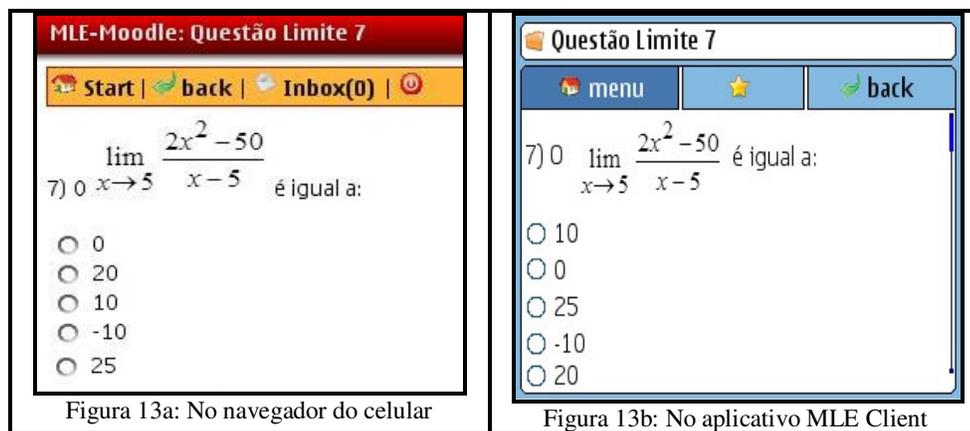


Figura 13: Quiz da Figura 12 no Celular

Porém, o MLE-Moodle é uma ferramenta que requer conexão Internet. Assim, na subseção seguinte é apresentada uma ferramenta mais simples, quando comparada ao MLE-Moodle, mas que possibilita criar materiais pedagógicos que podem ser acessados sem requerer conexão.

- **MyMLE**

O *software* MyMLE⁶³ é um programa para computador que permite criar *quizzes* e outros materiais pedagógicos para celulares com plataforma Java ME. Depois de elaborados, os materiais são enviados para o celular, juntamente com o ambiente MyMLE (Figura 14), por *Bluetooth*, por exemplo. Uma vez no celular, os mesmos podem ser utilizados sem requerer conexão Internet.

A interface do MyMLE, no computador, é a mesma do editor do MLE-Moodle (Figura 12) e os recursos para criação dos *quizzes* e de outros materiais também são os mesmos. Porém, o MyMLE funciona fora do Moodle e, portanto, o processo final da elaboração dos materiais é diferente. É preciso salvá-los e, posteriormente, transformá-los em um “pacote”, para que os mesmos possam ser enviados para o celular. O MyMLE tem recurso próprio para esse “empacotamento”. No processo final, o programa gera, automaticamente, três pastas, permitindo compatibilidade com diferentes tipos de celular. Após serem transferidos para o celular, os arquivos precisam ser instalados.

⁶³ O MyMLE é um *software* livre, disponível para *download* em <<http://mle.sourceforge.net/myml/index.php?lang=en&page=download.php>>. O principal desenvolvedor do mesmo é Matthias Meisenberger.



Figura 14: Interface do Ambiente MyMLE no Celular
 Fonte: <<http://mle.sourceforge.net/myMLE/index.php?lang=en>>.

A Figura 15 mostra dois *quizzes* para Matemática (um sobre vetores e outro sobre matrizes), elaborados no MyMLE.

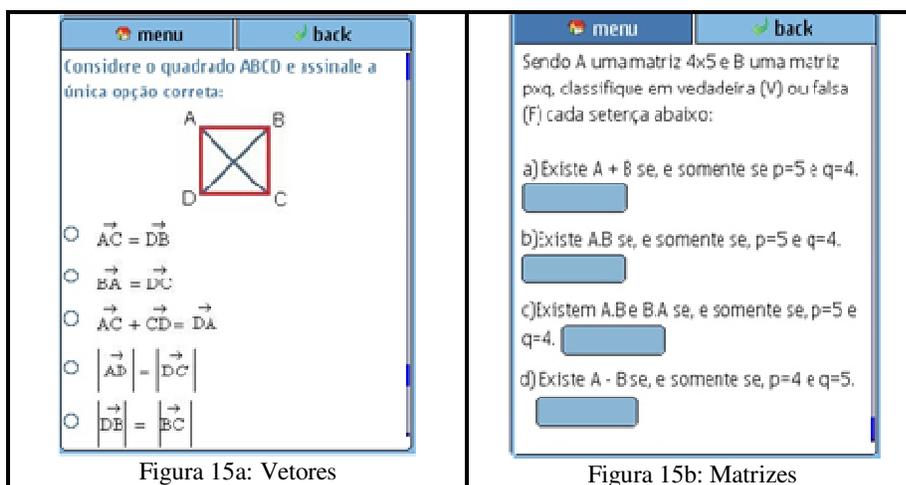


Figura 15a: Vetores

Figura 15b: Matrizes

Figura 15: Exemplos de *Quizzes* no Ambiente MyMLE

Fonte: *Quizzes* desenvolvidos no âmbito do projeto Aprendizagem com Dispositivos Móveis.

Ao final de cada questão, assim como nos *quizzes* elaborados no MLE-Moodle, o usuário tem a possibilidade de verificar se a resposta apresentada está, ou não, correta.

• Mobile Study

O Mobile Study (Figura 16) é uma ferramenta *online*⁶⁴ para desenvolver *quizzes* (Java ME) para celulares. Há também um módulo específico para a plataforma Moodle (módulo *Mobile Quiz*).

⁶⁴ <<http://mobilestudy.org/home/>>.

Figura 16: Tela do Mobile Study
 Fonte: <<http://mobilestudy.org/home/>>.

Em sua versão atual, o Mobile Study é uma ferramenta bem mais simples do que o MLE-Moodle e o MyMLE, permitindo apenas a criação de um tipo de questão. Além disso, não foi encontrada a possibilidade de colocar figuras nos itens, apenas no enunciado da questão. Na Figura 17, são mostrados dois exemplos de *quizzes* elaborados no Mobile Study. Assim como no caso do MyMLE, depois de transferidos para o celular, os *quizzes* do Mobile Study não requerem conexão Internet para seu uso. O *download* pode ser feito diretamente para o celular ou via computador.

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ k & 3 \end{bmatrix}$ <p>1 Se a matriz A é igual a sua transposta, então, o determinante da matriz kA, sendo k um número real, é igual a</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> -4 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> -2 <input type="radio"/> 0 	$\begin{cases} ax + y = 4 \\ x - y = b \end{cases}$ <p>2 Se o sistema apresentado tem uma infinidade de soluções, então a soma dos parâmetros a e b vale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> -5 <input type="radio"/> -4 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
Figura 17a:Matrizes/Determinante	Figura 17b: Sistemas Lineares

Figura 17: Exemplos de *Quizzes* no Mobile Study

Fonte: *Quizzes* desenvolvidos no âmbito do projeto Aprendizagem com Dispositivos Móveis.

Os *quizzes* podem ser acessados a qualquer tempo e lugar, o que favorece a mobilidade, no entanto, é preciso reconhecer que os mesmos apresentam baixa interatividade e refletem pouco o potencial das tecnologias móveis.

5.2.3 Mobile Tags

Mobile tags são semelhantes aos códigos de barras. No entanto, estes últimos são compostos de barras verticais que podem ser decodificadas para representar a informação. *Mobiles tags* expandem esse conceito, utilizando duas dimensões. Com essa abordagem bidimensional é possível armazenar maior quantidade de informações (SMS, endereços de páginas Web, *e-mail*, ou diversas outras informações). Existem diversos tipos de códigos bidimensionais, tais como Quick Response (QR) Codes, Data Matrix, Microsoft Tag, BeeTagg, entre outros.

Nesta seção, são abordados especificamente os QR Codes, em função da identificação de estudos educacionais relacionados aos mesmos (KORF, 2008; RAMSDEN, 2008; EDUCAUSE, 2009). Porém, entende-se que a proposta se estende às *mobile tags*, de maneira geral.

Os QR Codes podem funcionar com a maioria dos celulares que tenham câmera integrada, desde que o usuário tenha algum leitor⁶⁵ apropriado (o que pode ser obtido, gratuitamente, na Internet). Esses códigos têm aplicações em vários setores como controle de estoque, logística, marketing e educação (KORF, 2008). Segundo Korf (2008), Ramsden (2008) e Educause (2009), os QR Codes: i) unem o mundo físico (um material impresso, um objeto, por exemplo) aos recursos da Web ou a informações complementares; ii) facilitam a comunicação/contato, uma vez que podem conter SMS, números de telefones, endereços, entre outros. Estes códigos agregam valor pelo seu potencial de facilitar o acesso à informação, permitindo o afastamento dos teclados como dispositivos de entrada.

Existem vários geradores de QR Codes disponíveis, gratuitamente, na Internet⁶⁶. O exemplo mostrado na Figura 18 foi criado usando um desses geradores e contém o endereço eletrônico do *site* do projeto de pesquisa Aprendizagem com Dispositivos Móveis.

⁶⁵ Por exemplo, i-nigma Reader <<http://www.i-nigma.com/personal/GetReader.asp>> e Kaywa Reader <<http://reader.kaywa.com/getit>>.

⁶⁶ Por exemplo, i-nigma Create Barcodes <<http://www.i-nigma.com/CreateBarcodes.html>> e Kaywa QR-Code Generator <<http://qrcode.kaywa.com/>>.

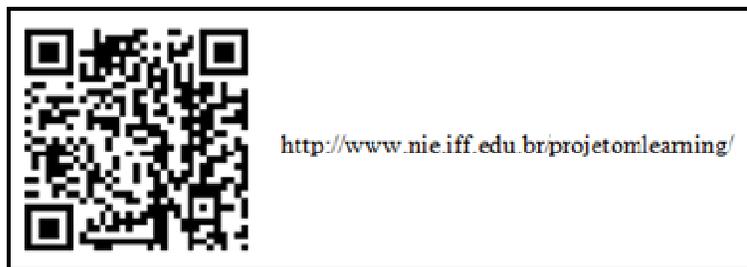


Figura 18. QR Code

Fonte: Código gerado com Kaywa QR-Code Generator <<http://qrcode.kaywa.com/>>.

Como esses códigos podem ser livremente lidos e criados, os mesmos se tornam interessantes em termos educacionais (KORF, 2008). É possível reproduzi-los em material diversos e colocá-los nos mais diferentes locais. Este fato pode permitir a realização de jogos de investigação extraclasse, com “pistas” dadas em QR Codes, assim como a criação de diversas outras situações educacionais, em contextos reais. O mesmo pode ser feito em ambientes virtuais (KORF, 2008). Na Matemática, esses jogos podem estar, por exemplo, relacionados ao estudo de medidas ou formas.

Analisando as possibilidades de uso mencionadas, observa-se que as *mobile tags* têm potencial para o desenvolvimento de atividades mais criativas, ao permitirem relacionar Web e mundo físico (com um caráter de realidade aumentada). Portanto, o uso desses recursos, em atividades investigativas, pode favorecer práticas colaborativas e aprendizagens em contexto real, o que é coerente com a proposta de *m-learning*. Além disso, as mesmas podem funcionar como ferramentas de suporte, possibilitando acessar mais facilmente recursos pedagógicos.

5.2.4 Vídeos

Vídeos são recursos amplamente utilizados em educação, como forma de despertar a atenção dos alunos, aumentar a motivação e melhorar a experiência de aprendizagem dos mesmos (CRUSE, 2006). A evolução das tecnologias digitais, tanto em recursos quanto em usabilidade, tem facilitado o uso de vídeos e, assim, despertado maior interesse entre professores (CRUSE, 2006).

Em celulares 3G, o padrão de vídeo utilizado é o 3gp, que se distingue em dois padrões, um para celulares GSM⁶⁷ (extensão.3gp) e outro para celulares CDMA⁶⁸ (extensão.3g2). Este padrão foi desenvolvido pelo *Third Generation Partnership Project* (3GPP), um grupo de parceiros de telecomunicações. Trata-se de um formato compactado que permite seu uso em dispositivos que não possuem muita capacidade de memória. Dependendo do modelo do celular, outros formatos de vídeos podem ser aceitos (tanto para gravação, quanto para reprodução), como o MP4, por exemplo. Além disso, é preciso considerar que também existem modelos em que o 3gp não funciona, embora esse padrão esteja sendo cada vez mais aceito. Diversos conversores gratuitos⁶⁹ estão disponíveis na Internet, permitindo a conversão para o formato 3gp (assim como, do formato 3gp para outros formatos).

De maneira geral, os dispositivos móveis ampliam as possibilidades pedagógicas dos vídeos, ao permitirem mobilidade e facilidade de gravação. Com recursos destes dispositivos, alunos podem facilmente gravar pequenos vídeos de situações reais, o que bem explorado pode abrir interessantes oportunidades educacionais. Além disso, o professor pode preparar vídeos visando a introdução de conteúdos, reforço de idéias, discussão sobre certos temas, entre outros, e estes podem ser acessados pelos alunos onde estiverem. O professor pode também solicitar que os alunos preparem vídeos educacionais sobre determinados temas, que poderão ser, posteriormente, socializados com os colegas. Assim, observa-se que certos usos educacionais dos vídeos permitem ir além da questão da mobilidade, permitindo explorar contextos reais. Este fato os aproxima da proposta de *m-learning*, que inclui características como interatividade, aprendizagens em contextos reais e práticas colaborativas.

No Quadro 1 apresenta-se um resumo do que foi discutido, ao longo desta seção, sobre os aplicativos, *quizzes*, *mobile tags* e vídeos.

⁶⁷ *Global System for Mobile Communications*. Padrão aberto, mundialmente popular, adotado por operadoras de telefonia móvel. De forma bem simples, o GSM é identificado pelo uso do chip nos celulares.

⁶⁸ *Code Division Multiple Access*. Tecnologia proprietária, que segue uma proposta tecnológica diferente do GSM.

⁶⁹ Por exemplo, Free 3GP Converter <<http://www.dvdvideosoftware.com/products/dvd/Free-3GP-Video-Converter.htm>>; ABC 3GP/MP4 Converter <<http://www.abcmmedia.tv/3gp-converter.htm>>; Quick Media Converter <<http://www.cocoonsoftware.com/>>.

Quadro 1: Análise dos Recursos Pedagógicos

Recurso	Análise
Aplicativos	<p>- De maneira geral, contribuem para a mobilidade e a interatividade, mas ainda podem evoluir, de forma a explorar melhor as possibilidades abertas pelas tecnologias móveis;</p> <p>- Muitos apresentam ferramentas que podem ser utilizadas de diferentes formas, sem ter uma proposta pedagógica claramente associada. Ou seja, podem colaborar em atividades investigativas ou apoiar atividades mais tradicionais, dependendo da abordagem pedagógica adotada pelo professor.</p>
<i>Quizzes</i>	<p>- Com os dispositivos móveis, esses recursos podem ser acessados a qualquer tempo e lugar, o que é um ponto positivo. Porém, em geral, são associados a práticas pedagógicas mais tradicionais, apresentam baixa interatividade e refletem pouco o potencial de <i>m-learning</i>.</p>
<i>Mobile Tags</i>	<p>- Podem apoiar abordagens contextuais e colaborativas, quando utilizadas em atividades investigativas, em contextos reais (o que é bem coerente com a proposta de <i>m-learning</i>). Além disso, podem servir como meio de acesso a materiais, tendo, assim, a finalidade de dar suporte ao ensino e aprendizagem.</p>
Vídeos	<p>- Podem ser bons recursos para <i>m-learning</i>, quando, por exemplo, são gravados por alunos, em contextos reais. Dessa forma, os vídeos podem apoiar abordagens colaborativas e contextuais.</p>

Todos os aspectos discutidos ao longo dos Capítulos 3, 4 e 5 foram importantes para a construção do M-learnMat, mas ainda foi preciso levantar, na literatura, contribuições mais específicas, que fundamentassem a elaboração do mesmo. Tais contribuições são apresentadas no Capítulo 6.

6 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PARA O M-LEARNMAT

O M-learnMat é um modelo pedagógico para orientar o planejamento e a realização de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior, sustentado pela Teoria da Atividade. Neste capítulo, são apresentados abordagens, concepções, fatores e requisitos, levantados na literatura, que contribuíram para a elaboração do mesmo.

Inicialmente, define-se o que esta pesquisa entende como modelo pedagógico e, nesse sentido, são apresentadas duas abordagens que sustentam o posicionamento adotado. A seguir, como o M-learnMat é direcionado ao Ensino Superior, também são analisados alguns aspectos relacionados à Matemática deste segmento educacional, visando uma melhor compreensão das dificuldades mais frequentes.

Além disso, analisa-se como a TA tem sido adotada no suporte de ações em *m-learning*, uma vez que a referida teoria fundamenta o modelo proposto. Finalizando, são apresentados e analisados conjuntos de requisitos e princípios específicos para projetos em *m-learning*.

6.1 Modelos Pedagógicos

De maneira geral, um modelo é uma interpretação explícita, descritiva ou ilustrativa, do que alguém entende sobre uma situação (ORTIZ OCAÑA, 2005). Um modelo pedagógico, por sua vez, é uma construção teórica que, fundamentada científica e ideologicamente, possibilita interpretar, projetar e ajustar a realidade pedagógica (ORTIZ OCAÑA, 2005). Porém, segundo o autor, há outras definições para modelo pedagógico, o que permite visões diferenciadas sobre o tema: i) modelo que engloba o conteúdo do ensino, o desenvolvimento do aluno e as características da prática docente; ii) modelo que tem por objetivo a aprendizagem e se concretiza na sala de aula; iii) instrumento de investigação de caráter teórico, desenvolvido para reproduzir idealmente o processo de ensino e aprendizagem; iv) paradigma que serve para entender, orientar e dirigir a educação (ORTIZ OCAÑA, 2005).

Segundo Ortiz Ocaña (2009), essa falta de consenso leva a expressão modelo pedagógico a ser utilizada, algumas vezes, até mesmo, como sinônimo de estratégia de ensino ou currículo. Behar, Passerino e Bernardi (2007) também afirmam que a referida expressão tem recebido várias interpretações, sendo empregada, muitas vezes, indevidamente, como sinônimo de teoria de aprendizagem (como as desenvolvidas por Piaget, Vygotsky, Wallon, Roger, entre outros) ou como metodologia de ensino.

Para Behar, Passerino e Bernardi (2007, p. 4), um modelo pedagógico é “um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objeto de conhecimento”. Este pode ser embasado por uma ou mais teorias de aprendizagem, mas, em geral, são “reinterpretações” destas teorias, a partir de concepções individuais dos professores (BEHAR; PASSERINO; BERNARDI, 2007). Nesta pesquisa, entende-se modelo pedagógico segundo esta visão e discute-se o assunto segundo autores que adotam linhas semelhantes.

6.1.1 Abordagem de Zabala

Zabala (1998) caracteriza o que denomina “modelo teórico”. Entende-se, no entanto, que a referida expressão pode ser vista no mesmo sentido de modelo pedagógico, considerando algumas das definições, anteriormente, apresentadas.

A Figura 19 resume a visão de Zabala (1998) sobre o assunto. Segundo o autor, o modelo teórico (entendido aqui como modelo pedagógico) é a condição ideal. No entanto, este não leva em consideração o contexto real no qual é desenvolvida a prática educativa. É no contexto real que aparecem os condicionantes que impedem ou dificultam o desenvolvimento ideal do modelo proposto. Estes condicionantes podem ser espaço e estrutura da escola, características dos alunos, recursos disponíveis, trajetórias profissionais dos professores, pressão social, entre outros (ZABALA, 1998).

Com relação à Figura 19, o autor esclarece que a função social do ensino deve responder à seguinte questão: que finalidade tem o sistema educativo? Por trás de toda proposta metodológica há uma concepção de valor que é atribuída ao ensino. A partir disso, são estabelecidos os objetivos educacionais e os conteúdos a serem abordados (ZABALA, 1998).

A concepção de aprendizagem deve responder a questões como: O que é aprendizagem? Como se aprende? Para Zabala (1998), não é possível ensinar sem partir de uma idéia de como a aprendizagem ocorre. Mesmo que inconscientemente, todo professor tem consigo uma concepção a esse respeito. A partir dessas questões, são determinados critérios de ensino (por exemplo, a partir de uma concepção tradicional de aprendizagem, podem ser adotados critérios uniformizadores e transmissivos).

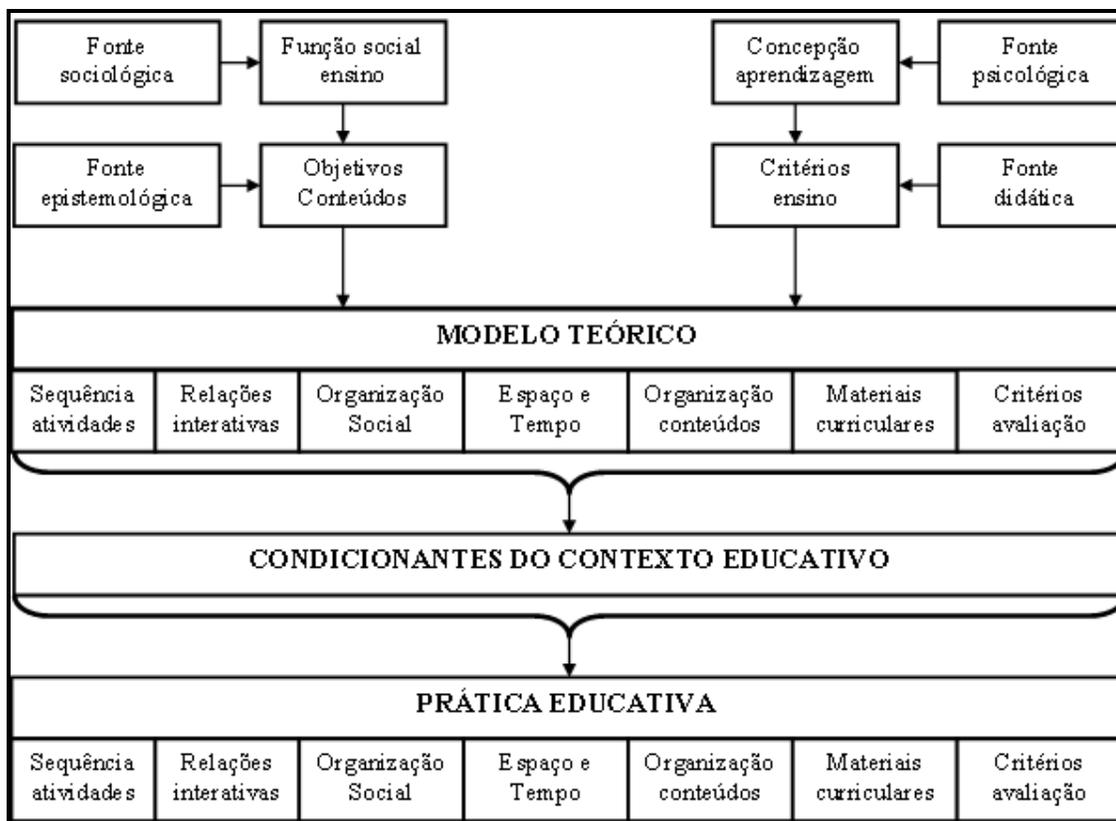


Figura 19: Modelo Teórico
Fonte: Zabala (1998), p. 23 – adaptado.

As variáveis metodológicas são descritas por Zabala (1998), da seguinte forma:

- **Sequências de atividades (ou sequências didáticas):** conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas, dirigidas a certos objetivos educacionais;
- **Relações interativas:** relações que ocorrem entre professor e alunos ou alunos e alunos. Estas afetam o grau de comunicação e os vínculos afetivos que se estabelecem;
- **Organização social:** a forma de estruturar a dinâmica em grupo configura certa organização social na qual os alunos convivem, trabalham e se relacionam;

- **Espaço e tempo:** envolve analisar como se concretizam as diferentes formas de ensinar, com relação a estes fatores (tempo e espaço são fatores rigidamente controlados ou haverá flexibilidade em relação aos mesmos?);
- **Organização de conteúdos:** relaciona-se com a lógica segundo a qual o conteúdo será organizado;
- **Materiais curriculares:** diz respeito ao papel e à importância que os diversos instrumentos didáticos assumem nas várias atividades;
- **CrITÉrios de avaliação:** envolve o sentido e o papel da avaliação.

A melhoria de qualquer atuação humana passa pelo conhecimento e pelo controle das variáveis que interferem na mesma. Com o processo de ensino e aprendizagem não é diferente, este é complexo e envolve muitas variáveis, o que ressalta a importância da utilização de referenciais teóricos que ajudam a interpretá-lo (ZABALA, 1998).

6.1.2 Abordagem de Behar

A Figura 20 mostra a estrutura de um modelo pedagógico, segundo Behar (2009). Esta é embasada por uma (ou, possivelmente, mais de uma) teoria de aprendizagem. Segundo a referida autora, o modelo é composto de uma arquitetura pedagógica⁷⁰ (AP) e das estratégias para aplicação da mesma. A AP é a estrutura principal do modelo, na qual estão incluídos aspectos organizacionais, conteúdo ou objeto de estudo, aspectos metodológicos e tecnológicos (BEHAR, 2009).

Colocar em prática uma AP requer estratégias para tal fim. Estas dependem do contexto real de aplicação e são influenciadas pelas diversas variáveis que permeiam o processo educativo. As estratégias para aplicação da AP constituem a dinâmica do modelo pedagógico (BEHAR, 2009). As mesmas são ações didáticas direcionadas à articulação e à adaptação de uma arquitetura a um contexto particular. Assim, uma estratégia de aplicação é a forma como o professor irá colocar em prática a AP, já adaptada à sua realidade, de acordo com a teoria de aprendizagem adotada (BEHAR, 2009).

⁷⁰ Arquiteturas pedagógicas são estruturas de aprendizagem que integram diferentes componentes, tais como abordagem pedagógica, *software*, Internet, inteligência artificial, Educação a Distância, concepção de tempo e espaço (CARVALHO; NEVADO; MENEZES, 2005).

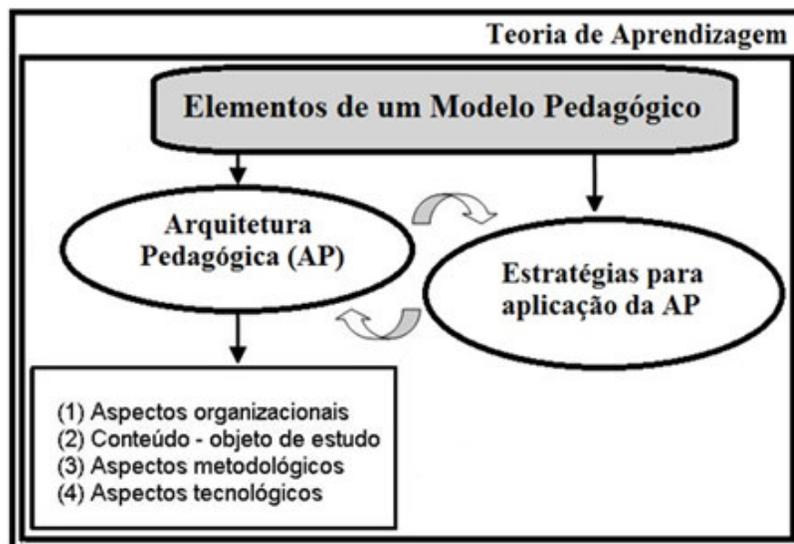


Figura 20: Estrutura de um Modelo Pedagógico
Fonte: Behar (2009), p. 25 – adaptada.

Ressalta-se que o foco discutido por Behar (2009) é Educação a Distância (EaD), e os elementos do modelo são explicados a partir deste:

- **Aspectos organizacionais:** englobam a fundamentação do planejamento/proposta pedagógica e incluem os propósitos do processo de ensino e aprendizagem a distância, a organização do tempo e do espaço e expectativas relacionadas à atuação dos participantes;
- **Aspectos relacionados ao conteúdo ou objeto de estudo:** incluem materiais didáticos a serem utilizados (textos, apostilas, objetos de aprendizagem, *softwares*, entre outros);
- **Aspectos metodológicos:** incluem atividades, formas de interação/comunicação, procedimentos de avaliação e a organização destes elementos em uma sequência didática que favoreça a aprendizagem;
- **Aspectos tecnológicos:** referem-se à estrutura tecnológica de suporte a ser utilizada nas atividades (seleção de ambientes virtuais de aprendizagem, de ferramentas de comunicação, entre outros).

Estes aspectos não devem ser considerados de forma isolada, pois formam um todo no qual uma decisão sobre um aspecto influencia nos demais. Além disso, é importante considerar que uma mesma AP pode ser aplicada diferentemente, dependendo das estratégias utilizadas. As estratégias de aplicação tornam a AP individualizada, pois dependem de variáveis pessoais dos atores envolvidos (BEHAR, 2009).

Observa-se que o modelo pedagógico de Behar (2009) pode ser adaptado e aplicado na organização de diferentes práticas educacionais em EaD.

Analisando as duas abordagens, Zabala (1998) e Behar (2009), é possível verificar que ambas consideram a influência do contexto real sobre o modelo proposto. Assim, as “Estratégias para Aplicação da Arquitetura Pedagógica”, propostas por Behar (2009), podem ser entendidas como correspondentes ao nível da “Prática Educativa” de Zabala (1998).

Além disso, os elementos da Arquitetura Pedagógica, propostos por Behar (2009), e as variáveis metodológicas de Zabala (1998), de maneira geral, também não diferem muito. Ambos contemplam aspectos bem semelhantes, embora sob graus diferentes de especificidade (os elementos propostos por Behar (2009) são organizados em categorias mais amplas do que as variáveis de Zabala (1998), que são mais específicas). Cabe ressaltar, no entanto, que, embora as duas concepções analisadas sigam visões semelhantes, o M-learnMat é baseado, especificamente, na proposta de Behar (2009), sem, contudo, focalizar a EaD.

Na seção seguinte, são abordados aspectos relacionados à aprendizagem matemática no Ensino Superior, uma vez que o M-learnMat é direcionado a esse nível de ensino.

6.2 Matemática no Ensino Superior

Promove-se, nesta seção, uma análise de algumas dificuldades relacionadas à aprendizagem matemática no Ensino Superior, identificadas na literatura. A experiência de sala de aula da autora desta tese, no Ensino Superior, colabora para um melhor entendimento do contexto considerado.

Durante muitos anos, os professores de Matemática estiveram presos à convicção de que as dificuldades de aprendizagem desta disciplina no Ensino Superior eram causadas, exclusivamente, pelos problemas do ensino pré-universitário (MALTA, 2004). Assim, a solução só poderia advir de ações que melhorassem a formação prévia do universitário. A crença geral era de que a única ação possível era promover seleções mais eficientes para ingresso na universidade. Porém, atualmente, reconhece-se que os problemas do Ensino Fundamental e Médio inserem-se em um amplo contexto do qual a universidade faz parte e, também, que as dificuldades de aprendizagem não se encerram no ensino pré-universitário (MALTA, 2004). Palis (2009) reitera essa visão, ao afirmar que os problemas relacionados à Matemática do Ensino Superior não são somente decorrentes de deficiências prévias.

Com relação à Engenharia, por exemplo, Soares e Sauer (2004) defendem que as disciplinas de Matemática deveriam capacitar os alunos a relacionar conceitos com situações reais e desenvolver o raciocínio dedutivo, habilitando-os a compreender textos matemáticos e a interpretar fenômenos. Segundo os autores, muitas vezes, o aluno é avaliado pela sua capacidade de repetir procedimentos e de apresentar respostas esperadas. É preciso, então, ter como foco a formação de alunos autônomos e capazes de lidar com a realidade em constante transformação (SOARES; SAUER, 2004). Embora as recomendações dos autores sejam direcionadas à Engenharia, entende-se que as mesmas não são exclusivas deste curso.

Em particular, as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, presentes em inúmeros cursos, como Engenharia, Agronomia, Administração, Biologia, entre muitos outros, são, em geral, consideradas pelos alunos como sendo de extrema dificuldade (AZAMBUJA; SILVEIRA; GONÇALVES, 2004). De acordo com os referidos autores, nessas disciplinas o número de reprovações é, em geral, elevado e uma das principais dificuldades é a necessidade de uma significativa quantidade de pré-requisitos.

Nesse sentido, programas de Pré-Cálculo têm sido implementados (DOERING, C.; NÁCUL; DOERING, L., 2004). Porém, indo além da tentativa de minimizar dificuldades relacionadas à pré-requisitos, diversas outras estratégias têm sido utilizadas. Kim e Keller (2010), por exemplo, defendem a importância da motivação, da determinação e de estratégias de mudança de crenças para melhorar a aprendizagem de Matemática. Segundo os autores, um estudante que acredita que sua capacidade para aprender Matemática é limitada, não se sente motivado a procurar ajuda quando se depara com dificuldades. Por outro lado, um aluno que crê que a referida capacidade pode ser desenvolvida ao longo do tempo, pode estar mais disposto a procurar ajuda e, assim, ser mais persistente em seus estudos. Nesse contexto, Kim e Keller (2010) analisaram o efeito do envio de *e-mails* (pessoal e de grupo), relacionados às atitudes dos alunos, aos hábitos de estudo e aos avanços conquistados durante um curso de Cálculo para não-matemáticos. Na pesquisa promovida, foram observadas atitudes mais positivas em relação à aprendizagem matemática no grupo de alunos que recebeu os *e-mails*.

Por sua vez, Brolezzi (2004) defende o uso da História da Matemática no Ensino Superior, como forma de fugir da perspectiva evolucionista linear. Segundo o autor, tanto a aprendizagem matemática quanto sua história não possuem a linearidade que os conhecimentos estruturados apresentam. Em particular, o autor afirma que, com o apoio da História da Matemática, questões relacionadas ao Cálculo poderiam ser discutidas de forma mais profunda. Já Azambuja, Silveira e Gonçalves (2004) defendem uso de tecnologias

síncronas e assíncronas no apoio ao processo de ensino e aprendizagem de Cálculo. Também nesse sentido, Diković (2009) ressalta o uso do *software* Geogebra⁷¹.

A dificuldade em Cálculo Diferencial e Integral é algo que realmente merece reflexões. Nos Estados Unidos, segundo Gordon (2010), há cerca de 20 anos, havia uma preocupação geral dos professores de Matemática com relação a essa questão. Observava-se um contínuo declínio da capacidade algébrica dos estudantes e, conseqüentemente, o ensino de Cálculo era muito direcionado à melhoria da mesma. Grande parte do tempo era destinada às regras de diferenciação e integração, os problemas eram muito padronizados e pouca atenção era destinada a aplicações importantes em outras disciplinas dos cursos (GORDON, 2010). Segundo o referido autor, desse quadro emergiu um esforço nacional⁷² para promover uma reforma no ensino de Cálculo e alguns dos diversos princípios orientadores foram: i) reduzir a foco no desenvolvimento das habilidades algébricas; ii) enfatizar múltiplas representações de funções e de outros conceitos, analisando-os graficamente, numericamente, algebricamente, verbalmente e dinamicamente.; iii) envolver os alunos no processo de aprendizagem, de forma que os mesmos não sejam apenas passivos destinatários da informação; iv) integrar o uso rotineiro da tecnologia em todo o ensino de Cálculo, como ferramenta de aprendizagem .

Desses esforços, segundo Gordon (2010), derivaram mudanças também nos cursos de Pré-Cálculo e de Pós-Cálculo, como os de equações diferenciais. Além disso, os livros didáticos sofreram diversas mudanças, incorporando problemas mais contextualizados e mais direcionados a áreas específicas (embora, nem sempre isso tenha significado melhorias efetivas). No entanto, nem todos os matemáticos concordaram com a reforma e muitos se opuseram a mesma. Além disso, o uso de recursos tecnológicos aumentou, mas não significativamente, e sem esse uso, a maioria dos esforços da reforma se torna impossível de implementar. Assim, o que se observa é que, na prática, o movimento de reforma ainda tem muito a avançar (GORDON, 2010).

Também o ensino de Álgebra Linear enfrenta suas dificuldades, no entanto as mesmas são menos relatadas, quando comparadas aos problemas relacionados ao Cálculo. Celestino (2000) mostrou que, no Brasil, eram poucas as pesquisas sobre o processo de ensino e aprendizagem de Álgebra Linear. Segundo o referido autor, o número de pesquisas nesse

⁷¹ *Software* gratuito que oferece ferramentas para o estudo de Álgebra, Cálculo e Geometria, de forma integrada e investigativa. Disponível em: <http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/download>.

⁷² Organizada pela NSF - National Science Foundation.

campo era pouco expressivo, mesmo internacionalmente, sendo as atenções mais voltadas ao Cálculo. Algumas das dificuldades relacionadas à Álgebra Linear são a linguagem axiomática, o uso mecanizado de algoritmos e a compreensão de alguns conceitos (CELESTINO, 2000). Segundo Gordon (2010), a reforma em Cálculo, promovida nos EUA, teve reflexos também no programa de Álgebra Linear, que tem sido adaptado de forma a refletir melhor as necessidades específicas de cada curso.

Assim, de maneira geral, observa-se que aprendizagem matemática no Ensino Superior tem seus problemas. Buscando solução para os mesmos, diversas estratégias, além das já mencionadas, podem ser identificadas na literatura. Schoenfeld⁷³ (1983) já destacava a importância da abordagem de resolução de problemas nas disciplinas de Matemática dos cursos superiores. A referida abordagem envolve, segundo o autor, a proposta de situações que colaborem para o desenvolvimento do pensamento matemático. Assim, não se trata da simples resolução de problemas fornecidos pelo professor, uma vez que requer identificação e apropriação do sentido de cada procedimento matemático.

Malta (2004) defende a importância da leitura para a compreensão de conteúdos matemáticos, ou seja, a importância de “aprender a ler Matemática” (p. 44). Para a referida autora, nas disciplinas básicas de Matemática, na universidade, é fundamental a adoção e utilização de material didático (livro-texto, apostilas ou outros meios equivalentes). Cury (2004) destaca a análise dos erros cometidos pelos alunos como uma importante abordagem de pesquisa para fundamentar a busca de novas estratégias de ensino. Araújo (2007) afirma que a Modelagem Matemática vem recebendo destaque entre as perspectivas atuais da Educação Matemática. A referida metodologia “pode ser entendida como a utilização da Matemática para resolver problemas da realidade” (ARAÚJO, 2007, p. 3). Calle e Vargas (2008), como mencionado no Capítulo 5, investigaram o uso de dispositivos móveis na disciplina “Cálculo de Várias Variáveis” da Engenharia, na Universidade EAFIT (Colômbia).

As estratégias mencionadas ao longo dessa seção não são excludentes. A opção por uma não elimina a possibilidade de utilização de outras. Nesta tese, defende-se o uso de dispositivos móveis, sem excluir, no entanto, o uso de outros recursos tecnológicos. Além disso, segue-se a proposta de Davýdov (1982), descrita no Capítulo 3, tendo em vista o desenvolvimento do pensamento teórico matemático. Segundo a referida proposta, é

73 A resolução de problemas tem nos matemáticos George Pólya (1887- 1985) e Alan H. Schoenfeld (professor da *Graduate School of Education, University of California, Berkeley*, na época desta pesquisa) dois grandes representantes.

importante conhecer a história que deu origem a necessidade de um conceito e, também, propor situações-problema, nas quais os alunos atuem conscientemente em busca do seu objetivo. Entende-se, também, que abordagens motivacionais são de fundamental importância, como defendido por Kim e Keller (2010). Assim, diversas estratégias são consideradas no M-learnMat, associadas ao uso de dispositivos móveis.

Portanto, não se defende simplesmente o uso de *m-learning* no Ensino Superior. Como afirmam Bottino e Kynigos (2009)⁷⁴, apenas propor ambientes informatizados que permitam a exploração de conceitos matemáticos não é suficiente para promover um impacto real sobre a educação formal. É preciso atenção aos objetivos, estratégias, métodos e atividades a serem desenvolvidas. Nessa concepção, o M-learnMat foi idealizado.

6.3 Teoria da Atividade como Aporte Teórico para M-learning

A Teoria da Atividade vem sendo apontada na literatura como um aporte teórico com potencial para orientar ações em *m-learning*, levando em consideração as especificidades dessa área e as características da sociedade atual. Nesta seção, analisam-se alguns desses estudos.

Sharples, Taylor e Vavoula (2005) discutem uma teoria para *m-learning* e apontam cinco questões a serem sustentadas pela mesma: i) a teoria é, significativamente, diferente das abordagens tradicionais? ii) permite analisar a mobilidade dos alunos? iii) pode ser utilizada tanto na aprendizagem formal quanto informal? iv) teoriza a aprendizagem como um processo social e construtivo? v) permite entender a aprendizagem como uma atividade personalizada e situada, mediada por tecnologias?

Essas questões, na visão dos referidos autores, são bem respondidas pela TA, pois a mesma considera a aprendizagem como um processo ativo de construção de conhecimentos e habilidades, por meio de atividades, no contexto de uma comunidade (como discutido no Capítulo 3). Além disso, fornece suporte ao processo contínuo de desenvolvimento pessoal e, também, às rápidas mudanças conceituais da era atual (SHARPLES; TAYLOR; VAVOULA, 2005). Assim, os autores defendem a TA para fundamentar atividades em *m-learning*.

⁷⁴ Os referidos autores analisam o contexto envolvendo Educação Matemática e Tecnologias Digitais, a partir das experiências do projeto de pesquisa TELMA - *Technology Enhanced Learning in Mathematics* <<http://telma.no.e-kaleidoscope.org/>>.

Waycott, Jones e Scanlon (2005) também analisam contribuições da TA para *m-learning*, dentre as quais se destacam: i) possibilidade de análise de como o usuário se adapta aos instrumentos, de acordo com sua prática cotidiana e preferências, e de como os mesmos modificam o objeto da atividade; ii) reflexões sobre as contradições (ENGESTRÖM, 1987), o que contribui para a compreensão do impacto da introdução de uma nova tecnologia na aprendizagem, tanto em termos das contradições que a nova ferramenta ajuda a resolver, como as criadas pela sua utilização.

Ratificando as idéias descritas anteriormente, Uden (2007) defende que a TA pode fundamentar projetos de *m-learning*. Segundo a autora, essa teoria permite analisar os principais elementos de contexto em que a atividade ocorre e como estes podem influenciar a aprendizagem. O referido contexto abrange aspectos internos às pessoas (motivações, objetivos, entre outros) e externos (artefatos, outras pessoas, aspectos ambientais, entre outros). Há, ainda, aspectos específicos relativos às tecnologias móveis (aspectos técnicos, usabilidade, mobilidade, entre outros). Além disso, a TA incorpora forte noção de mediação (atividades mediadas por artefatos, em nível interno e externo), de história (atividades se desenvolvem e mudam) e colaboração (uma atividade é exercida por um ou mais indivíduos, visando obter resultados desejados, dentro de uma comunidade, de acordo com um conjunto de regras). Nessa visão, Uden (2007) propõe uma metodologia para projetos em *m-learning*, totalmente embasada na TA. A referida metodologia é apresentada na seção seguinte.

Assim, a TA, na visão dos autores citados, tem potencial para fundamentar ações em *m-learning*. Concordando-se com estes posicionamentos, entende-se que a referida teoria é um bom aporte para o M-learnMat. Na próxima seção são apresentados requisitos e princípios para atividades em *m-learning* que também colaboraram para a elaboração do modelo.

6.4 Requisitos para Atividades em M-learning

Atividades em *m-learning* devem ser dirigidas por objetivos específicos de aprendizagem, como qualquer atividade educacional. O uso de tecnologia não é o alvo, mas, sim, um meio para permitir práticas pedagógicas que favoreçam a aprendizagem (SHARPLES et al., 2009). É possível que o uso das tecnologias móveis seja apropriado apenas para uma parte da atividade de aprendizagem, sendo as demais apoiadas por outras tecnologias digitais ou por nenhuma (SHARPLES et al., 2009). De qualquer forma, é importante que diversos fatores e requisitos sejam considerados nos projetos de *m-learning*, tendo em vista melhor desenvolvimento e análise dos mesmos.

Nesse sentido, diversos conjuntos de requisitos e princípios têm sido propostos na literatura (PARSONS, RYU e CRANSHAW, 2007; UDEN, 2007; KOOLE, 2009; HERRINGTON, J., HERRINGTON, A. e MANTEI, 2009). A seguir, as propostas mencionadas são analisadas.

6.4.1 *Framework* proposto por Parsons, Ryu e Cranshaw

Parsons, Ryu e Cranshaw (2007) propõem um *framework* que pode ser utilizado tanto como ferramenta de *design* para o desenvolvimento de atividades em *m-learning*, como ferramenta de análise dos fatores críticos de sucesso em projetos já realizados.

Baseando-se na literatura da área, os referidos autores consideraram questões de *design* para *m-learning*, a partir de quatro perspectivas: questões genéricas relativas ao projeto de *m-learning*, contextos de aprendizagem, experiência de aprendizagem e objetivos de aprendizagem (Quadro 2).

Quadro 2: Questões para Projetos de *M-learning* - Parsons, Ryu e Cranshaw

QUESTÕES GENÉRICAS SOBRE M-LEARNING	Colaboração: que ações colaborativas serão desenvolvidas (por exemplo, trabalhos em grupo, reflexão em grupo sobre a atividade realizada, suporte de monitores, entre outras)?	
<p>Papel e perfil do usuário: que tarefa será desenvolvida e por quem?</p> <p>Mobilidade: como a mobilidade será considerada? Os alunos vão a campo explorar algum contexto real? Os alunos estarão distantes geograficamente? Ou a atividade não envolverá mobilidade física dos alunos?</p> <p>Design de interface móvel: que cuidados devem ser tomados na elaboração das atividades, de modo a minimizar dificuldades, por exemplo, com o tamanho das telas e com as restrições de entrada e saída de dados?</p> <p>Tipos de mídia: que recursos de mídia serão utilizados?</p> <p>Suporte de comunicação: como ocorrerá a comunicação entre os atores envolvidos?</p>	<th data-bbox="846 438 1421 508">QUESTÕES SOBRE EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM</th> <p data-bbox="846 508 1421 625">Baseado em Prensky (2001), os autores adaptaram seis elementos estruturais de jogos:</p> <p>Tarefas organizadas: que tarefas compõem a atividade proposta? Quais as formas de avaliação? Quais são as regras estabelecidas?</p> <p>Resultados e <i>feedback</i>: como os resultados e <i>feedbacks</i> serão fornecidos?</p> <p>Objetivos e metas: quais são os conhecimentos e habilidades a serem alcançados?</p> <p>Representação ou história: haverá utilização de metáforas, histórias ou representação de papéis?</p> <p>Conflito, competição, desafio, oposição: que desafios serão propostos? Que conflitos serão estabelecidos?</p> <p>Interação social: Como se dará a interação social? Por meio de ferramentas de colaboração, como blogs, wikis, entre outras? Haverá discussões em grupo?</p>	QUESTÕES SOBRE EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM
QUESTÕES DE CONTEXTO	QUESTÕES SOBRE OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	
<p>Baseado em Wang (2004), os autores consideram seis dimensões para o contexto de uma atividade em <i>m-learning</i>:</p> <p>Identidade: quem são os atores envolvidos (professores, alunos, monitores, entre outros)?</p> <p>Aluno: quais as características dos alunos (idade, série, objetivos, entre outras)?</p> <p>Atividade: qual o tipo de atividade proposta?</p> <p>Espacial-temporal: a atividade será realizada por todos, em um mesmo lugar, ao mesmo tempo? Será assíncrona?</p> <p>Dispositivos móveis: que dispositivos serão utilizados, considerando os objetivos pretendidos e as características dos alunos?</p>	<p>Habilidades ampliadas: que habilidades poderão ser ampliadas?</p> <p>Novas habilidades: que novas habilidades poderão ser desenvolvidas?</p> <p>Habilidades sociais e de equipe: que habilidades sociais e de trabalho em equipe poderão ser ampliadas ou desenvolvidas?</p>	

Fonte: Parsons, Ryu e Cranshaw (2007) – adaptado.

Parsons, Ryu e Cranshaw (2007) destacam aspectos importantes dentro das quatro perspectivas adotadas. Nota-se, porém, que a proposta dos autores não adota uma teoria pedagógica como base das tarefas a serem desenvolvidas, nem sugere a adoção de alguma. Considera-se que, com o apoio de uma teoria, questões pedagógicas poderiam ter sido exploradas mais profundamente.

6.4.2 Metodologia proposta por Uden

Baseando-se na Teoria da Atividade e em trabalhos relacionados à *m-learning*, Uden (2007) propõe uma metodologia (Quadro 3) para projetar o ambiente de aprendizagem e o contexto de utilização de dispositivos móveis.

Quadro 3: Metodologia Proposta por Uden

ORGANIZAÇÃO DO PROJETO DE M-LEARNING	
<p>• Esclarecer as finalidades da atividade: na TA, aprender e fazer são inseparáveis e se iniciam com uma intenção. É importante, assim, esclarecer os motivos e objetivos do sistema de atividade. Estes são atingidos por meio da transformação de objetos e, para tanto, são utilizados recursos e instrumentos. Assim, algumas questões devem ser consideradas, com relação à estruturação da atividade, tais como:</p>	
<p>- Quando e onde ocorrem os problemas mais comuns? Quem poderá dar suporte à resolução dos mesmos?</p> <p>- As motivações e metas de cada um dos grupos envolvidos na realização da atividade foram identificadas? O que vai colaborar na motivação dos alunos?</p> <p>- O que pode contribuir para a dinâmica da atividade?</p>	<p>- Que recursos estão disponíveis para os grupos envolvidos no projeto? Quais ferramentas e materiais estão acessíveis?</p> <p>- Quais são as regras, normas e procedimentos que regulam a coordenação e interação social?</p> <p>- Os dispositivos móveis serão integrados com outras ferramentas e materiais?</p> <p>- Qual o papel dos recursos tecnológicos?</p>
<p>• Estabelecer um sistema de atividade coletiva, dando contexto e significado a eventos aparentemente aleatórios e individuais: é preciso considerar que a aprendizagem, dentro do sistema de atividade, envolve diferentes atores (ou grupo destes), a divisão do trabalho entre os mesmos, os artefatos de mediação e as regras estabelecidas.</p>	

ANÁLISE DO CONTEXTO DE APRENDIZAGEM

O contexto de aprendizagem abrange aspectos internos às pessoas (motivações, objetivos, entre outros) e externos (artefatos, outras pessoas, aspectos ambientais, entre outros). Além disso, há também aspectos específicos do contexto das tecnologias móveis (aspectos técnicos, usabilidade, mobilidade, entre outros). Assim, é preciso considerar questões como as seguintes:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Como as coisas são feitas neste contexto? - Quem vai fazer o quê e por quê? - Que limitações são impostas à atividade por agentes externos? - Como são organizadas as tarefas entre os grupos de trabalho? - Qual é a estrutura da interação social em torno dessa atividade? | <ul style="list-style-type: none"> - Que atividades são consideradas críticas? - Quanto flexível é a divisão do trabalho? Como esses papéis e suas contribuições podem ser avaliados? - Que regras (formais ou informais) ou atribuições orientam as atividades? - Qual a diferença entre regras implícitas e as formalmente declaradas? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

• **Tornar claro o contexto relevante em que ocorrem as atividades.**

Algumas questões a serem consideradas:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Quais são as atividades, objetivos e subobjetivos a serem apoiados pelo ambiente de aprendizagem? - Quem são os usuários ou grupos envolvidos? - Onde os problemas ocorrem? - Qual é o propósito da atividade/ações para os usuários? - Como as atividades do usuário se encaixam nos objetivos de aprendizagem? | <ul style="list-style-type: none"> - O que o usuário está buscando? - Quais são as expectativas sobre os resultados? - Quais são as crenças, suposições, modelos e métodos que dão suporte aos grupos de trabalho? - Como experiências em outros grupos de trabalho colaboram na atual atividade? - Que ferramentas de outros contextos poderão ser úteis na realização destas atividades? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

• **Analisar o sistema de atividade, utilizando diagrama de Atividade de Engeström:** utilizar o referido diagrama (Figura 3) pode contribuir para identificar os elementos-chave de um contexto.

• **Analisar a estrutura da atividade:** cada atividade é decomposta em ações e operações. Uma importante tarefa no sistema de aprendizagem é analisar a estrutura de todas as atividades que definem a finalidade do sistema de atividade. A hierarquia de atividades, ações e operações descreve a estrutura da atividade. Esta etapa envolve questões, tais como:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Como o trabalho está sendo feito na prática? - Que fases podem ser identificadas na atividade? - Quais são os motivos da atividade e como os mesmos estão relacionados aos objetivos das ações? | <ul style="list-style-type: none"> - Para cada atividade, quais ações podem ser executadas e por quem? - Como as ações e operações estão evoluindo ao longo do tempo? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Entender o papel da tecnologia requer identificação dos objetivos das ações alvo, que são relativamente explícitas. Em seguida, deve-se ampliar a análise, tanto para ações de nível superior e outras atividades, quanto para ações de nível mais baixo e operações. Assim, para os aspectos relacionados à interface do ambiente de aprendizagem, as seguintes questões devem ser abordadas:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Quem são as pessoas que irão usar os dispositivos móveis? - Quais os objetivos das ações alvo? - Quem são as pessoas envolvidas no projeto? - Quais as limitações básicas da tecnologia atual? | <ul style="list-style-type: none"> - Há conflitos entre diferentes objetivos de usuários? - Quais os critérios para o sucesso ou fracasso do alcance dos objetivos? |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

• **Externalização/Internalização - baseado em Kaptelinin, Nardi e Macaulay (1999):** as atividades incluem componentes internos e externos. A tecnologia móvel pode apoiar a internalização de novas formas de ação e a articulação de processos mentais, quando necessário, para facilitar a resolução de problemas e a coordenação social. Nesse sentido, são identificadas algumas questões:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Quais são os componentes das ações alvo que devem ser internalizados? - Quanto tempo e esforço são necessários para aprender a usar a tecnologia? - O ciclo de vida, dos objetivos até o resultado final, é apoiado pelas tecnologias adotadas? - O sistema de ajuda favorece a utilização das ferramentas? | <ul style="list-style-type: none"> - Eventuais erros do sistema são identificados, facilitando a busca por solução? - O conhecimento externamente distribuído é facilmente acessado, quando necessário? - Existem meios de registro das atividades do usuário, que possam ser usados como pistas de como as mesmas foram desenvolvidas? |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ANÁLISE HISTÓRICA DA ATIVIDADE, SEUS COMPONENTES E AÇÕES

É importante analisar o desenvolvimento das atividades, assim como a natureza das mudanças que ocorrem em diferentes fases das mesmas. Além disso, também é necessário analisar os mediadores e sua transformação ao longo do tempo. Estas análises podem revelar fatores que influenciam o sistema de atividades. A análise histórica considerada é referente à evolução das atividades de um determinado sistema de atividades (enquanto este estiver em funcionamento). Consideram-se questões como:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Quais são as conseqüências da implementação da tecnologia adotada sobre as ações alvo? - Os benefícios esperados ocorreram? - O sistema mostrou benefícios crescentes ao longo do processo de sua utilização? - Houve efeitos colaterais, positivos ou negativos, associados ao uso do sistema? | <ul style="list-style-type: none"> - Foi preciso implementar novas tecnologias para apoiar as ações alvo? Como isso ocorreu e que mudanças nas ações alvo decorreram disso? - Como ocorreu a transição da atividade atual para a posterior, em termos das ferramentas utilizadas? |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

BUSCA POR CONTRADIÇÕES INTERNAS	
<p>• Analisar as contradições⁷⁵ - estas devem ser analisadas como fonte de perturbação, inovação, mudança e desenvolvimento do sistema de atividade (Figura 3). São propostas questões tais como:</p>	
<p>- Quais são as dinâmicas que existem entre os componentes do sistema de atividade?</p> <p>- Existem contradições entre as necessidades desses componentes?</p>	<p>- Quais são os inter-relacionamentos que existem dentro sistema?</p> <p>- Como estes relacionamentos evoluem ao longo do tempo?</p>
<p>• Potenciais contradições primárias no ambiente de <i>m-learning</i>:</p>	
<p>- Quanto às ferramentas, pode haver tensão entre o valor de uso de tecnologias móveis, em comparação com recursos tradicionais;</p>	<p>- Com relação às regras, existe a questão de como avaliar desempenhos individuais quando muitas das atividades são em grupo.</p>
<p>• Potenciais contradições secundárias</p>	
<p>- A introdução de uma regra de uso para a tecnologia móvel pode ocasionar tensão na divisão do trabalho;</p> <p>- Entre o sujeito e o objeto de aprendizagem também pode ocorrer contradição. Há diferentes percepções do objeto de atividade, o que reflete a natureza heterogênea do sujeito e seus objetivos (por exemplo, alguns podem ter como objetivo a construção do conhecimento, outros apenas o levantamento de informações);</p>	<p>- Pode ocorrer uma tensão entre a comunidade (sociedade) e o objeto de aprendizagem. A sociedade pode desejar o desenvolvimento de habilidades de pensamento e de resolução de problemas. Os alunos podem se interessar em apenas passar nos exames.</p>
<p>• Potenciais contradições quaternárias⁷⁶</p>	
<p>- Há uma contradição fundamental entre o uso da tecnologia móvel para aprendizagem e o ensino tradicional em sala de aula;</p>	<p>- Pode haver tensão entre a disponibilidade da tecnologia e o projeto de <i>m-learning</i>.</p>

Fonte: Uden (2007) – adaptado.

Trata-se de uma metodologia bem completa, abordando questões relacionadas à tecnologia, às interações sociais, à organização e ao desenvolvimento das atividades, entre muitas outras. A mesma considera a TA como suporte teórico, ao longo de todo o projeto de *m-learning*. Assim, entende-se que o conhecimento prévio das concepções dessa teoria é fundamental para que não ocorra uma subutilização da metodologia.

⁷⁵ Essas contradições seguem a proposta de Engeström (1987), discutida no Capítulo 3.

⁷⁶ A metodologia não lista potenciais contradições terciárias.

6.4.3 Modelo FRAME

Koole (2009) propõe um modelo teórico que descreve *m-learning* como um processo resultante da convergência de tecnologias móveis, capacidade de aprendizagem e interação social. Trata-se do modelo FRAME: “*Framework for the Rational Analysis of Mobile Education*” (*Framework* para a Análise Racional da Educação Móvel). Este modelo pode ser utilizado no desenvolvimento de dispositivos móveis, na elaboração de materiais de aprendizagem e na concepção de estratégias de ensino e aprendizagem para *m-learning* (KOOLE, 2009).

As experiências em *m-learning*, no referido modelo, são vistas como pertencentes a um contexto de informação, como mostra a Figura 21.

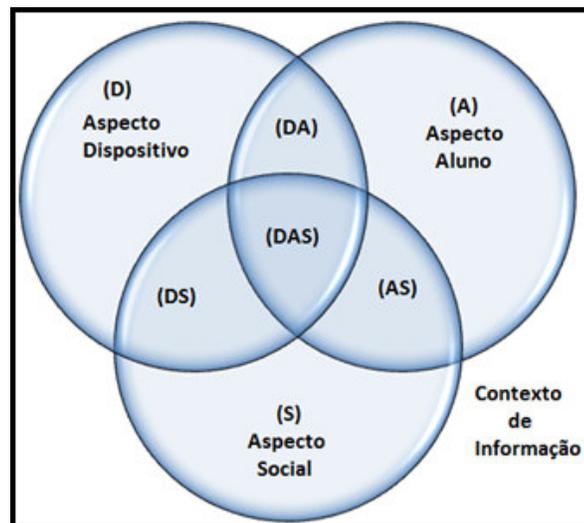


Figura 21: Modelo FRAME
Fonte: Koole (2009), p. 27 – adaptado.

Os três círculos representam os aspectos (KOOLE, 2009):

- **Dispositivo (D)**: este aspecto refere-se a características físicas, técnicas e funcionais de um dispositivo móvel. Estas incluem tamanho, disposição de botões, recursos de entrada e saída, capacidade de armazenamento, velocidade do processador, compatibilidade, entre outras. Estas características resultam de aspetos de *hardware* e *software* do dispositivo e têm impacto significativo no nível de conforto físico e psicológico dos usuários;
- **Aluno (A)**: considera capacidades cognitivas, memória, conhecimento prévio, emoções e motivações possíveis. Este aspecto descreve como os alunos usam o que já sabem e como codificam, armazenam e transferem informações. São levadas em consideração teorias de

aprendizagem e são analisados aspectos que podem influenciar na aprendizagem, tais como experiências anteriores, recursos dos ambientes de aprendizagem, tarefas propostas, apresentação de conteúdos em múltiplos formatos, entre outros;

- **Social (S):** leva em consideração processos de interação social e cooperação. A comunicação se estabelece sob regras sociais e permite o intercâmbio de informações, aquisição de conhecimentos e manutenção de práticas culturais. Regras de cooperação são determinadas pela cultura do aluno ou pela cultura em que a interação irá ocorrer.

Com relação às interseções, tem-se:

- **Interseção Dispositivo/Aluno (DA) - usabilidade:** contém atributos de usabilidade do dispositivo. Estes podem interferir na sensação de conforto psicológico e satisfação do usuário, ao afetarem a carga cognitiva, a capacidade de acesso à informação e a mobilidade em diferentes locais físicos e virtuais. Esta interseção relaciona necessidades e atividades dos alunos ao *hardware* e às características do *software* de seus dispositivos;
- **Interseção Dispositivo/Social (DS) - tecnologias sociais:** nessa interseção estão as tecnologias sociais, que descrevem como os dispositivos móveis permitem a comunicação e a colaboração entre os vários indivíduos e sistemas. O mais importante nesse contexto são os meios de troca de informações e colaboração entre pessoas;
- **Interação Aluno/Social (AS) - interações na aprendizagem:** contém aspectos associados à teoria de aprendizagem adotada (ou às teorias adotadas), em termos de relacionamentos sociais. O modelo em si enfatiza o construtivismo social, baseado nas idéias vigotskianas, dada a importância do caráter social subjacente aos dispositivos móveis. Nessa interseção estão, por exemplo, necessidades de alunos a distância, vistos como indivíduos situados em culturas e ambientes particulares. De maneira geral, os aspectos dessa interseção têm impacto na capacidade de compreensão, negociação, integração, interpretação e utilização de novas idéias;
- **Interação Dispositivo/Aluno/Social (DAS) - situação ideal de *m-learning*:** interseção principal do modelo. Em tal situação, *m-learning* pode permitir que os alunos avaliem e selecionem informações relevantes, redefinam seus objetivos e reconsiderem sua compreensão de conceitos, em um quadro de referência crescente e em mudança, que é o contexto da informação. O conceito de mediação, como defendido na teoria vigotskiana, é fundamental para a compreensão da integração dos três aspectos do modelo FRAME. O

processo de *m-learning* é definido, e continuamente reformulado, pela interação entre o dispositivo (D), aluno (A) e aspectos sociais (S).

O modelo apresenta, ainda, um *checklist* para orientar a elaboração de atividades em *m-learning* (Quadro 4).

Quadro 4: *Checklist* Proposto por Koole

<p style="text-align: center;">ASPECTO DISPOSITIVO</p>	<p>Na seleção e uso do dispositivo móvel, você levou em consideração se o mesmo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • apresentava características físicas confortáveis? • permitia ajustes de configurações de entrada e de saída? • possuía capacidade de processamento e recursos de entrada e saída que permitissem a realização das tarefas de maneira satisfatória? • fornecia instruções sobre armazenamento e recuperação de arquivos? • apresentava características que contribuíssem para a diminuição da taxa de erros dos usuários?
<p style="text-align: center;">ASPECTO ALUNO</p>	<p>No projeto da atividade de aprendizagem utilizando dispositivos móveis, você considerou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • avaliar o nível atual do conhecimento dos alunos (se possível)? • fazer uso de técnicas educativas (resolução de problemas, pesquisas, esquemas, mapas conceituais, entre outros)? • propor diferentes situações, utilizando recursos de multimídia, tendo em vista fornecer uma variedade de estímulos, auxiliando a compreensão e a memória? • estruturar atividades em contextos reais, de acordo com as características do público-alvo? • criar situações de aprendizagem que estimulem a aplicação de conceitos e procedimentos em diferentes contextos? • Possibilitar a identificação, a seleção e a exploração de informações relevantes, por parte dos alunos?
<p style="text-align: center;">ASPECTO SOCIAL</p>	<p>Em termos de cultura e sociedade, você considerou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esclarecer definições, símbolos e comportamentos culturais (etiquetas), que possam ser necessários para a interação entre os participantes? • fornecer métodos ou orientações para assegurar comunicações eficientes, precisas e relevantes entre os participantes, no contexto da comunicação móvel?

INTERSEÇÃO DISPOSITIVO- SOCIAL	<p>No acesso ou estabelecimento das redes de interação, você considerou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • selecionar padrões <i>wireless</i> apropriados, tendo em conta a quantidade de dados, velocidade e segurança com que os dados devem ser transferidos? • selecionar <i>software</i> de colaboração, de forma a atender tarefas sociais e necessidades relacionadas à aprendizagem?
INTERSEÇÃO DISPOSITIVO-ALUNO	<p>Na utilização de dispositivos móveis em atividades de aprendizagem, você considerou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • as condições ambientais em que o aluno irá utilizar o dispositivo? • se o dispositivo adotado permite o acesso à informação, quando e onde for necessário? • a questão da redução da carga cognitiva (por agrupamento de conteúdo, diminuição do número de ações necessárias para completar tarefas, utilização de recursos mnemônicos e simplificação de telas)? • a possibilidade de ajustes de preferências, visando tornar o uso dos recursos dos dispositivos mais agradável e funcional para os alunos?
INTERSEÇÃO ALUNO - SOCIAL	<p>No que diz respeito à interação, você considerou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • o relacionamento do aluno com outros alunos, especialistas e sistemas? • as preferências pessoais, em termos de interação social, aprendizagem e desenvolvimento de habilidades? • a criação de possibilidades, utilizando mídia móvel, de forma a possibilitar o desenvolvimento de comunidades de prática, a tutoria entre alunos e especialistas, e a aprendizagem?
INTERSEÇÃO DISPOSITIVO - ALUNO - SOCIAL	<p>Em um sistema de <i>m-learning</i>, você considerou analisar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • como o uso de dispositivos móveis pode mudar o processo de interação entre alunos, comunidades e sistemas? • como os alunos podem utilizar mais eficazmente o acesso móvel a outros alunos, sistemas e dispositivos, tendo em vista seus objetivos educacionais? • como os alunos podem se tornar mais independentes para pesquisar e filtrar informações? • as mudanças que sofrem os papéis do professor e dos alunos e como enfrentá-las?

Fonte: Koole (2009) – adaptado.

Analisando o modelo proposto por Koole (2009), verifica-se que o mesmo é abrangente, considerando questões tecnológicas, sociais e pedagógicas. A abordagem adotada, considerando as interseções, permite focalizar em aspectos fundamentais como usabilidade, interações na aprendizagem, tecnologias sociais, além da situação ideal de *m-learning*. O modelo mostra a importância da adoção de uma teoria de aprendizagem, defendendo, em

particular, a perspectiva vigotskiana. Nota-se, no entanto, que essa perspectiva é considerada, significativamente, apenas na sustentação do enfoque aos aspectos sociais. Por um lado, isso possibilita que o modelo seja adaptado, facilmente, para outras teorias pedagógicas, por outro, a defesa das idéias de Vigotski não atinge o projeto de *m-learning* de maneira global.

6.4.4 Princípios propostos por Herrington, J., Herrington, A. e Mantei

Baseando-se na análise dos artigos do livro “*New technologies, New Pedagogies: Mobile Learning in Higher Education*” (HERRINGTON et al., 2009), Herrington, J., Herrington, A. e Mantei (2009) propõem princípios de *design* para *m-learning*, no Ensino Superior (Quadro 5).

Quadro 5: Princípios Propostos por Herrington, J., Herrington, A. e Mantei

- **Trabalhar com situações autênticas:** problemas, desafios, investigações e explorações são mais significativos quando situados em contextos do mundo real;
- **Explorar as potencialidades dos dispositivos em contextos nos quais os alunos estão em movimento:** a possibilidade de acessar um material ou participar de atividades, em qualquer tempo e lugar, é muito favorável em termos educacionais. Isso deve ser incentivado de forma que as características de *m-learning* sejam bem aproveitadas;
- **Permitir a exploração dos recursos das tecnologias móveis:** embora muitos alunos do Ensino Superior tenham familiaridade com dispositivos móveis, também existem os que não têm. Dar tempo para que os alunos explorem os recursos e troquem conhecimentos entre si pode ajudar no desenvolvimento posterior das atividades;
- **Mesclar tecnologias móveis e não móveis:** há tarefas de aprendizagem que se beneficiam de uma mistura de tecnologias (móveis e não móveis) e é importante reconhecer isso. Não tem que haver exclusividade no uso de dispositivos móveis;
- **Usar *m-learning* para mediar a construção de conhecimento:** o foco deve ser sempre a construção de conhecimento e não a tecnologia em si;
- **Incentivar o uso espontâneo dos dispositivos móveis:** gravar eventos significativos, entrevistas para um trabalho, capturar a imagem de um momento, podem ser ações importantes para gerar ou aprimorar situações de aprendizagem;
- **Usar *m-learning* em espaços de aprendizagem não tradicionais:** *m-learning* pode ocorrer, sempre que houver uma necessidade, em inúmeras situações fora de contextos formais de aprendizagem;

- **Promover atividades individuais e colaborativas:** dependendo dos objetivos pretendidos uma atividade individual pode ser apropriada, mas tarefas em grupo devem ser levadas em consideração, pelo próprio potencial que os dispositivos móveis apresentam em termos sociais;
- **Empregar, quando possível, os próprios dispositivos móveis dos alunos:** o uso do aparelho do aluno pode facilitar a realização de atividades, pela familiarização que, provavelmente, este tem com os recursos oferecidos, mesmo que desconheça alguns;
- **Incentivar a busca, a produção e o compartilhamento de informações significativas:** pesquisas, postagens em fóruns, blogs, entre diversas outras ações, colaboram nesse sentido;
- **Explorar *affordances*⁷⁷ das tecnologias móveis:** é preciso avaliar que tecnologia atende melhor aos objetivos pretendidos.

Fonte: Herrington, J.; Herrington, A.; Mantei (2009) – adaptado.

Observa-se que os princípios propostos por Herrington, J., Herrington, A. e Mantei (2009) são recomendações coerentes, que podem ser muito úteis na concepção de atividades em *m-learning*. Estas foram geradas a partir de trabalhos sobre o Ensino Superior, mas, como são bem gerais, podem ser adaptadas, sem grandes dificuldades, a outros contextos.

Neste capítulo, portanto, foram discutidas diversas questões que fundamentaram o desenvolvimento do M-learnMat. A análise promovida permitiu compreender, de forma mais ampla, diversos aspectos envolvidos no modelo proposto: concepção de modelo pedagógico, a Matemática no Ensino Superior, a TA como teoria para *m-learning* e requisitos a serem considerados em atividades com *m-learning*. Tendo estabelecido a base teórica que fundamentou o M-learnMat, descreve-se, no Capítulo 7, a metodologia adotada no desenvolvimento, experimentação e análise do mesmo.

⁷⁷ Refere-se ao atributo de um objeto que permite às pessoas entenderem como o mesmo funciona. Segundo Norman (1988), trata-se de um aspecto de *design* do objeto que sinaliza como o mesmo deve ser utilizado. Uma pista visual que facilita o entendimento de suas funções.

7 METODOLOGIA DA PESQUISA

Como apresentado no esquema da tese (Figura 1), no Capítulo 2, a presente pesquisa perpassou diversas etapas: i) pesquisa exploratória; ii) estudo de caso piloto; iii) análise dos dados das referidas experiências; iv) elaboração do M-learnMat; v) experimentação do modelo, que implicou uma fase de preparação dos estudos de caso correspondentes; vi) análise dos dados da experimentação; vii) apresentação dos resultados.

Para a coleta e análise de dados, adotou-se uma análise mista de investigação, com abordagens qualitativas e quantitativas. Segundo Creswell (2007), este tipo de análise decorre da necessidade de reunir dados quantitativos e qualitativos em um único estudo, o que foi percebido na pesquisa realizada.

No entanto, destaca-se que, na análise quantitativa promovida, foram utilizadas apenas técnicas da Estatística Descritiva. Esse ramo da Estatística engloba um conjunto de métodos destinados à organização e descrição de dados (SILVESTRE, 2007). Fez-se uso de descrição tabular (tabelas utilizadas para sumarizar dados) e, também, de descrição paramétrica (uma vez que valores médios foram adotados como parâmetro de análise para determinados conjuntos de dados).

Ao longo da pesquisa, a coleta de dados foi realizada por meio de questionários, observação e análise dos registros do ambiente virtual Moodle, da seguinte forma: i) pesquisa exploratória - apenas questionário; ii) estudo piloto - questionário e observação; iii) estudos de caso da experimentação do M-learnMat - as três técnicas citadas.

Com relação aos questionários, evitou-se que os mesmos contivessem apenas questões fechadas (somente seleção de opções), incluindo questões semi-abertas (com solicitação de comentários, além da seleção da opção) ou mesmo abertas. Visou-se, com isso, coletar informações mais completas, que permitissem entender melhor a posição do participante.

Quanto à observação, adotou-se o tipo não-estruturada, o que não significa ausência de foco de análise. Esta apenas não segue um instrumento estruturado de observação, pois isso requer uma seleção prévia dos aspectos a serem observados. Sendo muito delimitada,

uma observação estruturada pode levar o pesquisador a uma visão parcial e, até mesmo, superficial da situação (LAVILLE; DIONNE, 1999). Assim, entendeu-se que a observação não estruturada era mais apropriada para a pesquisa promovida, pois permitiria captar situações imprevistas, tão comuns no contexto educacional. Os dados observados foram registrados no decorrer de cada experiência.

Os registros dos alunos no Moodle foram acompanhados por meio das diversas ferramentas existentes no próprio ambiente.

Creswell (2007) afirma que, em relação aos dados, é importante tentar garantir que estes sejam consistentes e, nesse sentido, uma estratégia é a triangulação de diferentes fontes. Assim, ao utilizar as três técnicas de coleta mencionadas, visou-se promover essa triangulação, buscando, assim, maior consistência dos dados.

Tendo fornecido uma visão geral do tipo de pesquisa que foi realizada e das técnicas de coleta de dados adotadas, descreve-se, nas seções seguintes, o procedimento metodológico de cada etapa promovida.

7.1 Pesquisa Exploratória e Estudo de Caso Piloto

No período de outubro a novembro de 2009, foi realizada uma pesquisa exploratória. Esta teve por objetivo levantar indicativos sobre possibilidades de uso de dispositivos móveis, principalmente celulares, na educação. Como defendido por Gil (1999), pesquisas exploratórias visam, em geral, desenvolver, esclarecer ou modificar conceitos e idéias sobre determinado assunto, tendo em vista estudos posteriores.

Para a coleta de dados, foi elaborado um questionário⁷⁸ contendo oito perguntas sobre dispositivos móveis (duas fechadas e seis semi-abertas, com opção “outros” ou solicitação de comentários). De maneira geral, tais questões levantaram dados sobre: i) o tipo de dispositivo móvel que o aluno possuía; ii) os celulares/*smartphones*, no caso do aluno possuir algum destes, e sobre a utilização de recursos dos mesmos; iii) a receptividade em relação ao uso educacional de dispositivos móveis.

Desta pesquisa participaram alunos de três cursos superiores do IF Fluminense: Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Licenciatura em Matemática e

⁷⁸ O apêndice A apresenta o termo de consentimento e o referido questionário.

Engenharia de Controle e Automação (cursos presenciais). Foram distribuídos, aleatoriamente, 20 questionários em cada um dos referidos cursos (não houve seleção de alunos por períodos letivos, o único critério para a distribuição do questionário foi frequentar um dos três cursos).

Os dados foram, então, tabulados e analisados⁷⁹, sob um enfoque mais quantitativo do que qualitativo, devido às características dos mesmos. Estes indicaram a existência de um campo receptivo a ações educacionais utilizando dispositivos móveis, em particular, celulares.

Já mais direcionado à aprendizagem matemática, foi promovido um estudo de caso piloto. De maneira geral, um estudo de caso é uma investigação empírica que estuda um fenômeno em seu contexto de vida real, principalmente, se os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos (YIN, 2001). Um estudo de caso piloto visa auxiliar o pesquisador a aprimorar os procedimentos a serem adotados na pesquisa a ser promovida posteriormente. Além disso, pode até colaborar no esclarecimento de algumas questões conceituais envolvidas (YIN, 2001).

Assim, o estudo de caso piloto promovido visou levantar potencialidades e dificuldades relacionadas ao uso de celulares em Matemática. Destaca-se que o objetivo do mesmo não foi estabelecer comparações entre o uso do computador e do celular. Nem mesmo explorou-se a questão da mobilidade física nesse momento. Visou-se, apenas, entender melhor aspectos relacionados ao uso de um aplicativo educacional em celulares, tendo em vista ações futuras.

O referido estudo foi realizado de forma presencial e ocorreu em novembro de 2009, com 4 horas de duração, utilizando o Graph2Go⁸⁰. A autora desta tese foi a professora responsável pelo mesmo e os participantes foram alunos do Ensino Superior do IF Fluminense - oito alunos do 1º período de Engenharia de Controle e Automação Industrial e quatro alunos do 2º período da Licenciatura em Matemática⁸¹. Ressalta-se que estes doze alunos não, necessariamente, participaram da pesquisa relatada anteriormente.

⁷⁹ A análise dos dados, tanto da pesquisa exploratória, quanto do estudo piloto são apresentados no Capítulo 8.

⁸⁰ Aplicativo para Matemática, específico para celulares, conforme descrito no Capítulo 5, seção 5.2.

⁸¹ O Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas é um curso noturno. Como o estudo piloto ocorreu durante a semana, sendo algumas horas no turno noturno, os alunos deste curso não puderam participar.

Como o objetivo pedagógico era estudar transformações gráficas de funções, utilizando o Graph2Go, foi elaborada uma apostila⁸² de atividades, estruturada em três seções: i) informações gerais sobre o Graph2Go e instruções de uso do mesmo; ii) atividades para o estudo de transformações nos gráficos de funções quadráticas, mediante alteração de coeficientes; iii) atividades promovendo análise semelhante à realizada com as funções quadráticas, porém, envolvendo a função seno.

A experiência foi embasada pela Teoria Sócio-Histórica, pois em novembro de 2009, o estudo sobre a Teoria da Atividade encontrava-se em fase muito inicial. As leituras sobre as idéias de Vigotski (que estão na base da referida teoria), no entanto, já permitiam que as mesmas sustentassem o estudo piloto.

Para a coleta de dados, além da observação (não estruturada) das atitudes dos alunos, foi organizado um questionário⁸³ contendo sete questões, seis semi-abertas (com solicitação de comentários) e uma aberta. Os dados levantados foram analisados qualitativamente e permitiram entender algumas dificuldades e possibilidades relacionadas ao uso dos celulares em termos educacionais, o que foi fundamental para a elaboração do M-learnMat. Assim, embora limitado em diversos aspectos (número de horas, de participantes e de aplicativos, além do uso da Teoria Sócio-Histórica), o estudo piloto foi muito importante.

A seção seguinte descreve os procedimentos adotados para a elaboração e experimentação do M-learnMat.

7.2 Elaboração e Experimentação do M-learnMat

O M-learnMat foi elaborado a partir da análise do referencial bibliográfico e dos resultados da pesquisa exploratória e do estudo piloto. Destaca-se que até a elaboração do modelo, diversos artigos⁸⁴ foram publicados, nos quais foram focalizados vários aspectos do referencial teórico adotado, assim como da pesquisa exploratória e do estudo piloto. A boa aceitação do tema pela comunidade acadêmica mostrou a relevância do mesmo e, além disso, permitiu entender que os dados que formavam a base do M-learnMat eram consistentes.

⁸² Disponível em: <<http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/arquivos/Apostila%20Graph2Go.pdf>>.

⁸³ O Apêndice B apresenta o termo de consentimento e o referido questionário.

⁸⁴ A relação dos referidos artigos pode ser encontrada em <<http://lattes.cnpq.br/8044755036909413>>.

No modelo são considerados aspectos organizacionais, metodológicos, tecnológicos e relativos ao conteúdo e são propostas estratégias relacionadas a estes. Além disso, o M-learnMat leva em consideração que uma atividade envolve diversos componentes (sujeito, objeto, instrumentos, regras, comunidade e divisão de trabalho) e que esses componentes se relacionam entre si, como defendido por Engeström (1987).

Para obter uma versão do M-learnMat que fosse considerada adequada aos seus propósitos, foram necessárias diversas revisões. Após a elaboração da referida versão, a mesma foi submetida, ainda, à análise de dois especialistas: um professor doutor em computação, com reconhecida experiência na área de *m-learning* e uma pedagoga⁸⁵, mestre em Cognição e Linguagem, com ampla experiência em sua área. O modelo M-learnMat, apresentado no Capítulo 9, já contempla as sugestões feitas pelos referidos especialistas.

Após a elaboração, o modelo foi experimentado em dois estudos de casos presenciais. Assim, promoveu-se um estudo de casos múltiplos. Segundo Yin (2001), a pesquisa por estudo de caso pode ser um projeto de casos múltiplos. O referido autor cita como exemplo um estudo a ser promovido em uma escola que trabalhe com inovações diferentes (salas de aula abertas, assistência extraclasse por parte de professores e uso de tecnologias digitais). Cada área pode ser objeto de um estudo de caso individual e o estudo como um todo é um projeto de casos múltiplos (YIN, 2001). Como os estudos de caso da experimentação foram realizados em contextos diferentes (diurno e noturno), a proposta de estudos múltiplos mostrou-se adequada.

Como eram dois estudos de caso, a princípio seriam utilizadas, na experimentação, duas adaptações do M-learnMat, uma para cada contexto. Porém, muitos aspectos foram comuns aos dois casos (conteúdo abordado, dispositivo móvel adotado, ambiente virtual de aprendizagem, material disponibilizado, entre outros). Assim, foi possível organizar um único modelo pedagógico, contendo uma série de estratégias comuns.

Por meio da elaboração e experimentação desse modelo⁸⁶, que é uma adaptação do M-learnMat, buscou-se levantar indicativos que permitissem responder à questão de pesquisa (Como o M-learnMat pode contribuir para o planejamento de atividades de *m-learning* em Matemática?). Como mencionado na introdução desta tese, entende-se que, a partir de um

⁸⁵ A escolha da referida pedagoga também levou em consideração o fato de que a mesma atua no IF Fluminense Campus Campos-Centro. Como a experimentação do M-learnMat ocorreu em turmas regulares do referido *campus*, julgou-se adequado que o mesmo fosse analisado por alguém que pudesse não só contribuir para a melhoria do modelo, como também avaliar a aplicação do mesmo.

⁸⁶ Apresentado no Capítulo 9.

modelo pedagógico, práticas educacionais podem ser organizadas, com objetivos definidos e estratégias estabelecidas para alcance dos mesmos. Portanto, na experimentação promovida visou-se verificar se, na percepção dos alunos, as estratégias planejadas, propostas no modelo pedagógico elaborado, contribuíram para o desenvolvimento da atividade e para o alcance dos objetivos propostos.

Os estudos de casos ocorreram durante o primeiro semestre de 2011, na disciplina de Cálculo I, em duas turmas (presenciais) do Ensino Superior do IF Fluminense Campus Campos Centro: 1º período do Bacharelado em Sistemas de Informação (curso diurno) e 1º período do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (curso noturno). Nessas duas turmas, a referida disciplina foi ministrada pela autora desta tese.

O dispositivo móvel utilizado nesses estudos foi o celular (do próprio aluno). Considerou-se que experimentar o M-learnMat no contexto real de uma disciplina, utilizando os dispositivos dos próprios alunos, permitiria analisar mais profundamente as orientações propostas. Certamente, essa opção também envolveria maior risco de dificuldades relacionadas à variedade de modelos de celular. No entanto, entendeu-se que mesmo estas prováveis dificuldades seriam importantes para a análise do M-learnMat e, numa visão mais ampla, para as pesquisas na área de *m-learning*.

Nos dois cursos considerados, a disciplina de Cálculo I possuía a mesma carga horária (80 h/aula), ementa (Limite e Continuidade; Derivadas; Integrais) e objetivo principal (aprendizagem⁸⁷ dos tópicos da ementa). Assim, na experimentação buscou-se investigar como as estratégias propostas colaboraram para o desenvolvimento das ações da disciplina e para o alcance do referido objetivo, nos dois contextos analisados (diurno e noturno).

O Moodle foi o ambiente virtual adotado. Este já era utilizado no *campus* em questão, em apoio às aulas presenciais. No entanto, o mesmo ainda não contava com o *plug-in* MLE-Moodle, que estende as funcionalidades do Moodle aos celulares. Com a colaboração do Departamento de Tecnologia, Comunicação e Informação (DTIC), o referido *plug-in* foi instalado no início do primeiro semestre de 2011. Destaca-se que, dessa forma, todos os cursos no Moodle do *campus* passaram a ter a possibilidade de contar com o MLE-Moodle e não apenas o curso de Cálculo I.

⁸⁷ A referida aprendizagem é aqui entendida em conformidade com a visão de Davýdov (1982) sobre o desenvolvimento do pensamento teórico matemático, ou seja, envolve a apropriação dos conceitos abordados, de tal forma que generalizações sejam possíveis.

Os dados da experimentação foram levantados por meio de questionários, observação não-estruturada e análise dos dados do Moodle. A análise dos dados foi promovida tanto qualitativa quanto quantitativamente.

Destaca-se que a experimentação não indicou a necessidade de alterações no M-learnMat. Assim, o modelo apresentado no Capítulo 9 não sofreu modificações, sendo, portanto, a versão final do mesmo.

Após a experimentação, foi elaborada uma versão digital do M-learnMat⁸⁸. A mesma foi desenvolvida em Flash® e encontra-se disponível na Internet em: <<http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/index.php?/m-learnmat.html>>. Com isso, visou-se facilitar o acesso ao modelo, colaborando para a utilização do mesmo por professores e pesquisadores da área. A elaboração dessa versão digital não foi prevista no início da pesquisa, portanto a mesma não foi descrita como uma das etapas a serem cumpridas no desenvolvimento desta tese. Como, ao final da experimentação, entendeu-se que a mesma agregaria valor ao modelo elaborado, optou-se por implementá-la como uma contribuição adicional.

Ao apresentar-se o M-learnMat, no Capítulo 9, são mostradas algumas telas da versão digital, contribuindo para a explicação do modelo. Antes disso, no entanto, promove-se, no próximo capítulo, uma análise da pesquisa exploratória e do estudo de caso piloto realizados.

⁸⁸ Versão implementada por Alex B. Mamari, bolsista CNPq do projeto Aprendizagem com Dispositivos Móveis.

8 ESTUDOS EXPLORATÓRIOS PRELIMINARES

Neste capítulo são descritos os estudos preliminares (pesquisa exploratória e estudo de caso piloto) que, juntamente com a revisão bibliográfica realizada, contribuíram para a elaboração do modelo pedagógico M-learnMat.

8.1 Pesquisa Exploratória: levantando indicativos

Como mencionado no Capítulo 7, em novembro de 2009, foi realizada uma pesquisa exploratória com alunos de três cursos do IF Fluminense: Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Licenciatura em Matemática e Engenharia de Controle e Automação. O objetivo da mesma foi levantar indicativos sobre possibilidades de uso educacional de dispositivos móveis (principalmente celulares). Para tanto, foram distribuídos, aleatoriamente, 20 questionários em cada um dos cursos mencionados.

A média de idade dos participantes do curso de Tecnologia, da Licenciatura e da Engenharia foi, respectivamente, 21, 20 e 24 anos. Todos afirmaram possuir celular (comum ou *smartphone*), com significativa predominância do celular comum, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Dispositivos Móveis – Pesquisa Exploratória

Dispositivos Móveis	Porcentagem de participantes de cada curso por tipo de dispositivo		
	Licenciatura em Matemática	Engenharia de Controle e Automação	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
<i>Smartphone</i>	----	20%	15%
Celular comum	100%	85%	85%
Netbook	10%	10%	20%
PDA/Palmtop	5%	10%	----
MP4 player	20%	40%	25%
Dispositivo dedicado somente a GPS	----	-----	5%
Outro(s) dispositivo(s) móvel(is). Qual (is)?	----	10% - Notebook 5% - MP3 5% - Nitendo/PSP	5% - Notebook 5% - MP3 5% - Nitendo/PSP

Na Tabela 1, assim como nas demais, 100% dos participantes, em cada curso, são correspondentes a 20 alunos. Na Engenharia, um dos participantes possuía tanto um celular comum quanto um *smartphone*, o que justifica o percentual total entre esses dois tipos ultrapassar 100% (Tabela 1). Observa-se que, excluindo-se os celulares, os demais dispositivos móveis eram pouco comuns entre os participantes.

A Tabela 2 mostra percentuais relacionados ao uso dos recursos adicionais do celular. Foram destacados somente os recursos considerados como potencialmente úteis para ações educacionais.

Tabela 2: Uso dos Recursos Adicionais do Celular – Pesquisa Exploratória

Uso dos recursos adicionais do celular	Porcentagem de participantes de cada curso por recurso		
	Licenciatura em Matemática	Engenharia de Controle e Automação	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Enviar SMS	90%	95%	95%
Jogar	60%	55%	65%
Ver vídeos	25%	45%	55%
Fotografar	60%	40%	75%
Ler <i>e-mail</i>	5%	10%	15%
Acessar páginas da Internet	-----	25%	30%
Utilizar <i>Bluetooth</i>	45%	40%	70%

Observa-se, na Tabela 2, que “Enviar SMS” é bastante comum entre os participantes, o que pode ser interessante em termos educacionais, se explorado de forma apropriada. As opções “Ler *e-mail*” e “Acessar páginas da Internet” são pouco utilizadas, o que pode estar associado aos custos de conexão, como mostra a análise da Tabela 5. A opção “Utilizar *Bluetooth*”, que pode ser bastante útil na transferência de arquivos sem gastos com Internet, teve um percentual significativo somente entre os participantes do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, o que pode estar relacionado à própria área de atuação destes.

A Tabela 3 mostra os percentuais relacionados à habilidade em lidar com o teclado do celular.

Tabela 3: Habilidade em Usar o Teclado do Celular – Pesquisa Exploratória

Habilidade em usar o teclado do celular	Porcentagem de participantes de cada curso por categoria		
	Licenciatura em Matemática	Engenharia de Controle e Automação	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Péssima	-	5%	-
Ruim	10%	5%	-
Regular	0	10%	15%
Boa	70%	60%	55%
Excelente	20%	20%	30%

De modo geral, foram bastante favoráveis, em termos educacionais, os percentuais obtidos. Considerando-se, conjuntamente, as categorias “Boa” e “Excelente”, tem-se 80% (Engenharia) como percentual mais baixo.

Os percentuais da Tabela 4 mostram como os participantes se sentem ao ficar sem seus celulares. Com essa questão buscou-se investigar como é a relação usuário/dispositivo.

Tabela 4: Falta do celular – Pesquisa Exploratória

Ficar sem celular é:	Porcentagem de participantes de cada curso por categoria		
	Licenciatura em Matemática	Engenharia de Controle e Automação	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Normal, não me faz falta	5%	10%	5%
Desagradável	80%	75%	65%
Desesperador	15%	15%	30%

Entende-se, pelos percentuais das duas primeiras categorias da Tabela 4, que os participantes, em geral, têm uma relação equilibrada com o celular. Esse equilíbrio é importante em qualquer contexto, o que inclui o educacional. No entanto, alguns participantes (3ª categoria da Tabela 4) parecem demonstrar certo desequilíbrio nessa relação. O medo de ficar sem celular, conhecido como nomofobia⁸⁹, tem acometido muitas pessoas (POST OFFICE TELECOMS, 2009), causando vários problemas. No presente estudo essa questão não foi aprofundada, mas considera-se que excessos não são saudáveis. Nesse sentido, o baixo percentual da terceira categoria foi considerado como positivo, em termos educacionais.

A Tabela 5 apresenta os percentuais relacionados aos custos de utilização do celular. Essa questão visou levantar indicativos sobre a influência que os custos podem ter sobre a utilização de certos serviços, em termos educacionais.

⁸⁹ Em inglês, *nomophobia*: *no* + *mo(bile)* + *phobia*.

Tabela 5: Custos de Utilização como Limitador de Uso do Celular – Pesquisa Exploratória

De maneira geral, os custos de utilização são, ainda, fatores limitadores de uso?	Porcentagem de participantes de cada curso por categoria		
	Licenciatura em Matemática	Engenharia de Controle e Automação	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Sim	45%	30%	45%
Parcialmente	50%	40%	45%
Não	5%	30%	10%

Considerando-se, conjuntamente, na Tabela 5, as categorias “Sim” e “Parcialmente”, tem-se como percentual mais baixo 70% (Engenharia), o que sinaliza o custo como um fator que, ainda, influencia, significativamente, o uso de recursos do celular. Nessa questão foi solicitado um comentário relacionado à opção escolhida. A maioria dos comentários abordou a questão do custo de conexão Internet. Apresentam-se três destes comentários:

(Sim) As mensagens com imagens são muito caras, e a navegação na internet também, caso fosse mais acessível usaria com maior frequência (Aluno 6 – Licenciatura).

(Parcialmente) Somente para o uso da internet (Aluno 5 – Tecnólogo).

(Não) Como o meu celular possui internet wi-fi, em muitos lugares eu acesso a internet de graça (Aluno 17 – Engenharia).

A Tabela 6 apresenta os percentuais sobre o uso de dispositivos móveis na educação. Percebe-se uma postura bastante receptiva à idéia do uso dos dispositivos móveis em termos educacionais. Os que responderam afirmativamente, de maneira geral, destacaram a importância do uso de tecnologias digitais na educação, a praticidade e a mobilidade permitida pelos dispositivos móveis.

Tabela 6: Dispositivos Móveis na Educação – Pesquisa Exploratória

O uso de aparelhos móveis, com conexão Internet, (sem ser <i>netbooks</i> ou <i>notebooks</i>) para fins educacionais é viável?	Porcentagem de participantes de cada curso por categoria		
	Licenciatura em Matemática	Engenharia de Controle e Automação	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Sim	85%	90%	90%
Não	15%	10%	10%

Também nessa questão foi solicitado um comentário complementar. Apresentam-se duas destas justificativas:

Sim, até por ser uma tecnologia móvel poderá ser acessado em diversos lugares, onde há cobertura da operadora (Aluno 4 - Análise e Desenvolvimento de Sistemas).

Seria ótimo poder, em qualquer lugar, utilizar esses aparelhos para fins educativos e como futura professora estar sempre atualizada para melhorar a minha prática pedagógica (Aluno 10 – Licenciatura em Matemática).

Os alunos que não consideraram viável justificaram por razões pertinentes, já bem relatadas em estudos da área, tais como: tamanho da tela, preço do acesso à Internet e variedade de modelos de celular (o que poderia dificultar o acesso a certos arquivos).

Ressalta-se que nenhum dos participantes foi, previamente, orientado sobre o que seria *m-learning*. Isso torna as respostas ainda mais interessantes, uma vez que a maioria apresentou justificativas bem coerentes com as razões pelas quais pesquisas em *m-learning* têm sendo defendidas. Foi possível observar que, de maneira geral, os dados levantados, nos três cursos presenciais, indicaram a existência de um campo receptivo a ações educacionais utilizando dispositivos móveis, em particular, celulares.

Buscando compreender melhor o contexto real de uso de um aplicativo educacional para celular e aprimorar os procedimentos a serem adotados posteriormente, foi promovido um estudo de caso piloto. Na seção seguinte, relata-se o referido estudo.

8.2 Estudo de Caso Piloto

No estudo de caso piloto⁹⁰ utilizou-se o Graph2Go, tendo como público alvo oito alunos do 1º período de Engenharia de Controle e Automação Industrial e quatro alunos do 2º período da Licenciatura em Matemática.

A transferência do aplicativo para o celular dos alunos foi realizada por *Bluetooth*, a partir de um *laptop* com tal tecnologia. A transferência direta do aplicativo da Internet para os celulares seria bem mais prática, mas envolveria custos de conexão e *download* (o aplicativo em si é gratuito) e, por isso, foi evitada. Na inscrição dos participantes foi esclarecido que era preciso ter celulares com *Bluetooth* e Java ME (necessário para o Graph2Go).

Durante a referida transferência, ocorreram dois problemas. Um participante não tinha Java ME em seu celular, o que impediu o funcionamento do Graph2Go no mesmo. Além disso, ocorreram dificuldades com o *Bluetooth*, o que foi contornado com a utilização

⁹⁰ Realizado em novembro de 2009, com 4 horas de duração.

de cartão de memória. No entanto, dois participantes, com tais dificuldades, não tinham cartão de memória em seus celulares. Assim, ao final da etapa de transferência, dos doze alunos, nove tinham o aplicativo em seus celulares. Porém, como o trabalho foi realizado em dupla, o desenvolvimento das atividades não foi prejudicado. Os problemas ocorridos foram decorrentes das diferenças entre os modelos de celulares, que apresentam recursos variados.

Ressalta-se que a Teoria Sócio-Histórica apoiou o estudo piloto. Assim, a realização de atividades em dupla visou incentivar o trabalho cooperativo, no qual a professora (autora desta tese) assumiu um papel mediador, promovendo questionamentos e reflexões.

Estando os aplicativos instalados nos celulares, a primeira seção da apostila⁹¹, que explica as funcionalidades do Graph2Go, foi abordada com os alunos. Estes demonstraram facilidade no entendimento dos recursos do aplicativo, assim como no manuseio das teclas. A seguir, foram realizadas as atividades relacionadas às transformações gráficas.

De forma geral, os alunos participaram ativamente das atividades propostas. As perguntas direcionadas à professora e as trocas realizadas com os colegas, demonstraram o interesse pelo que estava sendo estudado. Não foram observados comentários ou ações que sinalizassem dificuldades relacionadas ao uso do aplicativo, nem ao entendimento do assunto estudado.

Além da observação, foi utilizado um questionário que levantou dados sobre: i) experiência prévia de uso educacional de aplicativos para celular; ii) facilidade de aprendizagem do aplicativo Graph2Go e contribuição deste para o entendimento do tema abordado; iii) vantagens e desvantagens gerais do Graph2Go; iv) importância do uso de aplicativos, de maneira geral, para a aprendizagem matemática; v) papel mediador do colega e do professor. Destaca-se que o questionário foi respondido por todos os 12 participantes do estudo piloto. Os dados levantados são discutidos a seguir.

Nenhum dos participantes havia utilizado aplicativo para celular no estudo de algum tema educacional (mesmo não sendo em Matemática). Ainda assim, nove consideraram “fácil” aprender os recursos do Graph2Go e os demais consideraram “muito fácil”. Dentre os comentários, de maneira geral, foi destacado que o aplicativo é bem organizado, de fácil compreensão, com recursos intuitivos, simples e objetivos. Os resultados obtidos confirmam o que foi mencionado com relação a não ter sido observada evidência alguma de dificuldade de uso do aplicativo pelos participantes.

⁹¹ Elaborada especificamente para o estudo de caso piloto, conforme descrito no Capítulo 7.

Todos consideraram que as atividades da apostila, desenvolvidas com o auxílio do Graph2Go, colaboraram para o entendimento do tema estudado. A possibilidade de visualizar a variação do comportamento do gráfico das funções, mediante alteração de coeficientes, foi o aspecto mais destacado pelos participantes.

Além disso, ainda foram apontadas outras vantagens do Graph2Go: facilidade de entendimento e utilização, praticidade, mobilidade e gratuidade. As desvantagens destacadas foram: limitação com relação às opções de funções, impossibilidade de traçar, na mesma tela, gráficos de funções diferentes, idioma (o aplicativo é em inglês) e tamanho dos gráficos.

Com relação ao uso, em geral, de aplicativos para celulares direcionados à aprendizagem matemática, oito participantes consideraram “muito importante” e os demais julgaram “importante”. Foi destacado que, com a popularização dos celulares, este se mostra como um recurso que pode ser útil para a aprendizagem. Os resultados obtidos estão de acordo com o que pesquisas sobre *m-learning* no processo de ensino e aprendizagem de Matemática têm apontado (CALLE e VARGAS, 2008; BAYA'A e DAHER, 2009; EDUINNOVA, 2009).

Quanto à colaboração do(s) colega(s) durante as atividades utilizando o Graph2Go, sete participantes consideraram “muito importante” e os outros cinco, “importante”. Em geral, a interação entre os alunos foi destacada como sendo significativa para a discussão dos conceitos propostos e melhor entendimento dos mesmos. A visão dos participantes está coerente com a de Vigotski (2007), quando este defende a importância da atividade compartilhada.

Com relação à atuação do professor como mediador durante as atividades utilizando o Graph2Go, nove participantes consideraram “muito importante”, dois consideraram “importante”, e para um participante foi “pouco importante”. Os participantes ressaltaram que, embora o aplicativo seja de fácil entendimento e utilização e as atividades fossem claras, a atuação do professor, promovendo reflexões sobre os conceitos envolvidos, foi fundamental. O aluno que considerou “pouco importante” apresentou a justificativa abaixo:

Pouco importante, pois é possível entender o aplicativo sem o auxílio do professor, mas importantíssimo para auxiliar com o pensamento matemático (Participante 4).

Observa-se que até mesmo o participante que considerou “pouco importante” destacou o papel do professor como mediador.

O estudo de caso piloto foi muito importante para o entendimento de dificuldades envolvidas no uso educacional do celular, em situações reais, assim como, das potencialidades do referido uso. Destacam-se, em particular, as características favoráveis do Graph2Go. Estas evidenciam a importância de aplicativos gratuitos, direcionados a temas matemáticos, tendo em vista o desenvolvimento do senso crítico e do raciocínio lógico. A disponibilidade de tais recursos pode contribuir para o uso dos dispositivos móveis na aprendizagem matemática.

Analisando, de forma conjunta, a pesquisa exploratória e o estudo de caso piloto foi possível observar que alguns aspectos foram evidenciados nas duas experiências. Os mesmos são destacados no Quadro 6.

Quadro 6: Aspectos Destacados na Pesquisa Exploratória e no Estudo Piloto

Aspectos Negativos	Análise
<ul style="list-style-type: none"> • Variedade de modelos e recursos dos celulares 	<ul style="list-style-type: none"> • Este problema foi apontado na pesquisa como uma potencial dificuldade para a transferência de arquivos e foi, claramente, evidenciado no estudo piloto, no momento da transferência do Graph2Go.
<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da tela 	<ul style="list-style-type: none"> • Mencionada nas duas experiências, essa questão deve ser levada em consideração, tanto na seleção de recursos como na elaboração destes.
<ul style="list-style-type: none"> • Custos com conexão à Internet e <i>download</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Estes foram apontados na pesquisa como um fator que ainda prejudica a plena utilização dos recursos dos celulares. No estudo piloto, a transferência do aplicativo, diretamente da Internet para os celulares, seria muito mais prática, mas os custos envolvidos fizeram com que essa opção fosse evitada. Entende-se, então, que o fator custo ainda é problemático, considerando-se, principalmente, que os recursos da Internet abrem muitas possibilidades educacionais.

Aspectos Positivos	Análise
<ul style="list-style-type: none"> Habilidade em lidar com as teclas do celular 	<ul style="list-style-type: none"> Destacada nas duas experiências, o que parece indicar que o tamanho das teclas não é um fator complicador para o público alvo considerado.
<ul style="list-style-type: none"> Praticidade de uso do celular 	<ul style="list-style-type: none"> Mencionada na pesquisa, essa praticidade foi evidenciada no estudo piloto. A forma de utilização do celular é muito semelhante à de uma calculadora, estando à disposição quando necessário.
<ul style="list-style-type: none"> Receptividade quanto ao uso educacional de dispositivos móveis 	<ul style="list-style-type: none"> Os alunos foram muito receptivos ao referido uso. No estudo piloto, o foco foi a aprendizagem matemática e todos consideraram o uso de celulares importante (ou muito importante).

De maneira geral, tanto a pesquisa exploratória quanto o estudo de caso piloto contribuíram muito para uma melhor compreensão do contexto de uso pedagógico de celulares. Esse entendimento colaborou para a elaboração do M-learnMat, apresentado no capítulo seguinte.

9 MODELO PEDAGÓGICO M-LEARNMAT

O M-learnMat baseia-se na proposta de Behar (2009)⁹² sem, no entanto, focalizar exclusivamente a EaD. Assim, o modelo é composto de uma arquitetura pedagógica (AP) e de estratégias para aplicação da mesma. Porém, essas estratégias representam a forma como o professor irá colocar em prática os aspectos destacados na AP, ou seja, dependem de cada professor e do seu contexto real. Portanto, no M-learnMat, são fornecidas apenas sugestões de estratégias.

Como mencionado, o modelo foi implementado em versão digital (<http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/index.php?/m-learnmat.html>), com a qual se buscou facilitar o acesso ao mesmo, por parte de professores e pesquisadores. Neste capítulo, são apresentadas algumas telas dessa versão, auxiliando a explicação do modelo. A tela inicial (Figura 22) mostra a estrutura do M-learnMat, que contém uma área correspondente à AP e outra às estratégias.

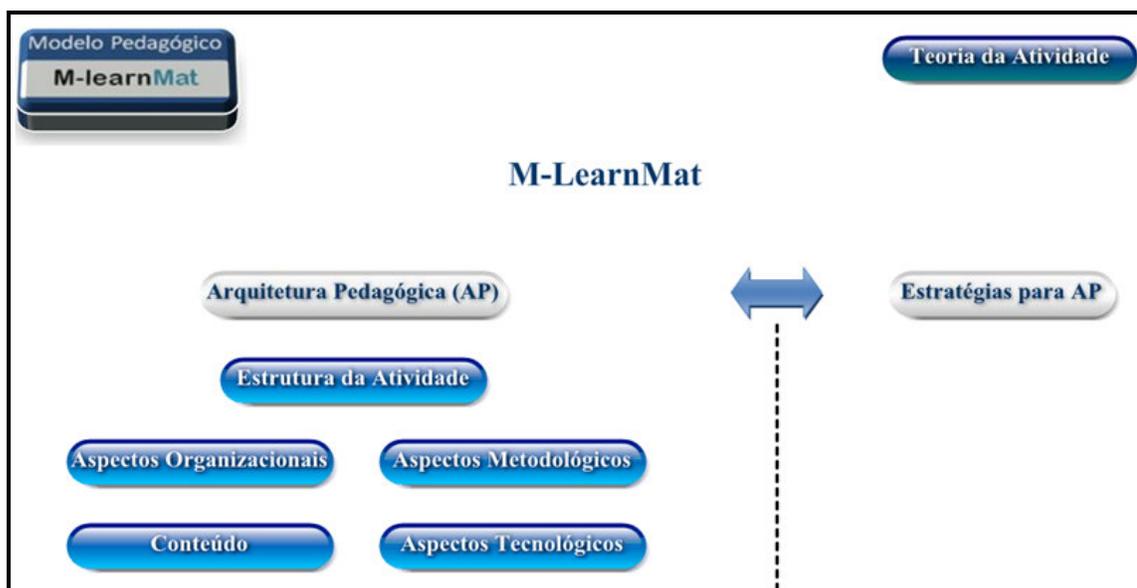


Figura 22: Tela Inicial - Estrutura do M-learnMat

Na área da AP há um menu com os elementos que a compõem (Estrutura da Atividade, Aspectos Organizacionais, Aspectos relacionados ao Conteúdo, Aspectos

⁹² Apresentada no Capítulo 6, seção 6.1.

Metodológicos e Aspectos Tecnológicos). Por meio deste é possível acessar informações sobre esses cinco elementos. Estes se inter-relacionam e se complementam, porém, a Estrutura da Atividade é base para todos os outros. A mesma é uma adaptação do diagrama de Engeström (1987), que permite entender o relacionamento entre os diversos componentes envolvidos na atividade de Matemática com *m-learning*. Em todos os demais elementos da AP, os componentes envolvidos na Estrutura da Atividade e os relacionamentos entre os mesmos devem ser levados em consideração.

Esclarece-se que reorganizações no modelo pedagógico são sempre possíveis, mesmo que durante o desenvolvimento das ações planejadas (BEHAR, 2009). O ritmo e as necessidades dos alunos, por exemplo, podem levar a ajustes no modelo, o que evidencia a importância do papel do professor mediador. A seta dupla entre a área da AP e a parte das estratégias, na Figura 22, indica justamente isso, que reestruturações são possíveis. A AP orienta as estratégias a serem adotadas, mas estas também podem evidenciar a necessidade de alterações na AP.

O botão “Teoria da Atividade”, no alto da tela inicial, indica que a mesma fundamenta o M-learnMat. Neste há um *link* que remete a um resumo dessa teoria e a endereços eletrônicos de textos relacionados. Os botões “Arquitetura Pedagógica (AP)” e “Estratégias para a AP” remetem a explicações sobre cada um desses componentes do modelo.

A subseção seguinte explicita o elemento Estrutura da Atividade. Nas demais subseções, os outros elementos que compõem a AP são detalhados, assim como são apresentadas sugestões de estratégias relacionadas aos mesmos. Como a Teoria da Atividade embasa o M-learnMat, as estratégias são fortemente vinculadas à proposta desta teoria.

9.1 Estrutura da Atividade

Clicando-se no botão “Estrutura da Atividade” no menu mostrado na Figura 22, abre-se a tela mostrada na Figura 23. Nesta é apresentada uma adaptação do diagrama de Engeström (1987) para o contexto do M-learnMat.

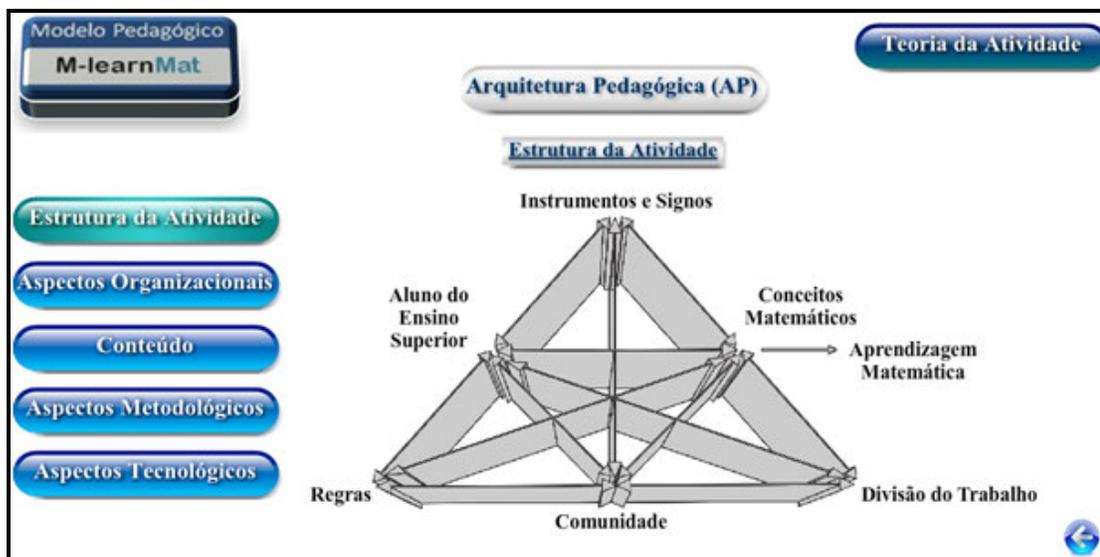


Figura 23: Estrutura da Atividade

Esse diagrama permite identificar diversas relações entre os componentes da atividade de *m-learning* direcionada à Matemática no Ensino Superior. Em cada componente há um *link* que remete à explicações sobre o mesmo, conforme explicitado no Quadro 7.

Quadro 7: Componentes da Estrutura da Atividade no M-learnMat

- Sujeito: aluno do Ensino Superior, com Matemática em sua grade curricular;
- Objeto de conhecimento: conceitos matemáticos;
- Instrumentos e signos:
 - Instrumentos: tecnologias móveis, computadores, redes de conexão, livros, apostilas, *softwares*, aplicativos, entre outros;
 - Signos: linguagem, sistemas simbólicos algébricos, esquemas e modelos matemáticos e outros instrumentos conceituais.
- Regras: são normas que orientam os procedimentos da atividade. Assim, há regras relacionadas às ações a serem desenvolvidas, ao uso das tecnologias digitais, ao tipo de avaliação, ao trabalho colaborativo, entre outras;
- Comunidade: é formada por todas as pessoas envolvidas no sistema de atividade. Logo, no M-learnMat, a comunidade é formada pela turma do Ensino Superior à qual pertence o sujeito (aluno), o professor de Matemática e demais pessoas que possam estar relacionadas à atividade. É importante considerar que a comunidade está sempre inserida em contextos sociais, físicos e tecnológicos que não podem ser ignorados;
- Divisão do trabalho: papel e tarefas do professor, aluno e de outras pessoas envolvidas na atividade.

Com a atividade realizada espera-se um resultado, que no M-learnMat é a aprendizagem dos conteúdos matemáticos abordados. Esta aprendizagem envolve a apropriação dos conceitos estudados, de tal forma que os mesmos possam ser aplicados em outros contextos (generalizações)⁹³.

A estrutura da atividade permite entender que a relação entre o aluno e os conceitos matemáticos é mediada por instrumentos (nos quais se encontram os dispositivos móveis) e signos. Mas, além disso, o triângulo entre aluno, conceitos e a comunidade permite entender que a relação entre estes também é mediada pela comunidade. Da mesma forma, as regras e a divisão de trabalho são mediadores da relação aluno-conceitos matemáticos. Estas relações, e as várias outras que podem ser identificadas, mostram a aprendizagem como fruto de uma atividade coletiva, na qual os diversos componentes exercem influência. Destaca-se que o botão “Estrutura da Atividade”, no alto do triângulo mostrado na Figura 23, remete a explicações sobre a estrutura como um todo.

Como o trabalho com dispositivos móveis tem forte ligação com o contexto social, essa estrutura é fundamental para o M-learnMat, permitindo a análise dos componentes envolvidos, de forma integral. Assim, a mesma é a base do modelo proposto.

Os demais botões do menu dos elementos da arquitetura pedagógica (Figura 22) remetem a telas com as informações e estratégias apresentadas nas próximas seções.

9.2 Aspectos Organizacionais

Os aspectos organizacionais são relacionados à preparação da atividade de Matemática a ser desenvolvida com o apoio de dispositivos móveis. Isso inclui, por exemplo: i) análise do contexto de aprendizagem envolvendo *m-learning*; ii) determinação do motivo da atividade e planejamento das ações, identificando os objetivos das mesmas; iii) estabelecimento de regras, normas e procedimentos; iv) definição de papéis dos participantes e das tecnologias adotadas; v) análise de questões relacionadas a tempo e espaço; vi) definição de questões relacionadas à mobilidade.

Com relação a estes aspectos, foram identificadas algumas estratégias (Quadro 8). Entende-se que estratégias são formas como o professor irá colocar em prática os referidos

⁹³ Como defende a proposta de Davýdov (1982) para o desenvolvimento do pensamento matemático.

aspectos, como afirma Behar (2009). Assim, as estratégias apresentadas são apenas sugestões a serem consideradas quando o professor for operacionalizar os aspectos organizacionais da atividade a ser promovida.

Quadro 8: Aspectos Organizacionais - Estratégias

- Analisar o contexto de aprendizagem, tanto em termos de aspectos internos às pessoas (motivações, objetivos, entre outros), quanto externos (instrumentos, características da comunidade e do curso, aspectos ambientais, entre outros). Isso inclui, por exemplo: i) verificar a receptividade dos alunos em relação à utilização de dispositivos móveis com fins educacionais; ii) refletir sobre o papel da Matemática no curso em que se insere (em geral, no Ensino Superior, a Matemática deve dar apoio a outras disciplinas); iii) levar em consideração as condições sociais dos alunos; iv) investigar experiências anteriores dos alunos, relacionadas ao uso de recursos tecnológicos no estudo de temas matemáticos;
- Identificar, claramente, o motivo da atividade proposta. Como se trata de uma atividade de aprendizagem para Matemática, o motivo deve ser adquirir algum conceito desse campo, mas sempre por meio de ações conscientes. Assim, esse motivo deverá estar claro para todos os envolvidos;
- Estabelecer as ações a serem promovidas e os objetivos a serem alcançados com as mesmas, assim como operações a serem realizadas. Nesse sentido, também é preciso definir se as ações serão:
 - ✓ comuns a todos os alunos ou se serão diferenciadas por aluno ou equipe (ou ainda, se algumas ações serão comuns e outras diferenciadas);
 - ✓ realizadas em um mesmo local, ao mesmo tempo, ou se irão ocorrer em locais e/ou momentos distintos;
 - ✓ orientadas por uma proposta de divisão de trabalho totalmente a critério do grupo, no caso de ações em equipe, ou se critérios pré-estabelecidos nortearão esta divisão.
- Organizar regras e procedimentos a serem adotados visando orientar ações e interações durante a atividade;
- Identificar limitações impostas à atividade por agentes externos, assim como meios para minimizá-las (por exemplo, realizar uma ação em determinado local pode exigir autorização de terceiros, o que pode não ocorrer);
- Refletir sobre o papel dos dispositivos móveis. No contexto do M-learnMat, estes dispositivos são entendidos como artefatos mediadores entre o aluno do Ensino Superior e o conceito matemático. Portanto, os mesmos não têm um fim em si mesmo, são instrumentos que colaboram para a construção do pensamento matemático;

- Especificar o tipo de suporte a ser fornecido no caso de ocorrência de dificuldades;
- Definir como a mobilidade será considerada na atividade. Isso envolve, por exemplo, estabelecer se: i) haverá, ou não, explorações em contextos reais; ii) os alunos poderão, ou não, estar distantes geograficamente; iii) ocorrerá apenas o uso de dispositivos móveis, sem envolver mobilidade física dos alunos;
- Compreender o papel do aluno no processo de aprendizagem, suas motivações, interesses, habilidades para estudo, entre outros;
- Entender o papel do professor como mediador humano na relação sujeito-objeto de conhecimento. As ações do professor devem levar o aluno a sentir necessidade de aprender os conceitos a serem trabalhados. Além disso, compreender que também os colegas de turma atuam como mediadores nessa relação.

A Figura 24 mostra a tela da versão digital correspondente a esse aspecto. As telas relativas aos demais aspectos são semelhantes a essa.

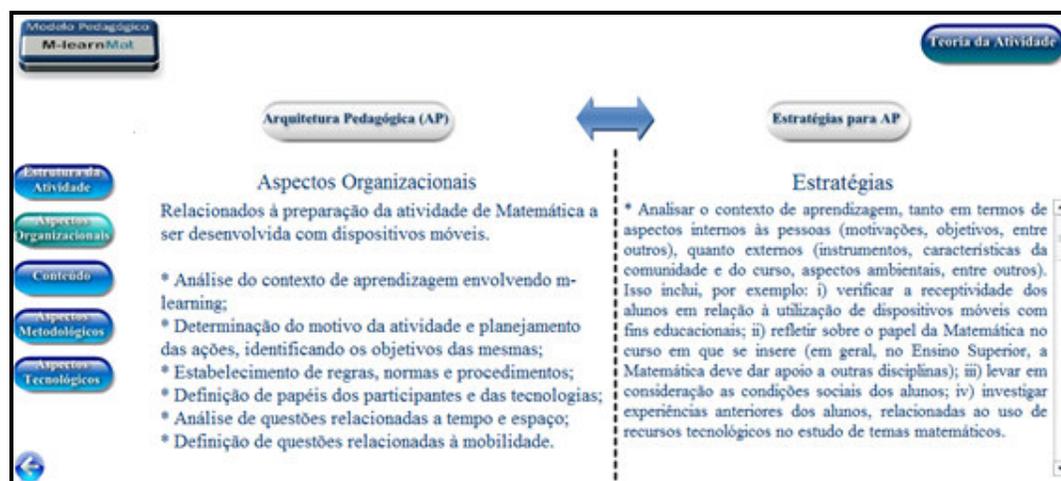


Figura 24: Tela Correspondente a Aspectos Organizacionais

9.3 Aspectos Relacionados ao Conteúdo

O conteúdo matemático, a ser abordado no Ensino Superior, deve ser analisado de forma que possa ser trabalhado por meio de dispositivos móveis. Considera-se que, assim como no caso dos computadores, a simples reprodução de material tradicional para uso nestes dispositivos não é o diferencial de *m-learning*, embora possa ser útil em alguns contextos. Um uso mais proveitoso destes dispositivos requer que o conteúdo seja compreendido de forma mais ampla, até mesmo pelo professor.

Os aspectos relacionados ao conteúdo incluem, por exemplo: i) identificação de pré-requisitos; ii) questões sobre materiais pedagógicos e objetos de aprendizagem (OA)⁹⁴ a serem elaborados; iii) seleção de aplicativos para o dispositivo adotado; iv) organização de abordagens que permitam melhor utilização do dispositivo móvel, tendo em vista a aprendizagem do conteúdo abordado. Algumas sugestões de estratégias a serem adotadas com relação ao conteúdo são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9: Conteúdo - Estratégias

- Promover um levantamento dos principais pré-requisitos matemáticos necessários ao desenvolvimento da atividade e permitir que o aluno tome conhecimento destes. Além disso, viabilizar meios para retirada de dúvidas relacionadas aos mesmos;
- Identificar que partes do conteúdo podem ser bem trabalhadas por meio de tecnologias móveis e que partes são melhor apoiadas por outras tecnologias (ou mesmo nenhuma);
- Elaborar materiais pedagógicos e OA que possam ser estudados/respondidos por meio do dispositivo móvel adotado. Nesse sentido, é importante considerar que:
 - ✓ a digitação de fórmulas e símbolos matemáticos pode ser problemática em dispositivos móveis;
 - ✓ em geral, partes textuais longas não são muito apropriadas a *m-learning*, assim como arquivos “pesados”. O material pedagógico deve ser objetivo, de forma a considerar as limitações dos dispositivos e, também, colaborar para o aproveitamento do tempo dos alunos.
- Selecionar aplicativos que possam subsidiar o estudo do tema, de acordo com o dispositivo adotado. Nesse sentido, é importante considerar que o aplicativo deve:
 - ✓ apresentar interface adequada ao público alvo a que se destina;
 - ✓ possuir funções da interface (ícones, menus, etc.) fáceis de serem entendidas;
 - ✓ apresentar as convenções e definições relacionadas à Matemática de maneira correta;
 - ✓ permitir o desenvolvimento das capacidades de raciocínio e de resolução de problemas, incentivando o desenvolvimento do pensamento teórico matemático;
 - ✓ possibilitar visualização e investigação dinâmica de fatos matemáticos;
 - ✓ contribuir para a construção de abstrações matemáticas, evitando a mera memorização de algoritmos;

⁹⁴ Um OA pode ser entendido como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte ao ensino” (WILEY, 2001, p. 7). Segundo Macêdo et al. (2007), os OA podem ser objetos criados em qualquer mídia ou formato e podem ser simples, como uma animação ou uma apresentação de *slides*; ou complexos, como uma simulação. Destaca-se que a própria versão digital do M-learnMat pode ser entendida como um OA.

- ✓ permitir explorar os conteúdos de forma consistente;
- ✓ possibilitar o desenvolvimento da capacidade de avaliar informações criticamente;
- ✓ facilitar o entendimento da Matemática como linguagem de comunicação, por meio da qual é possível modelar e interpretar a realidade.
- Discutir, com os alunos, possíveis limitações do(s) aplicativo(s) selecionado(s), em termos do conteúdo, incentivando reflexões e uso crítico da tecnologia;
- Organizar abordagens que:
 - ✓ possibilitem explorar os recursos do próprio dispositivo no estudo dos temas considerados: vídeos, fotografias, músicas, entre outros;
 - ✓ situem o conteúdo na perspectiva do curso em que se insere, oportunizando o contato dos alunos com aplicações na sua área;
 - ✓ permitam modificação, por parte do aluno, de atitudes relacionadas à aprendizagem, incentivando práticas colaborativas, análise crítica de informações, exploração de contextos reais e posturas mais confiantes em relação à Matemática.
- Considerar conceitos como meios de realização de ações complexas, que devem ser construídos pelos alunos, de forma consciente. Assim, a atividade é condição necessária para a formação dos conceitos.

9.4 Aspectos Metodológicos

No M-learnMat, a questão metodológica é norteada pela Teoria da Atividade e, em particular, pelas concepções de Davýdov (1982). Estes aspectos incluem, por exemplo: i) questões relacionadas à formação do pensamento matemático; ii) formas de desenvolvimento da atividade; iii) procedimentos de avaliação; iv) identificação de contradições internas à atividade (ENGESTRÖM, 1987). Algumas estratégias são sugeridas no Quadro 10.

Quadro 10: Aspectos Metodológicos - Estratégias

- Compreender que o processo de ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Superior precisa se adaptar às características da sociedade atual;
- Considerar que o aluno é o sujeito das ações a serem realizadas e que o mesmo deve ter consciência do significado destas ações para o processo de apropriação do conhecimento;
- Entender que a atividade a ser realizada, utilizando dispositivos móveis, deve gerar alguma necessidade no aluno em relação ao conteúdo abordado;
- Ter como foco o desenvolvimento do pensamento teórico matemático. Nesse sentido, é importante:
 - ✓ discutir situações históricas que deram origem à necessidade do conteúdo matemático em questão, permitindo compreender o mesmo como produção humana. O ponto de partida dessa discussão pode ser uma pesquisa promovida pelos alunos;
 - ✓ propor, dentro da atividade, situações-problema que envolvam o novo conceito e, no caso, a utilização de dispositivos móveis. Estas situações devem ser sempre coerentes com o propósito global da atividade. Cada ação a ser realizada só será significativa para o aluno se for entendida de forma associada ao motivo da atividade. Além disso, em cada situação-problema, o aluno deve ser orientado a:
 - identificar a relação geral que serve de base para a solução dos problemas. A relação geral é aquela que está na base de diversos fenômenos, cuja compreensão contribui para promover a associação entre os mesmos;
 - estabelecer modelos simbólicos (esquemas gráficos e/ou fórmulas) que permitam estudar os princípios básicos da relação geral.
 - ✓ considerar que o principal não é a resolução correta dos problemas em si, e sim o pensamento lógico-matemático envolvido nas resoluções, que deve possibilitar generalizações;
 - ✓ compreender que a expectativa é que ações específicas passem, posteriormente, para um plano mental (ou seja, sejam internalizadas).
- Incentivar a interação entre as pessoas, por meio do uso de dispositivos móveis. Os jovens utilizam muito bem os dispositivos móveis para esse fim. Cabe ao professor, no entanto, orientar para que, nesse caso, a interação tenha como foco o desenvolvimento da atividade proposta;
- Adotar estratégias motivacionais, incentivando a superação de dificuldades. Nesse sentido, o dispositivo móvel adotado pode ser utilizado para envio de mensagens de incentivo ou com orientações que colaborem para manter o interesse na atividade;
- Determinar formas de avaliar desempenhos individuais e de equipes e disponibilizá-las, para os alunos, desde o início da atividade;

- Identificar contradições internas (ENGSTRÖM, 1987), que podem, por exemplo, ocorrer em cada um dos componentes do sistema de atividade (mostrado na Figura 23) ou entre os mesmos, alterando, algumas vezes, o curso da atividade. Contradições geram perturbações, mas promovem esforços em busca de soluções, o que por sua vez, pode trazer melhorias para a atividade;
- Estabelecer um momento de encerramento, no qual sejam promovidas reflexões e análises sobre a atividade realizada;
- Analisar o desenvolvimento da atividade, buscando compreender a natureza das mudanças que ocorreram em diferentes fases. Esta análise pode colaborar na proposta de novas atividades.

9.5 Aspectos Tecnológicos

Os aspectos tecnológicos são relacionados à tecnologia móvel, o que não exclui, no entanto, a utilização de outros recursos. Os dispositivos móveis para *m-learning*, tais como os celulares/*smartphones*, PDA e *tablets*, devem possibilitar o acesso a conteúdos e recursos educacionais e permitir a comunicação entre a comunidade envolvida. Além disso, devem ter um tamanho que contribua para a mobilidade. Os aspectos tecnológicos incluem, por exemplo: i) reconhecimento de recursos do dispositivo móvel a ser adotado; ii) questões relacionadas ao uso de dispositivos móveis, incluindo infraestrutura; iii) integração de tecnologias. No Quadro 11 são sugeridas algumas estratégias.

Quadro 11: Aspectos Tecnológicos - Estratégias

- Entender que o uso da tecnologia móvel deve colaborar para reflexões individuais e para análises coletivas sobre os conceitos matemáticos abordados;
- Identificar o dispositivo móvel a ser utilizado. Recomenda-se, sempre que possível, utilizar os dispositivos dos próprios alunos, porém deve-se considerar que é preciso:
 - ✓ analisar as características físicas, técnicas e funcionais dos mesmos. Isso inclui avaliar, por exemplo, fatores limitadores do uso e as implicações destes no desenvolvimento das atividades. Por exemplo: tamanho de tela, praticidade de uso, capacidade de armazenamento;
 - ✓ estar atento a problemas decorrentes da variedade de recursos de cada modelo de dispositivo.
- No caso do uso de celulares, recomenda-se pesquisar aplicativos que funcionem em vários modelos (por exemplo, aplicativos em Java ME). Além disso, mesmo para outros dispositivos, entende-se que, para fins educacionais, a possibilidade de usar aplicativos gratuitos deve ser considerada com prioridade;

- Analisar a necessidade de conexão Internet, para o desenvolvimento da atividade, uma vez que isso pode envolver custos de conexão e *download*. A transferência de material pode, muitas vezes, ser feita por Bluetooth, por exemplo, mas em algumas situações a Internet pode ser fundamental. Cabe refletir, então, como essa situação será gerenciada. Ressalta-se que a conexão sem fio, atualmente, pode ser por 3G ou Wi-Fi⁹⁵. A tecnologia Wi-Fi oferece mais velocidade do que a conexão 3G, uma vez que o dispositivo recebe o sinal diretamente de um roteador que, por sua vez, está ligado à Web, via banda larga. Já na conexão 3G, o sinal é oferecido, em geral, pelas operadoras de celular. A vantagem é que o sinal por 3G está disponível mesmo para acessos em movimento, enquanto o Wi-Fi está restrito a determinados ambientes. Os custos devem ser analisados em ambos os casos. Destaca-se que o acesso por Wi-Fi tem sido oferecido gratuitamente em diversos locais (shoppings, bares, hotéis, empresas, entre outros);
- Permitir o reconhecimento prévio dos recursos, pois mesmo que o dispositivo seja do aluno, isso não significa que o mesmo tenha familiaridade com todos os recursos disponíveis. Recomenda-se, nesse sentido, um questionário de sondagem para entender melhor a relação do usuário com o dispositivo;
- Considerar a questão da disponibilidade de tomadas para recarregar baterias, no caso de ações desenvolvidas por todos os alunos em um mesmo local, por um período razoável de tempo;
- Promover a integração de tecnologias móveis e não móveis. O uso de tecnologia móvel não exclui a utilização de outras. Integrar o uso de diversas tecnologias pode colaborar para um melhor desenvolvimento da atividade;
- Analisar alterações na relação professor-aluno, relacionadas à utilização de dispositivos móveis;
- Utilizar os dispositivos móveis de forma a contribuir para o desenvolvimento da autonomia na exploração de temas matemáticos, bem como para aprendizagens em contextos reais.

Observa-se que o M-learnMat é um modelo pedagógico que pode ser adaptado, de forma a orientar práticas educacionais diversas (minicursos, disciplinas, atividades específicas, etc.), envolvendo diferentes conteúdos matemáticos e dispositivos móveis. Com o mesmo espera-se colaborar para o desenvolvimento de atividades de *m-learning* em Matemática. Como afirma Peters (2009), as tecnologias móveis fazem parte da interação diária dos jovens, cabe, então, ao setor educacional analisar possibilidades reais de uso destas tecnologias, a fim de buscar estratégias para apoiar esse aluno cada vez mais “móvel”. No próximo capítulo descreve-se a experimentação do M-learnMat.

⁹⁵ Em termos mais técnicos, Wi-Fi é um conjunto de especificações para redes locais sem fio (WLAN - *Wireless Local Area Network*) baseadas no padrão IEEE 802.11 e é uma marca registrada da *Wi-Fi Alliance*, uma entidade que agrega diversas empresas. O padrão 3G é a terceira geração de padrões e tecnologias de telefonia móvel, baseado na família de normas da União Internacional de Telecomunicações.

10 M-LEARNMAT: EXPERIMENTAÇÃO

Neste capítulo, relata-se o processo de experimentação do M-learnMat. Como descrito na metodologia da pesquisa (Capítulo 7), foram realizados dois estudos de caso. Os mesmos foram promovidos na disciplina de Cálculo I, em duas turmas do Ensino Superior do IF Fluminense⁹⁶, no primeiro semestre de 2011, tendo como professora a autora desta tese. Para tanto, foram utilizados celulares (dos próprios alunos) e o ambiente virtual de aprendizagem Moodle (com o *plug-in* MLE-Moodle).

As duas turmas eram de 1º período e os cursos considerados foram o Bacharelado em Análise de Sistemas e o Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Os dois cursos eram presenciais, mas o Bacharelado era no diurno e o Tecnólogo⁹⁷ no noturno. Portanto, os contextos eram diferentes, pelo próprio perfil do aluno que estuda em cada um desses turnos. No entanto, diversos aspectos foram comuns às duas experiências, por exemplo, conteúdo abordado, dispositivo móvel adotado, ambiente virtual de aprendizagem, material disponibilizado, entre outros. Logo, foi possível adaptar o M-learnMat para um único modelo, mencionado a partir daqui como modelo pedagógico da experimentação⁹⁸.

Inicialmente, portanto, apresenta-se o modelo, no qual são descritas todas as estratégias promovidas na disciplina de Cálculo I. As mesmas são apresentadas de forma detalhada, objetivando fornecer uma visão clara do que foi promovido ao longo da disciplina. A seguir, os dados levantados são relatados e discutidos à luz da Teoria da Atividade.

⁹⁶ Como já mencionado, ao se citar o IF Fluminense, considera-se o Campus Campos-Centro, localizado em Campos dos Goytacazes – RJ.

⁹⁷ Para facilitar a escrita do texto, adotou-se, neste capítulo, o termo “Tecnólogo” para indicar o Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (esse termo é comum na Instituição) e “Bacharelado” para o Bacharelado em Análise de Sistemas.

⁹⁸ Sem perder de vista, no entanto, que o referido modelo é o próprio M-learnMat, numa versão adaptada à realidade da experimentação.

10.1 Modelo Pedagógico da Experimentação

Nesta subseção, os quadros de 12 a 16 apresentam o modelo pedagógico da experimentação do M-learnMat. Esse modelo é o foco da experimentação promovida. As estratégias propostas no mesmo foram adotadas na condução das ações desenvolvidas na disciplina de Cálculo I. Na experimentação visou-se, então, analisar se, na percepção dos alunos, essas ações contribuíram para o desenvolvimento da disciplina e para o alcance dos objetivos.

10.1.1 Estrutura da Atividade

Segundo a TA, a atividade é um sistema coletivo com instrumentos, regras, divisão de trabalho. São pessoas interagindo para transformar o objeto, segundo um motivo comum. A disciplina de Cálculo I, em cada uma das turmas analisadas, foi vista como um sistema de atividade. Em tais sistemas foram realizadas diversas ações (como proposto no modelo pedagógico), tendo em vista o motivo maior que era a aprendizagem. Como defendido por Núñez (2009), a atividade de aprendizagem tem seu produto representado pelos conteúdos assimilados, por novas formas de agir e pelas atitudes e valores formados, de acordo com as intencionalidades educativas.

Portanto, em cada situação, foi possível identificar os componentes do sistema, como mostrado na Figura 25⁹⁹ e detalhado no Quadro 12.

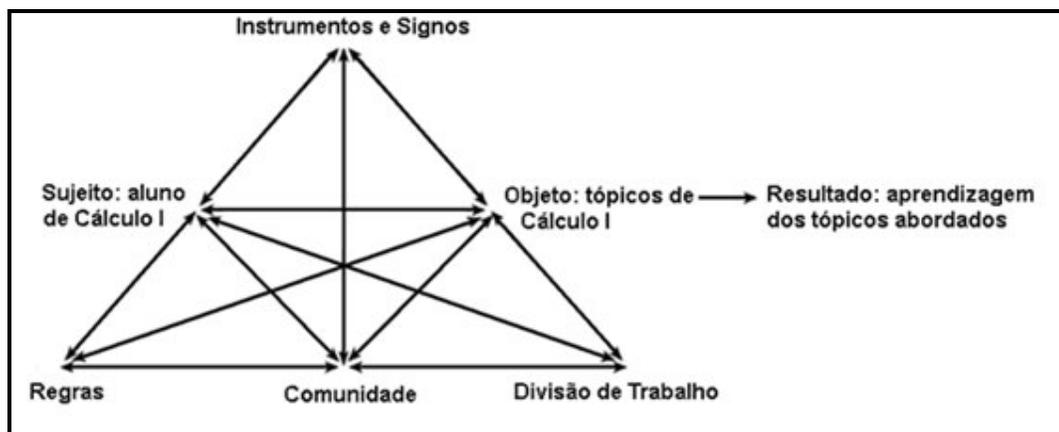


Figura 25: Estrutura da Atividade – Experimentação do M-learnMat

⁹⁹ Uma adaptação do diagrama de Engeström (1987).

Quadro 12: Componentes da Estrutura da Atividade - Experimentação do M-learnMat

- **Sujeito** - aluno da disciplina de Cálculo I, em cada um dos cursos considerados;
- **Objeto de conhecimento** - tópicos de Cálculo I: Limites e Continuidade; Derivadas e Integral;
- **Instrumentos e Signos:**
 - Instrumentos: celulares, notebook utilizado pelo professor, TV LCD 42” existente em cada sala de aula, rede de Internet sem fio disponível na instituição (inclusive para os dispositivos móveis dos alunos), computadores, aplicativos e objetos de aprendizagem para celulares, *softwares* para computadores, calculadoras, ambiente de aprendizagem Moodle (com o *plug-in* MLE para acesso *mobile*), apostilas, livros, folhas de exercícios, entre outros;
 - Signos: linguagem, sistemas simbólicos algébricos, esquemas e modelos matemáticos e outros instrumentos conceituais relacionados aos tópicos de Cálculo I.
- **Regras** - a disciplina, em ambos os cursos, teve uma carga horária de 80 h/aulas (4 h/aulas semanais, ao longo de 20 semanas). No primeiro semestre de 2011, as principais regras da disciplina foram:
 - duas notas semestrais (P1 e P2), cada uma composta por: 10% relativos à participação nas atividades da disciplina, 20% relativos a um trabalho extraclasse e 70% relativos à avaliação individual;
 - proposta de situações-problema, desenvolvidas em grupo e com auxílio de aplicativos no celular (fazendo parte dos 10% de participação);
 - participação nos fóruns de discussão do ambiente Moodle (também fazendo parte dos 10% de participação).
- **Comunidade:**
 - membros: duas comunidades, ambas formadas pelos alunos de cada turma, pela professora, pelo monitor de Cálculo, pela equipe de apoio do Programa Tecnologia Comunicação e Educação do IF Fluminense e pelas pessoas responsáveis pela coordenação dos cursos;
 - contexto institucional tecnológico, no qual as comunidades estavam inseridas: total apoio da direção do *campus*, que investia e acreditava no uso pedagógico de tecnologias digitais. Disponibilidade de laboratórios de informática para a realização de trabalhos extraclasse e liberação de acesso à rede de Internet sem fio para os dispositivos móveis dos alunos.
- **Divisão do trabalho:**
 - Aluno: agente de sua aprendizagem → seu papel era atuar, ativamente, nas ações desenvolvidas, individualmente ou em grupo, tendo em vista a aprendizagem dos conteúdos abordados. A organização dos grupos, assim como a divisão de trabalho entre os membros, também foi responsabilidade dos alunos;

- Professor: mediador da aprendizagem → planejamento de ações, sempre considerando que as mesmas deveriam ter objetivos claros (o aluno deveria ter plena consciência do que estava buscando). Orientação no desenvolvimento das referidas ações, visando contribuir para a aprendizagem dos conteúdos abordados;
- Monitor → apoio às ações desenvolvidas, colaborando para a retirada de dúvidas;
- Equipe do Programa Tecnologia Comunicação e Educação → funcionamento do Moodle e diversas outras demandas relacionadas à parte computacional;
- Pessoas relacionadas às coordenações → questões de gerenciamento e operacionalização dos cursos em questão.

Os componentes de cada estudo de caso se relacionam como no diagrama mostrado na Figura 25 e são considerados de forma global, formando a estrutura da disciplina.

Em ambos os casos, o principal resultado esperado com a disciplina (entendida como um sistema de atividade) era a aprendizagem dos conteúdos abordados, com desenvolvimento do pensamento teórico matemático (que envolve estabelecer relação entre conceitos e promover generalizações). Além disso, também se buscou desenvolver: i) as capacidades de interpretação e de análise crítica de resultados obtidos; ii) o raciocínio lógico, promovendo a discussão de idéias e a elaboração de argumentos coerentes; iii) a capacidade de utilizar, de maneira consciente, recursos de celulares, calculadoras e computadores na resolução de problemas matemáticos.

10.1.2 Aspectos Organizacionais

Os aspectos relativos à organização da disciplina de Cálculo I foram estruturados em cinco blocos, como apresentado no Quadro 13: i) análise do contexto de aprendizagem; ii) determinação do motivo principal da disciplina; iii) ações a serem desenvolvidas e procedimentos a serem adotados; iv) papéis dos participantes e das tecnologias adotadas; v) questões relacionadas à mobilidade. Para cada um desses aspectos foram listadas estratégias correspondentes.

Quadro 13: Aspectos Organizacionais - Experimentação do M-learnMat

Aspectos Organizacionais	Estratégias adotadas
<ul style="list-style-type: none"> Análise do contexto de aprendizagem 	<ul style="list-style-type: none"> Preparação de um questionário inicial, visando: i) verificar que dispositivos móveis o aluno possuía; ii) levantar dados sobre os celulares/<i>smartphones</i>, no caso do aluno possuir algum destes dispositivos, e sobre a utilização de recursos dos mesmos; iii) levantar indicativos sobre a receptividade em relação ao uso educacional de dispositivos móveis, principalmente celulares; iv) investigar experiências anteriores do aluno, relacionadas ao uso de recursos tecnológicos para o estudo de temas matemáticos; Solicitação do preenchimento do referido questionário, no início do período letivo.
<ul style="list-style-type: none"> Determinação do motivo principal da disciplina 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação do motivo principal da disciplina: aprendizagem dos tópicos de Cálculo I. Todas as ações deveriam colaborar para este fim, sempre por meio de atitudes conscientes por parte dos alunos; Organização e disponibilização no Moodle da ementa da disciplina; Reflexão sobre o encadeamento existente entre os assuntos abordados e sobre a importância do Cálculo nas diversas áreas do conhecimento, para posterior esclarecimento desses aspectos com os alunos.
<ul style="list-style-type: none"> Ações a serem desenvolvidas e procedimentos a serem adotados 	<ul style="list-style-type: none"> Organização de ações: i) proposta de situações-problema, com soluções específicas por grupo (por exemplo, estabelecimento de funções atendendo a determinados critérios); ii) solicitação de dois trabalhos extraclasse (individuais), também apresentando questões que dependiam de parâmetros adotados e requerendo reflexão e análise sobre o que estava sendo realizado; iii) valorização da participação nas atividades da disciplina, de modo a motivar o aluno e a contribuir para a melhoria de seus hábitos de estudo; iv) postura de não interferência na organização de cada grupo (de duas ou três pessoas), isto é, cada grupo se organizava livremente; Incentivo: i) ao uso de aplicativos para celular, nas atividades em grupo realizadas em sala, contribuindo para análises e discussões; ii) à utilização de <i>softwares</i> educacionais em computadores, além do uso de recursos pedagógicos em celulares; iii) ao contato com o

	professor e com os colegas, por meio dos recursos do ambiente Moodle; iv) à participação nos plantões de monitoria em Cálculo I (ministrados por um bolsista).
<ul style="list-style-type: none"> Papéis dos participantes e das tecnologias adotadas 	<ul style="list-style-type: none"> Entendimento de que: i) o aluno é agente do seu processo de aprendizagem, com seus interesses e habilidades; ii) o professor é o mediador da situação da aprendizagem; iii) a troca de conhecimentos entre colegas é fundamental; iv) recursos tecnológicos são artefatos mediadores, meios que colaboram para o alcance do motivo principal da disciplina.
<ul style="list-style-type: none"> Questões relacionadas à mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> A mobilidade na disciplina foi considerada no uso: i) dos recursos do Moodle, que permitiam acesso ao curso, a qualquer tempo e lugar; ii) de aplicativos para celulares, o que ocorria em sala de aula ou não; iii) de <i>quizzes</i>, que, assim como os aplicativos, podiam ser acessados, sem requerer conexão Internet, onde o aluno estivesse.

10.1.3 Aspectos Relacionados ao Conteúdo

Os aspectos relacionados ao conteúdo foram organizados em quatro blocos, como mostra o Quadro 14: i) pré-requisitos; ii) materiais pedagógicos e *quizzes*; iii) seleção de aplicativos para celular e *software* para computador (incluindo a discussão de limitações dos mesmos); iv) organização de abordagens relativas ao uso do dispositivo móvel, tendo em vista a aprendizagem do conteúdo. Para cada aspecto foram listadas estratégias correspondentes.

Quadro 14: Aspectos Relacionados ao Conteúdo - Experimentação do M-learnMat

Conteúdo	Estratégias adotadas
<ul style="list-style-type: none"> Pré-requisitos 	<ul style="list-style-type: none"> Preparação de uma lista de exercícios sobre pré-requisitos para Cálculo I; Incentivo ao entendimento de que, nessas questões, o foco não está na resolução específica das mesmas, e sim na identificação do assunto principal envolvido e na percepção, por parte do aluno, sobre sua habilidade para lidar com o mesmo; Disponibilização, no Moodle, de material complementar sobre os pré-requisitos;

	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de um fórum, no Moodle, sobre transformações gráficas, discutindo o que certos parâmetros causam no gráfico de determinadas funções, em relação ao gráfico da função base.
<ul style="list-style-type: none"> • Materiais pedagógicos e <i>quizzes</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de apostilas elaboradas para o curso; • Incentivo à utilização de livros, complementando as referidas apostilas (sugestão de alguns autores); • Disponibilização, no Moodle, de material complementar relativo a cada tópico, assim como orientações e exemplos; • Elaboração de <i>quizzes</i> para celular sobre cada tópico, utilizando o MyMLE (para quem não utilizava Internet) e o MLE-Moodle (para quem tinha facilidade de conexão). Os <i>quizzes</i> do MyMLE foram enviados por <i>e-mail</i> ou transferidos por Bluetooth, em sala de aula.
<ul style="list-style-type: none"> • Seleção de aplicativos para celular e <i>software</i> para computador. Discussão de limitações dos mesmos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sugestão de uso do Graphing Calculator (http://www.getjar.com/mobile/36442/graphing-calculator/) e do Graph2Go (http://www.math4mobile.com/download), como aplicativos para celular destinados ao estudo de gráficos de funções. Esses dois aplicativos são gratuitos e requerem Java ME. O Graph2Go permite, ainda, o traçado do gráfico da função derivada e o cálculo do valor da área sob a curva, em determinado intervalo; • Sugestão de uso do <i>software</i> Winplot (http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html) para traçado e análise de gráficos de funções, no computador; • Esclarecimento sobre a existência de outros aplicativos gratuitos para celular, assim como <i>softwares</i> para computador, e sobre a possibilidade de uso dos mesmos, alternativamente aos apresentados, caso isso fosse considerado mais conveniente; • Disponibilização, no Moodle, de orientações sobre os aplicativos para celular e sobre o Winplot; • Discussão com os alunos sobre limitações existentes em recursos digitais para traçado de gráficos de funções, de maneira geral; • Esclarecimento de que: i) o Graphing Calculator traça gráficos de função composta por duas sentenças (mas não de um número maior de sentenças); ii) o Graph2Go traça gráficos a partir de famílias de funções pré-definidas (funções que não estejam na listagem não podem ser traçadas).

<ul style="list-style-type: none"> • Organização de abordagens relativas ao uso do dispositivo móvel, tendo em vista a aprendizagem do conteúdo 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de partes do conteúdo que poderiam ser bem apoiadas pelo celular: i) análises gráficas, fundamentais no estudo de Cálculo - uso dos aplicativos; ii) revisão de conteúdos – uso dos <i>quizzes</i>; iii) material complementar – acessível no celular pelo MLE Moodle; • Incentivo a práticas colaborativas, utilizando os aplicativos para celular na análise crítica dos resultados das situações-problema.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

10.1.4 Aspectos Metodológicos

Os aspectos metodológicos foram organizados em quatro blocos, como apresenta o Quadro 15: i) desenvolvimento do pensamento matemático, segundo proposta de Davýdov (1982); ii) desenvolvimento da disciplina; iii) procedimentos de avaliação; iv) identificação de contradições internas à atividade, como proposto por Engeström (1987). Para todos esses aspectos foram identificadas estratégias a serem adotadas.

Quadro 15: Aspectos Metodológicos - Experimentação do M-learnMat

Aspectos Metodológicos	Estratégias adotadas
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento do pensamento matemático 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do Cálculo como um importante ramo da Matemática, desenvolvido a partir da Álgebra e da Geometria, que serve de ferramenta auxiliar em várias áreas das ciências exatas. Em linhas gerais, o Cálculo tem em sua base o estudo de grandezas e de variações entre as mesmas. Segundo Anton (2000, p.1), o Cálculo visa “descrever a forma precisa na qual variações em uma variável se relacionam com variações em outra”; • Discussão sobre a relação entre os tópicos da disciplina (Limites, Derivadas e Integrais), esclarecendo que a sequência didática não corresponde à histórica. Nesse sentido, foram adotadas as seguintes estratégias: i) abordagem, em sala de aula, das origens históricas de cada tópico; ii) disponibilização, no Moodle, de textos sobre o assunto; iii) abertura, em cada caso, de um fórum correspondente; • Proposta de situações-problema envolvendo os conceitos estudados e a utilização de dispositivos móveis. Na resolução das mesmas há aplicação do assunto abordado, mas não de forma direta. Ao invés de simplesmente resolver questões, devia-se atender a determinadas

	<p>condições. Em geral, as resoluções envolviam modelos algébricos e gráficos, simultaneamente;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incentivo às generalizações, contribuindo, assim, para o desenvolvimento do pensamento matemático.
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da disciplina 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação do ritmo das aulas à situação considerada. Por exemplo, levando em consideração que alunos do noturno, em geral, trabalham e têm menos tempo para desenvolver as atividades do curso; • Incentivo ao acesso móvel ao curso (alunos com facilidade de conexão Internet), pelo MLE-Moodle, visando contribuir para melhor aproveitamento de tempo, principalmente dos que trabalhavam; • Acompanhamento dos fóruns e comentário de respostas, estimulando a participação dos alunos; • Envio de mensagens aos grupos de alunos, com orientações e esclarecimentos; • Análise do desenvolvimento da disciplina e acompanhamento da evolução do relacionamento dos alunos com os recursos tecnológicos, como mediadores do conhecimento; • Preparação de um questionário final visando avaliar as ações promovidas na disciplina.
<ul style="list-style-type: none"> • Procedimentos de avaliação 	<ul style="list-style-type: none"> • Organização e disponibilização, no Moodle, de orientações sobre a forma de avaliação adotada na disciplina; • Alerta para o cuidado com os prazos de entrega de trabalhos; • Esclarecimento sobre a importância da participação nas tarefas (individuais ou em grupo), uma vez que a aprendizagem de Cálculo requer regularidade nos estudos. Tais tarefas eram sempre avaliadas, em termos de participação e conteúdo.
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de contradições internas à atividade 	<ul style="list-style-type: none"> • Observação de contradições internas¹⁰⁰ (ENGESTRÖM, 1987), envolvendo os componentes do sistema de atividade (descritos no Quadro 12).

¹⁰⁰ Contradições internas referem-se a tensões que surgem em (ou entre) sistemas de atividade. As mesmas são vistas como fontes de desenvolvimento das atividades (ENGESTRÖM, 1987).

10.1.5 Aspectos Tecnológicos

Os aspectos tecnológicos foram agrupados em dois blocos, como apresenta o Quadro 16: i) questões relacionadas ao uso do celular; ii) integração de tecnologias. Para cada aspecto são apresentadas estratégias correspondentes.

Quadro 16: Aspectos Tecnológicos - Experimentação do M-learnMat

Aspectos Tecnológicos	Estratégias adotadas
<ul style="list-style-type: none"> • Questões relacionadas ao uso do celular 	<ul style="list-style-type: none"> • Definição das finalidades do uso do celular: i) contribuição para a discussão e análises de situações-problema, em sala de aula; ii) aproveitamento de tempo, possibilitando o estudo dos tópicos de Cálculo I nos mais diferentes locais; • Análise dos dados dos questionários, relacionados aos recursos dos celulares dos alunos e à utilização dos mesmos; • Adoção de aplicativos e recursos em Java ME, por funcionarem em vários modelos, e opção por recursos gratuitos (com liberdade para que o aluno buscasse recursos equivalentes, adequados aos seus aparelhos); • Aviso sobre a possibilidade de utilização da rede Wi-Fi da instituição, nos dispositivos em que isso fosse possível; • Organização e disponibilização de orientações sobre o uso do MLE-Moodle.
<ul style="list-style-type: none"> • Integração de tecnologias 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de diversos recursos tecnológicos (móveis e não móveis), que, em conjunto, visavam apoiar a aprendizagem, como instrumentos mediadores; • Disponibilização, no Moodle, de <i>mobile tags</i> com endereços dos aplicativos a serem instalados no celular, para facilitar o acesso. Tais recursos foram gerados por uma ferramenta do próprio Moodle.

O modelo apresentado foi aplicado e dados foram coletados, por meio de observação, questionários e registros do Moodle. Buscou-se verificar se, na percepção dos alunos, as estratégias propostas contribuíram para o desenvolvimento da atividade e para o alcance dos objetivos pretendidos. Assim, por meio das técnicas de coleta citadas, foram levantados dados direcionados para tal fim. Na seção seguinte, os mesmos são discutidos e analisados.

10.2 Discussão e Análise dos Dados da Experimentação

A estrutura da atividade - uma adaptação do diagrama de Engeström (1987) – é a base do M-learnMat. Nesta seção, são focalizados cinco triângulos formados entre os componentes, tomando-se por referência a estrutura proposta na Figura 25. A partir desses, os dados levantados são, então, discutidos.

Inicialmente, considera-se o triângulo Sujeito-Comunidade-Instrumentos e Signos, pois o mesmo permite analisar o contexto da atividade. A seguir, são considerados os quatro triângulos que têm por vértices os componentes sujeito e objeto de conhecimento, por ser essa a principal relação, para a qual os demais componentes são elementos mediadores. Finalizando o capítulo, promove-se uma análise geral do modelo pedagógico proposto, o que é correspondente a ver a estrutura da atividade como um todo.

Ressalta-se, no entanto, que o destaque dado aos triângulos é uma estratégia didática para a descrição e análise dos dados. De fato, não há como isolar, totalmente, uma parte dos componentes, uma vez que todos são fortemente integrados.

10.2.1 Relacionamento Sujeito-Comunidade-Instrumentos e Signos

Ao analisar, inicialmente, o triângulo destacado na Figura 26, busca-se descrever o contexto no qual a atividade foi desenvolvida. Os dados do questionário inicial¹⁰¹ contribuem para uma visão geral desse contexto.

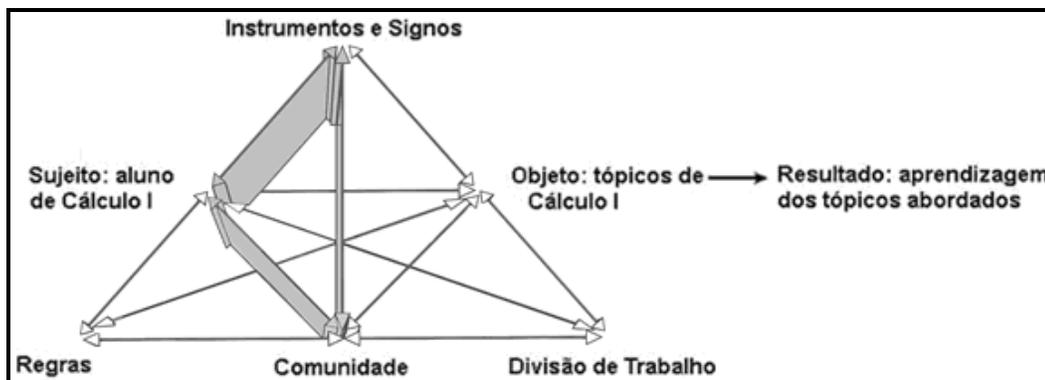


Figura 26: Relacionamento Sujeito-Comunidade-Instrumentos e Signos

¹⁰¹ Como já mencionado, este questionário continha perguntas relacionadas ao celular, à utilização de recursos dos mesmos, à habilidade com o teclado e ao uso de dispositivos móveis na educação, entre outros tópicos. Na turma do Bacharelado foram respondidos 27 questionários e na do Tecnólogo, 41. O apêndice C apresenta o termo de consentimento e o referido questionário.

No início do semestre, a maioria dos alunos estava ingressando no Ensino Superior. Entender o desenvolvimento da atividade realizada requer compreender, ainda que em linhas gerais, a realidade desses alunos. Os mesmos, a princípio, não se sentiam parte de um grupo, uma vez que ainda estavam se conhecendo. A noção de coletivo ainda estava, portanto, sendo construída. Além disso, os conteúdos de Cálculo, por requererem inúmeros pré-requisitos e exigirem diversas abstrações, eram diferentes dos tópicos matemáticos do Ensino Médio. Foi preciso, então, que os alunos, inicialmente, se familiarizassem com os colegas, com a proposta do Cálculo e também com a metodologia adotada, que era fortemente apoiada no uso de recursos tecnológicos.

Ressalta-se que, dos 68 alunos que responderam ao questionário inicial, 54 (cerca de 79%) afirmaram nunca ter usado *software* para estudo de Matemática. Dos 14 alunos que responderam positivamente, a maioria era aluno em dependência, com experiência de uso de programas para computador obtida no período anterior. Assim, até mesmo a forma de digitar as funções no aplicativo Graphing Calculator era novidade para a maioria dos alunos (embora a mesma seja semelhante à da maioria dos programas matemáticos para computador).

Sempre considerando o total de 27 alunos do Bacharelado e 41 do Tecnólogo, outros dados do questionário inicial podem ser destacados. Os alunos tinham, em média, 20 anos, no caso do Bacharelado, e 23 no Tecnólogo. Todos afirmaram possuir celular (comum ou *smartphone*), com predominância do celular comum, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Tipo de Celular – Experimentação do M-learnMat

Curso \ Celular	Bacharelado	Tecnólogo
	%	%
Comum	74,07	82,93
<i>Smartphone</i>	25,93	17,07

Observa-se que o celular era um dispositivo popular entre os alunos da experimentação, porém, *smartphone* ainda era minoria. Assim, embora a instituição de ensino considerada liberasse o acesso Wi-Fi aos alunos, poucos podiam usufruir do mesmo em seus celulares.

Além disso, cabe ressaltar que nem todos os alunos possuíam celulares com a plataforma Java ME, necessária para os recursos pedagógicos. No Bacharelado, cerca de 70% dos alunos tinham a referida plataforma e no Tecnólogo, esse percentual era de, aproximadamente, 61%. Os que não possuíam Java ME em seus celulares trabalhavam, em

sala de aula, em grupo com pessoas que possuíam, participando, assim, das ações apoiadas pelo uso de aplicativos.

A Tabela 8 mostra os percentuais relacionados ao custo de utilização do celular. Foi perguntado se o referido custo é, ainda, um fator limitador do uso de alguns recursos adicionais do celular/*smartphone*.

Tabela 8: Custo de Utilização como Limitador de Uso do Celular – Experimentação do M-learnMat

Opinião \ Curso	Bacharelado	Tecnólogo
	%	%
Sim	37,04	29,27
Parcialmente	29,63	51,22
Não	22,22	12,19
Não responderam	11,11	7,32

Considerando-se, conjuntamente, na Tabela 8, as categorias “Sim” e “Parcialmente”, observa-se que o custo, para os alunos considerados, é um fator que, ainda, influencia o uso de recursos do celular. Apresentam-se, abaixo, três das justificativas dadas pelos alunos:

(Sim) Principalmente quando o aparelho é pré-pago (Aluno E1 – Tecnólogo).

(Parcialmente) Um recurso como a internet em algumas operadoras pode fazer um grande diferencial ao pagar a conta (Aluno D – Tecnólogo).

(Não) Atualmente o custo está se adequando ao bolso de cada um que usa (Aluno J – Bacharelado).

Com relação à habilidade em lidar com o teclado do celular, a Tabela 9 mostra os dados obtidos. Analisando-se, conjuntamente, as categorias “Boa” e “Excelente”, atinge-se cerca de 59% no Bacharelado e, aproximadamente, 71% no Tecnólogo. Em termos educacionais, de maneira geral, os percentuais obtidos foram positivos, uma vez que nenhum aluno considerou sua habilidade como “Péssima” e apenas um considerou como “Ruim”.

Tabela 9: Habilidade com o Teclado do Celular – Experimentação do M-learnMat

Habilidade \ Curso	Bacharelado	Tecnólogo
	%	%
Péssima	0	0
Ruim	3,70	0
Regular	37,04	29,27
Boa	44,44	43,90
Excelente	14,82	26,83

A Tabela 10 mostra os percentuais sobre o uso de dispositivos móveis na educação.

Tabela 10: Dispositivos Móveis em Educação – Experimentação do M-learnMat

Curso	Bacharelado	Tecnólogo
	%	%
É favorável?		
Sim	100	100
Não	0	0

Os percentuais demonstram uma excelente receptividade dos alunos em relação ao uso educacional dos dispositivos móveis. Apresentam-se, abaixo, duas das justificativas dadas pelos alunos:

(Sim) Acredito que com o avanço das novas tecnologias e sua popularização, é muito importante inserir também na educação para um melhor aproveitamento tanto dos alunos quanto dos professores (Aluno F – Bacharelado).

(Sim) Acho que ajudaria muito por causa da mobilidade de um celular, não precisando ligar máquinas maiores com muita parafernália, o que levaria a perder tempo (Aluno M – Tecnólogo).

Certamente, essa postura receptiva poderia estar relacionada à própria área profissional dos participantes da pesquisa, uma vez que ambos os cursos são de Informática. No entanto, a pesquisa exploratória já havia sinalizado uma boa receptividade também por parte dos licenciandos em Matemática e dos alunos de Engenharia de Controle e Automação, como discutido no Capítulo 8. De maneira geral, essa boa aceitação aponta indícios da existência de um campo propício a ações educacionais utilizando dispositivos móveis, na instituição considerada.

Com relação ao ritmo de desenvolvimento das atividades, foi possível observar que no Bacharelado, curso diurno, o mesmo evoluía mais rápido do que no Tecnólogo, curso noturno. Atribui-se isso ao fato de que os alunos do diurno, de maneira geral, traziam uma melhor bagagem de instrumentos conceituais (signos), que eram pré-requisitos para Cálculo I (o que foi observado durante a resolução da lista de exercícios para esse fim e, também, ao longo do semestre), e tinham mais tempo disponível para estudo. Além disso, a organização da carga horária semanal dos cursos também favorecia o Bacharelado. No referido curso, as quatro aulas semanais eram divididas em dois dias (duas aulas em cada dia). Já no Tecnólogo, as quatro aulas eram ministradas em um mesmo dia, sequencialmente. No entanto, em ambos os cursos, a participação dos alunos foi bastante ativa, tanto nas atividades em sala de aula, quanto nos trabalhos extraclasse.

Finalizando essa análise do contexto, ressalta-se que os cursos superiores de Informática do IF Fluminense, independentemente da disciplina, sofrem com o problema de evasão, principalmente o curso diurno¹⁰². Além disso, é importante mencionar que, na época desta pesquisa, o IF Fluminense ainda não contava com a opção de matrícula por disciplina. Assim, alunos em dependência, por exemplo, não podiam optar por não fazer a cadeira em determinado período. Esses alunos, então, obrigatoriamente, se matriculavam, mas, sem condições de cursar, muitas vezes abandonavam a disciplina. Tudo isso contribuiu para justificar o fato de que apenas 13 alunos do Bacharelado e 26 do Tecnólogo concluíram Cálculo I, no primeiro semestre de 2011.

10.2.2 Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Instrumentos e Signos

A proposta metodológica, como mencionado, foi fortemente apoiada por recursos tecnológicos digitais. Assim, várias foram as estratégias propostas (apresentadas no modelo pedagógico da experimentação) envolvendo os componentes destacados na Figura 27, nas quais os instrumentos eram recursos digitais. Estes recursos eram suportes para a aprendizagem dos tópicos de Cálculo I. Além disso, buscou-se sempre trabalhar, simultaneamente, com esquemas algébricos e gráficos (signos), de forma a colaborar para o entendimento dos assuntos abordados.

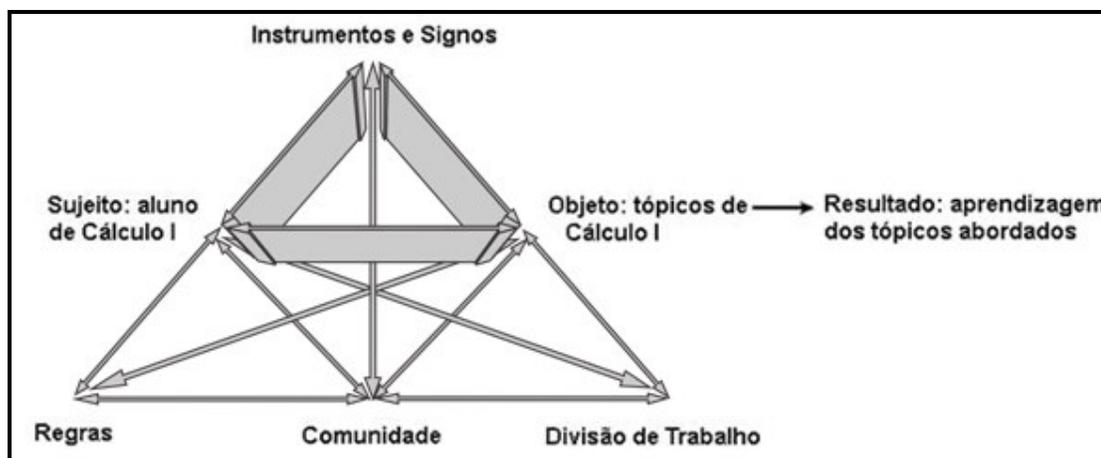


Figura 27: Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Instrumentos e Signos

¹⁰² Destaca-se, inclusive, que no segundo semestre de 2011, o primeiro período do Bacharelado passou a ser ministrado no noturno e não foi aberta turma de primeiro período do Tecnólogo.

O desenvolvimento dessas estratégias foi observado (observação não estruturada) ao longo do semestre. Visando obter outros dados relacionados às mesmas, também foi utilizado um questionário final¹⁰³ e foram analisados os registros do Moodle.

O questionário final foi composto de 17 afirmativas, diante das quais cada aluno deveria se posicionar em uma das opções dadas: *Concordo Plenamente*, *Concordo*, *Não Concordo Nem Discordo*, *Discordo*, *Discordo Plenamente*, *Não se Aplica*. Ao longo das próximas subseções, tabelas apresentam os dados levantados. Além disso, ao final do questionário, havia uma questão aberta destinada a comentários, críticas ou sugestões relacionadas à metodologia da disciplina ou à participação do aluno na mesma.

Esclarece-se que a opção “Não se Aplica” (NA), apresentada no questionário final, justifica-se pelo fato de que nem todos os alunos: i) possuíam a plataforma Java ME em seus celulares; ii) tinham facilidade de acesso à Internet pelo celular; iii) participavam de todas as ações da disciplina (a participação em algumas destas representava 10% do total de cada uma das duas notas do semestre, porém, caso o aluno não se envolvesse, efetivamente, nas mesmas, havia a possibilidade desse valor ser incluído nas avaliações escritas). Nesse contexto, considerou-se que alguns alunos não teriam condições de avaliar, adequadamente, todas as afirmativas do questionário e que, nesse caso, seria mais coerente que eles não se manifestassem em relação as mesmas, se julgassem não ter condições.

Assim, a opção “Não se Aplica” não tem o mesmo significado de “Não Concordo nem Discordo”, sendo essa última entendida como uma alternativa para alguém que tinha condições de avaliar, mas que manteve a opinião neutra sobre o assunto. Isso foi esclarecido aos alunos antes do preenchimento do questionário. Nas tabelas relacionadas às afirmativas do questionário final, 100% dos pesquisados correspondem a 13 alunos, no caso do Bacharelado, e a 26 no Tecnólogo (total de alunos que concluíram o semestre).

As principais estratégias envolvendo os componentes destacados na Figura 27 são discutidas, a seguir.

10.2.2.1 Proposta de Situações-Problema Apoiadas pelo Uso de Aplicativos no Celular

As questões em forma de situações-problema eram propostas após a resolução de exercícios tradicionais. As mesmas requeriam uma compreensão maior sobre o assunto, eram

¹⁰³ O apêndice D apresenta o termo de consentimento e o referido questionário.

realizadas em grupo e, em geral, envolviam o uso do celular. O Quadro 17 apresenta exemplos dessas questões, extraídos do Moodle tradicional¹⁰⁴. É possível observar, nos mesmos, que cada grupo deveria montar a sua função, atendendo a determinadas condições, e resolver a questão a partir desta. À medida que os grupos apresentavam suas funções, era possível discutir o assunto em termos mais amplos, uma vez que as análises não envolviam uma função dada pelo professor (comum a todos) e, sim, a função que o grupo estabelecia. Os conceitos abordados eram os mesmos, mas os resultados variavam de acordo com as funções propostas.

Quadro 17: Exemplos de Situações-Problema - Experimentação do M-learnMat

<p>Em grupo(2 ou 3 pessoas):</p> <p>a) Considerar a função $f(x) = (1 + 1/(bx))^x$ e especificar um valor para b, sabendo que b é um número real não nulo, diferente de 1;</p> <p>b) Determinar o limite de f(x) quando x tende para + infinito ou - infinito;</p> <p>c) Vizualizar o gráfico da função f no Graphing Calculator (ou outro recurso semelhante) e registrar o gráfico no caderno;</p> <p>d) Traçar, no mesmo plano cartesiano do gráfico da função f, a assíntota horizontal dessa função, registrando a lei da mesma.</p>
<p>Quadro 17a: Situação-Problema sobre Limite Exponencial Fundamental</p>
<p>Atividade em grupo (2 ou 3 pessoas):</p> <p>a) Criar uma função f, cuja lei seja um polinômio de grau 3, com 3 termos, sem o termo em x;</p> <p>b) Determinar os intervalos abertos em que f é crescente ou decrescente e os extremos relativos;</p> <p>c) Determinar, pelo teste da concavidade, os intervalos abertos onde o gráfico de f tem concavidade voltada para cima ou para baixo, assim como, o ponto de inflexão.</p> <p>d) Usando o Graph2Go (ou outro recurso semelhante), visualizar o gráfico da função f e conferir os extremos relativos e o ponto de inflexão encontrados;</p> <p>e) Copiar o gráfico no caderno e traçar as retas tangentes a f nos pontos de máximo e mínimo relativos.</p>
<p>Quadro 17b: Situação-Problema sobre Extremos Relativos e Concavidade</p>

As situações-problema visavam, portanto, transformar conceitos abordados em necessidades cognitivas e levar o aluno a agir, conscientemente, em busca de soluções. Como afirma Núñez (2009), não é suficiente conhecer a definição de um conceito, este deve ser utilizado para resolver diferentes situações práticas e teóricas que envolvam o mesmo.

¹⁰⁴ Neste capítulo, adota-se a expressão Moodle tradicional para indicar a versão acessada pelo computador. No celular, o acesso ao Moodle se dava por meio do MLE-Moodle, direto pelo navegador ou por meio do aplicativo MLE Client, como apresentado no Capítulo 5.

No Quadro 17a observa-se que, por limitações do editor de texto¹⁰⁵ do Moodle, alguns símbolos matemáticos eram substituídos por palavras. No entanto, isso não prejudicou o entendimento das questões, uma vez que os alunos registravam simbolicamente o que estava escrito em linguagem corrente, sem dificuldades.

No Moodle, as questões propostas como situações-problema eram disponibilizadas como tarefa, com possibilidade de envio de arquivos de resposta. No entanto, tarefas que envolvem envio de arquivos (com exceção dos fóruns) não podem ser respondidas pelo MLE-Moodle. Como as questões eram, em geral, resolvidas em sala de aula e havia, também, a possibilidade de uso de *e-mail*, isso não chegou a ser uma dificuldade significativa. Porém, ficou evidenciado que esse é um ponto que ainda pode ser melhorado no MLE-Moodle.

No questionário final, apresentou-se a seguinte afirmativa, relacionada à proposta de situações-problema: “As situações-problema, ao exigirem o atendimento de certas condições e a aplicação de conceitos, colaboraram para uma visão mais ampla do conteúdo”. A Tabela 11 apresenta os dados levantados.

Tabela 11: Importância das Situações-Problema – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	53,84	23,08	23,08	0	0	0
Tecnólogo	38,46	38,46	7,70	0	0	15,38

Os percentuais da Tabela 11 mostram que, na opinião da maioria, essa proposta colaborou para o entendimento dos conteúdos abordados. Essa visão, porém, requereu mudança de atitude por parte dos alunos, ao longo do semestre, uma vez que a resolução das questões envolvia discussões em grupo e reflexões, aspectos não muito simples de serem atendidos. Situações-problema, como discutido no Capítulo 6, exigem identificação e apropriação do sentido dos procedimentos matemáticos necessários (SCHOENFELD, 1983). Os alunos, em geral, estão acostumados a questões imediatas, aplicações diretas do conteúdo dado. Além disso, ter que discutir com colegas nem sempre é uma tarefa fácil.

Um aluno do Tecnólogo, no início do curso, questionou a professora sobre a importância dessas questões propostas “ao contrário”, referindo-se ao fato de que, algumas

¹⁰⁵ Esse assunto é bem discutido em Notare (2009), que desenvolveu o editor científico ROODA Exata, uma ferramenta integrada ao ambiente virtual de aprendizagem ROODA. Com o mesmo, a autora visou possibilitar, de forma rápida e precisa, a comunicação na área das ciências exatas.

vezes, solicitava-se uma situação que correspondesse a uma solução dada. O aluno em questão cursava dependência e sentia dificuldades não só em entender as situações-problema, como também em trabalhar em grupo, uma vez que tinha frequência muito irregular e pouco contato com os colegas. Atribui-se, inclusive, a melhor avaliação dos alunos do Bacharelado, na Tabela 11, justamente ao fato de que no Tecnólogo havia muitos alunos em dependência (o que não ocorria no Bacharelado). Ao referido aluno foi esclarecido que tais questões exigem uma compreensão maior do conteúdo e nisso reside a importância das mesmas.

Como afirma Sforzi (2004), o ensino de conceitos, segundo a TA, deve ser intencionalmente organizado para desenvolver ações e operações mentais qualitativamente superiores. Entende-se que as situações-problema propostas cumpriram bem esse papel, como mostram os dados da Tabela 11 e, também, pelo que foi observado ao longo da disciplina.

Além da melhor avaliação dos alunos do Bacharelado, também foi possível observar uma participação mais ativa, por parte destes, no desenvolvimento dessas questões. No referido curso, foram propostas 14 situações-problema e no Tecnólogo, 10. Considerando-se os 13 alunos do Bacharelado e os 26 do Tecnólogo, ao final do semestre, foi possível montar a Tabela 12, a partir dos dados do Moodle. Nessa tabela são apresentados os percentuais de alunos referentes à quantidade de questões respondidas (dadas em faixas percentuais).

Tabela 12: Situações-Problema Respondidas – Experimentação do M-learnMat

Questões Cursos	Questões Resolvidas – Faixas Percentuais						
	0 20	20 40	40 60	60 80	80 90	90 100	100
Bacharelado (%)	0	0	0	23,08	7,69	7,69	61,54
Tecnólogo (%)	3,85	0	19,23	3,85	11,53	23,08	38,46

Observa-se que um percentual bem maior de alunos do Bacharelado respondeu 100% das questões propostas como situações-problema. Além disso, não houve aluno desse curso que respondesse menos de 60% das questões. Assim, nota-se uma melhor participação destes do que dos alunos do Tecnólogo. Mesmo se fosse analisado o percentual total de alunos com mais de 80% de questões resolvidas, ainda assim, haveria um percentual maior de alunos do Bacharelado (76,92%) do que de alunos do Tecnólogo (73,07%). Porém, a diferença entre os percentuais ficaria bem menor do que quando foi observada somente a coluna dos 100% de questões resolvidas.

As situações-problema eram apoiadas pelo uso de aplicativos no celular. Como é possível observar nos Quadros 17a e 17b, os aplicativos¹⁰⁶ Graphing Calculator e Graph2Go eram sugeridos, mas deixava-se claro que outros recursos semelhantes poderiam ser usados. Nesse sentido, um aluno do Tecnólogo, no lugar do Graphing Calculator, usou o Xcalc¹⁰⁷, pois o mesmo funcionava melhor em seu celular (dependendo do aparelho, alguns aplicativos são mais fáceis de utilizar do que outros).

Com relação aos aplicativos, o questionário final apresentou a seguinte afirmativa: “*Em particular, os aplicativos para celulares foram recursos importantes para a resolução das situações-problema*”. A Tabela 13 apresenta os resultados.

Tabela 13: Importância dos Aplicativos para Celular – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	30,77	38,46	7,69	23,08	0	0
Tecnólogo	30,77	19,23	15,38	3,85	0	30,77

Entende-se que o percentual de concordância na Tabela 13 sofreu influência do fato de que nem todos tinham condições de usar os aplicativos em seus celulares. Como mencionado, no início do semestre, cerca de 70% dos alunos do Bacharelado e 61% dos alunos do Tecnólogo possuíam a referida plataforma. Nesse sentido, justifica-se o percentual de alunos na opção “Não se Aplica” no Tecnólogo. Considerando-se, conjuntamente, as opções “Concordo Plenamente” e “Concordo”, tem-se 69,23% no Bacharelado e 50% no Tecnólogo. A melhor avaliação por parte do Bacharelado provavelmente está relacionada ao fato de que as situações-problema foram resolvidas por mais alunos do Bacharelado do que do Tecnólogo (Tabela 12). Até mesmo a importância destas situações-problema foi melhor avaliada pelos alunos do Bacharelado (Tabela 11).

No entanto, se a análise for feita pelo percentual de discordância, observa-se que apenas 3,85% dos alunos do Tecnólogo e 23,08% dos alunos do Bacharelado discordaram. Ressalta-se que os três alunos do Bacharelado, correspondentes a esses 23,08%, não possuíam Java ME em seus celulares. Isso pode ter influenciado a avaliação, embora os mesmos fossem aconselhados a trabalhar em grupo com pessoas que possuíam a referida plataforma.

¹⁰⁶ Tais aplicativos foram apresentados no Capítulo 5.

¹⁰⁷ <<http://sourceforge.net/projects/xcalc/>>.

Portanto, de maneira geral, analisam-se positivamente os percentuais apresentados na Tabela 13. Os mesmos são considerados coerentes com a realidade observada em sala de aula. Destacam-se dois comentários sobre os aplicativos, apresentados na questão aberta (proposta no encerramento do questionário final), que reforçam essa visão:

Não vejo motivo para críticas, os métodos adotados foram bem interessantes, os aplicativos para celular foram de extrema importância para a aprendizagem pois muitos trabalham e estudam em outro horário, não tendo tempo assim de acessar a internet, e com esses aplicativos no celular vc tem acesso rápido, podendo dar uma "olhadinha" em qualquer folga! (Aluno B – Tecnólogo).

O uso dos aplicativos tanto para celular como o uso do Wimplot tanto no laptop quanto no computador ajudou em muito na compreensão da matéria (Aluno H – Bacharelado).

Ressalta-se que os aplicativos tiveram seus endereços disponibilizados no Moodle (em *links* e *mobile tags*). No entanto, como os arquivos dos mesmos foram passados por *Bluetooth* em sala de aula e também foram enviados por *e-mail*, considerou-se que contabilizar o número de acesso aos endereços dos aplicativos, no Moodle, não agregaria valor a esta análise.

Com relação à facilidade de uso dos aplicativos, o questionário final apresentou a seguinte afirmativa: “*Os aplicativos para celulares utilizados na disciplina foram fáceis de usar*”. A Tabela 14 mostra os resultados obtidos.

Tabela 14: Facilidade de Uso dos Aplicativos para Celular – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	7,69	30,77	30,77	7,69	23,08	0
Tecnólogo	19,23	26,92	19,23	0	0	34,62

A análise dos dados da Tabela 14 mostra que o percentual de concordância, considerando conjuntamente as opções “Concordo Plenamente” e “Concordo”, não atingiu 50% em nenhuma das turmas. Um percentual significativo optou pela alternativa “Não Concordo Nem Discordo”. Assim, entende-se que a facilidade de uso dos aplicativos considerados é algo que, na visão dos alunos, ainda pode melhorar. No entanto, é importante ter em mente que esse aspecto sofre grande influência do aparelho utilizado.

Por exemplo, a digitação das fórmulas, no caso do Graphing Calculator, é um processo que pode ser trabalhoso, dependendo não só da expressão, mas também do modelo

do teclado do celular. O tamanho da tela também não favorece certas análises, ainda mais quando as mesmas envolvem mais de uma curva, embora haja recurso de “zoom”. Por sua vez, o Graph2Go não exige digitação de fórmulas e, sim, a escolha de uma função padrão e mudanças dos coeficientes por meio do teclado (aumentando ou diminuindo o valor dos mesmos) e só permite trabalhar com uma função de cada vez. Isso, por um lado, facilita a utilização e a visualização, mas limita as opções de uso.

Observa-se, então, uma contradição secundária¹⁰⁸ entre objeto de conhecimento e instrumento. Contradições são forças de mudança e desenvolvimento para o sistema de atividade. Portanto, a contradição identificada aponta para a necessidade de melhorias na usabilidade¹⁰⁹ dos recursos, de forma que os mesmos possam contribuir melhor para a aprendizagem do objeto de conhecimento.

Analisando todos os dados levantados, no entanto, considera-se que a proposta de situações-problema apoiadas pelo uso de aplicativos no celular foi bem aceita pelos alunos, tendo a mesma colaborado para um entendimento mais amplo dos temas abordados.

10.2.2.2 Proposta dos Quizzes

Cada tópico aberto no curso de Cálculo I, no Moodle, era sempre encerrado com uma série de *quizzes* (Figura 28), para que os alunos pudessem verificar seus conhecimentos.

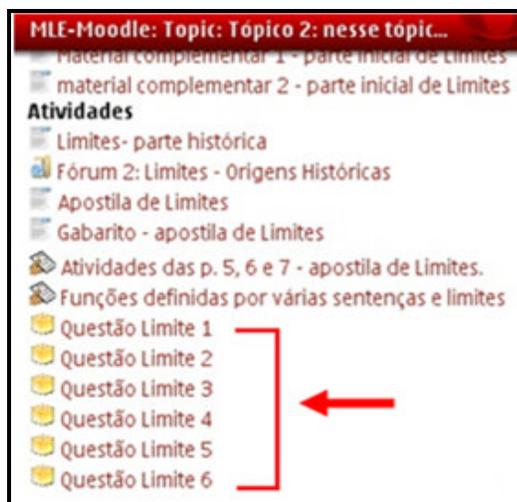


Figura 28: Tópico do Moodle no Celular - MLE-Moodle - Experimentação do M-learnMat

¹⁰⁸ Uma contradição secundária, como visto no Capítulo 3, ocorre entre componentes do sistema de atividade, quando algo novo é introduzido em algum desses componentes.

¹⁰⁹ Segundo a norma ISO 9241-11, usabilidade é a “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ABNT, 2002, p.3).

A Figura 29 mostra um *quiz* sobre Derivadas, visto no celular.

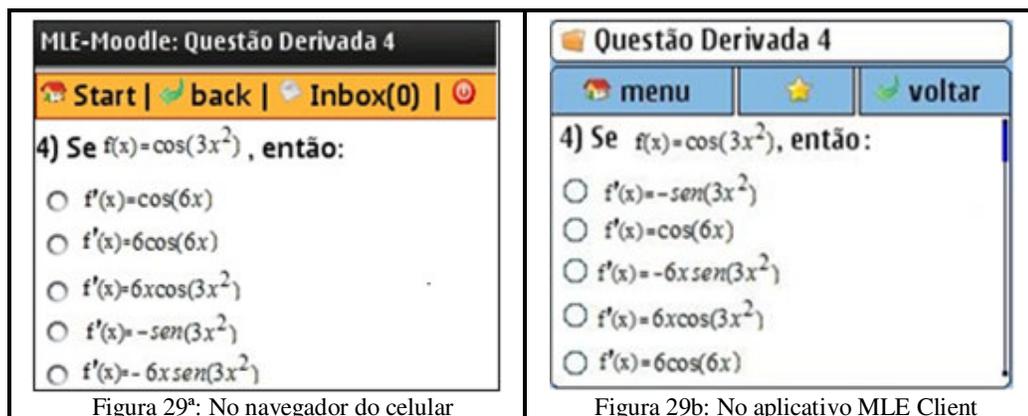


Figura 29a: No navegador do celular
Figura 29b: No aplicativo MLE Client
Figura 29: *Quiz* sobre Derivadas no Celular - MLE-Moodle - Experimentação do M-learnMat

As pessoas que não possuíam celular com recursos que permitissem responder aos *quizzes* pelos mesmos, podiam responder no ambiente Moodle tradicional. Essa opção era aberta a todos, mas os que tinham possibilidade de usar o celular eram incentivados a fazê-lo, visando melhor aproveitamento de tempo. No entanto, o uso dos *quizzes* no celular não era um processo muito prático para quem não tinha facilidade de acesso à Internet. Era preciso fazer a transferência e instalação de cada série de *quiz* no aparelho. Assim, em geral, os alunos transferiam algumas séries disponibilizadas, mas não todas. Para os que podiam acessar a Internet pelo celular, o processo era muito mais simples, usando o MLE-Moodle.

Com relação aos *quizzes* foi proposta a seguinte afirmativa no questionário final: “Os *quizzes* foram recursos importantes para a aprendizagem dos conteúdos”. A Tabela 15 apresenta os resultados.

Tabela 15: Importância dos *Quizzes* – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	0	30,77	61,54	7,69	0	0
Tecnólogo	15,38	34,62	15,38	3,85	3,85	26,92

Os *quizzes* também requeriam a plataforma Java ME, que não era possuída por todos, conforme mencionado. Além disso, como analisado no Capítulo 5, esses recursos não agregam muito valor em termos de *m-learning*. São testes que têm como vantagem a possibilidade de serem acessados a qualquer tempo e lugar, mas que, para muitos, exigia um processo de transferência dos mesmos para o celular. A evolução tecnológica tende a

minimizar os problemas técnicos, mas a importância dos *quizzes* para a aprendizagem deve ser sempre refletida.

Na Tabela 15, os resultados do Bacharelado a essa questão refletem bem o que foi dito. Os *quizzes* transmitem essa visão de colaborar parcialmente. No entanto, os percentuais mostram que, para os alunos do Tecnólogo, os *quizzes* foram mais importantes do que para os do Bacharelado. Atribui-se esse fato ao próprio contexto da turma do Tecnólogo, que possuía um maior número de alunos em dependência, que se sentiam mais confortáveis diante de uma proposta mais convencional, como a dos *quizzes* (aplicação direta dos conteúdos trabalhados). Observa-se, então, uma contradição secundária, no sistema de atividades do Bacharelado, entre os *quizzes* e o objeto de conhecimento, o que pode sinalizar que, para determinado perfil de alunos, os *quizzes* não são instrumentos muito adequados.

Com relação à praticidade dos *quizzes*, foi proposta a seguinte afirmativa no questionário final: “*Os quizzes são recursos práticos de serem utilizados*”. Os resultados são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16: Praticidade de Uso dos *Quizzes* – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	7,70	46,15	46,15	0	0	0
Tecnólogo	11,54	34,61	15,38	3,85	3,85	30,77

Os percentuais dessa afirmativa indicam um índice de concordância melhor do que a observação, ao longo do semestre, levaria a considerar, a julgar pelo processo de transferência de cada bloco de *quizzes* (necessário para quem não tinha condições de fazer uso da Internet). Porém, entende-se que, uma vez instalados, os mesmos são simples de serem utilizados.

Novamente, os percentuais das Tabelas 15 e 16 na opção “Não se Aplica” são justificáveis pela falta de Java ME no celular, associado a um grande número de alunos em dependência (alguns com participação muito irregular) no Tecnólogo.

Promovendo-se uma análise conjunta das opções “Concordo Plenamente” e “Concordo”, nas Tabelas 15 e 16, observa-se um percentual de alunos do Tecnólogo um pouco maior na afirmativa relativa à importância (50%) do que no aspecto praticidade (46,15%). Já no Bacharelado, observa-se melhor avaliação do aspecto praticidade (53,85%) do que na importância (30,77%). Esses percentuais estão coerentes com as características das

turmas observadas. Alguns alunos do Bacharelado tinham facilidade com o conteúdo, assim como habilidade com tecnologia, o que permite entender as posições adotadas. Já no Tecnólogo, os alunos, em geral, tinham menos tempo disponível para estudo. Nesse sentido, uma proposta educacional mais objetiva, como a dos *quizzes*, assumia uma importância maior para os mesmos. Porém, ao mesmo tempo, a transferência dos *quizzes*, para quem já não tinha muito tempo, era uma tarefa a mais.

Nota-se, assim, uma contradição secundária entre sujeito e os *quizzes* (instrumentos), no sistema de atividade do Tecnólogo. Isso sinaliza que para alunos com esse perfil, avanços tecnológicos, que permitissem facilitar o uso desses recursos, poderiam ser importantes.

A proposta dos *quizzes* é uma estratégia que tende a se tornar mais prática quando a conexão Internet, nos celulares, estiver mais acessível. No entanto, independente disso, é preciso analisar a sua importância de acordo com o perfil dos alunos considerados.

10.2.2.3 Estratégia de Abordagens Históricas por Meio de Fóruns

Segundo Davýdov (1982), para o desenvolvimento do pensamento teórico, os conceitos de uma disciplina devem ser analisados em termos das condições que os tornaram necessários. Os fóruns propostos permitiram analisar a evolução dos conteúdos como produções humanas, que visavam atingir algum objetivo. Sforni (2004), ratificando a visão de Davýdov (1982), defende que a compreensão do conceito como produção humana é base para a organização do pensamento teórico.

Iniciando a análise dessa estratégia, é importante destacar que participação em fóruns em uma disciplina, ainda mais de Matemática, já era por si só diferente, independente da abordagem histórica. Mesmo sendo da área de informática, alguns alunos tiveram dúvida em como realizar a primeira postagem. Algumas pessoas liam as respostas das outras, mas ainda assim sentiam dificuldades para postar suas contribuições. Porém, passada a fase de adaptação, foi possível observar que os fóruns passaram a ser respondidos mais facilmente.

Foram cinco os fóruns propostos no Moodle (Figura 30), ao longo da disciplina: um sobre transformações gráficas (no começo do semestre, em termos de pré-requisitos), três sobre origens históricas e um sobre Teste da Derivada Segunda para Extremos Relativos.

fóruns para atividades de aprendizagem		
Seção	Fórum	Descrição
1	Fórum 1: Transformações Gráficas	Como podemos obter o gráfico das funções $y = x^2 + c$; $y = (x + b)^2$, a partir do gráfico da função $y = x^2$, sendo b e c números reais diferentes de zero? Os comentários podem ser feitos em termos de outras funções, analisando se o que ocorre para $y = x^2$, também ocorre para as demais. ...
2	Fórum 2: Limites - Origens Históricas	Neste fórum vamos discutir as origens históricas de Limites. Pode ser alguma análise relacionada ao texto apresentado em sala (aprofundando algum aspecto) ou pode ser algo que o texto não tenha abordado.
6	Fórum 3: Derivadas - Origens Históricas	Neste fórum, vamos discutir as origens históricas das Derivadas. Pode ser algum comentário relacionado ao texto apresentado sobre esse assunto (enfocando algum aspecto) ou pode ser algo que não tenha sido abordado.
7	Fórum 4: Teste da Derivada Segunda para Máximos e Mínimos Relativos	Em sala de aula, estudamos o teste da derivada primeira para máximos e mínimos relativos e o teste da concavidade, que requer derivada segunda. No entanto, existe o <u>teste da derivada segunda para máximos e mínimos relativos</u> . Neste fórum, vamos discutir esse teste. Pode ser a explicação ...
8	Fórum 5: Integrais - Origens Históricas	Neste fórum, vamos discutir as origens históricas das Integrais, abordando algum aspecto

Figura 30: Fóruns Propostos – Experimentação do M-learnMat

É possível ler e responder aos fóruns no MLE-Moodle e, além disso, é possível anexar arquivos à discussão. A Figura 31a mostra a tela de um fórum visto no MLE-Moodle, diretamente no navegador, e a 31b mostra um fórum visto no MLE Client.

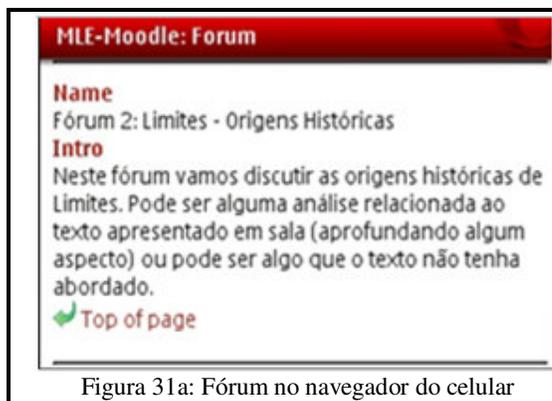


Figura 31a: Fórum no navegador do celular

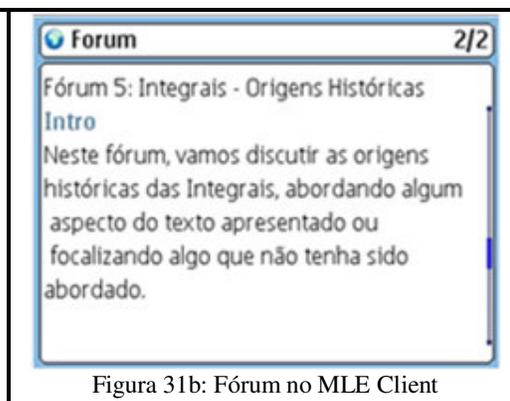


Figura 31b: Fórum no MLE Client

Figura 31: Fórum Visto no Celular pelo MLE -Moodle - Experimentação do M-learnMat

As Figuras 32a e 32b apresentam telas relativas, respectivamente, a postagens de respostas e arquivos no MLE-Moodle (pelo navegador).

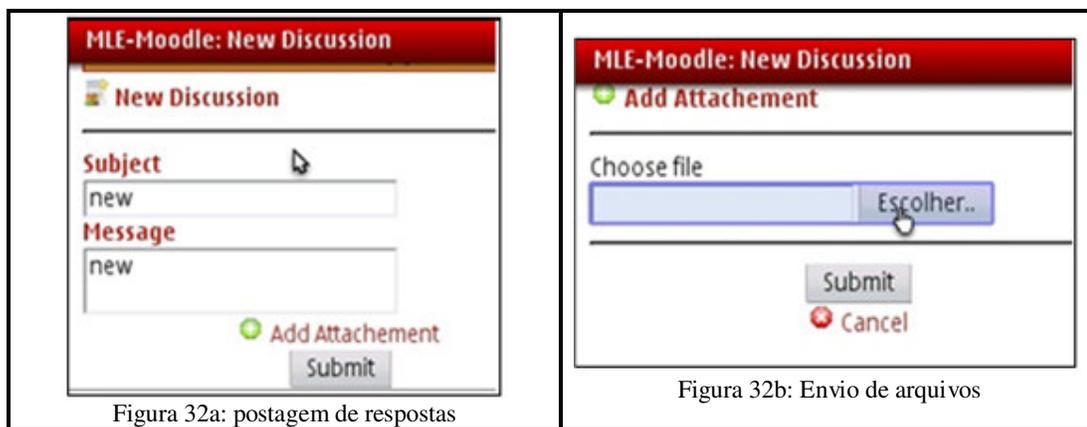


Figura 32a: postagem de respostas
 Figura 32b: Envio de arquivos
 Figura 32: Postagem de Respostas e Arquivos no Fórum no MLE-Moodle - navegador do celular
 Experimentação do M-learnMat

No questionário final, os alunos avaliaram a estratégia da proposta dos fóruns, considerando a seguinte afirmativa: “A proposta dos fóruns sobre os aspectos históricos relacionados aos temas abordados (Limites, Derivadas, Integrais) colaborou para a compreensão dos mesmos, como construções sócio-históricas”. A Tabela 17 apresenta os resultados levantados.

Tabela 17: Proposta dos Fóruns – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	46,15	30,77	23,08	0	0	0
Tecnólogo	46,15	19,23	7,69	3,85	0	23,08

Observa-se que, de maneira geral, a proposta foi bem aceita pelos alunos. No Tecnólogo, a questão da participação irregular de alguns alunos em dependência justifica o percentual de alunos desse curso na alternativa “Não se Aplica” (como observado na análise de outras afirmativas). Cabe mencionar que a participação de alguns alunos em dependência foi tão pouco significativa que os mesmos nem chegaram a compreender que a proposta visava, justamente, um melhor aproveitamento de tempo, com o uso de recursos digitais.

Os percentuais da Tabela 17 estão coerentes com o que foi observado durante o semestre. Após o período de adaptação, os alunos entenderam melhor a proposta dos fóruns e o apoio dos aspectos históricos permitiu uma compreensão mais ampla dos assuntos abordados. O Cálculo foi discutido como produto do estudo de vários matemáticos e fruto de muitos anos de evolução, associado a necessidades e características de diversas fases da história da humanidade.

Os dados do Moodle (número de tópicos¹¹⁰ e teor dos mesmos) também confirmam a boa participação nos fóruns. A Tabela 18 apresenta percentuais relativos à participação dos alunos nos fóruns, obtidos dividindo-se o número de tópicos em cada fórum pelo número de alunos por turma. Como o número de alunos sofreu alterações ao longo do semestre, tomou-se por base o total de alunos, por curso, em cada uma das provas, P1 e P2. Assim, 100% dos participantes correspondem: i) a 18 alunos do Bacharelado e a 38 do Tecnólogo, nos fóruns 1 e 2; ii) a 13 alunos do Bacharelado e a 26 do Tecnólogo, nos fóruns 3, 4 e 5.

Tabela 18. Participação nos Fóruns – Experimentação do M-learnMat

Fóruns	Cursos	
	Bacharelado	Tecnólogo
	%	%
1 - Transformações gráficas	83,33	50,00
2 - Limites – origens históricas	77,78	52,63
3 - Derivadas – origens históricas	100	76,92
4 - Teste da derivada segunda para extremos relativos	76,92	65,38
5 – Integrais – origens históricas	84,62	65,38

A Tabela 18 permite observar uma melhor participação dos alunos do Bacharelado nos fóruns. Isso é coerente com os dados da Tabela 17, uma vez que a mesma nos mostra um percentual de 23,08% de alunos do Tecnólogo na opção “Não se Aplica”.

Foi promovida, ainda, uma análise em termos da adequação das postagens. A professora das turmas (autora desta tese), avaliou cada postagem, atribuindo, para tanto, um valor de 0 a 5 às mesmas (sendo zero o valor de uma postagem sem coerência com o tema abordado e cinco o valor de uma postagem totalmente pertinente, pesquisada e refletida). Dessa forma, foi possível elaborar a Tabela 19, com os valores médios relativos a adequação das postagens aos temas abordados, em cada fórum.

¹¹⁰ Em cada fórum do Moodle, há um registro do número de tópicos abertos. Esse número não inclui comentários. Assim, quando um aluno abre um tópico, postando sua contribuição, o mesmo é contabilizado apenas uma vez, independente do número de comentários que o mesmo venha a receber. Na Tabela 18, trabalhou-se com esses registros, sendo cada tópico correspondente a um aluno diferente.

Tabela 19: Adequação das Postagens – Experimentação do M-learnMat

Fóruns	Cursos	
	Bacharelado	Tecnólogo
	Valores médios 0-5	Valores médios 0-5
1 - Transformações gráficas	5,00	4,21
2 – Limites – origens históricas	4,50	4,60
3 - Derivadas – origens históricas	4,38	3,85
4 - Teste da derivada segunda para extremos relativos	4,00	3,94
5 – Integrais – origens históricas	4,09	4,18

Os valores da Tabela 19 mostram que, em média, as postagens foram coerentes com os temas focalizados. Cabe ressaltar que as discussões dos fóruns facilitaram a explicação do conteúdo em sala de aula, assim como o entendimento de algumas situações-problema e de questões dos trabalhos individuais. Isso se justifica pelo fato de que muitas das questões propostas eram relacionadas às necessidades iniciais que fundamentaram o desenvolvimento do temas, principalmente o de Derivadas e o de Integrais.

Observa-se, então, que a proposta de abordagens históricas por meio dos fóruns foi bem aceita pelos alunos e foi importante para o desenvolvimento da disciplina.

10.2.2.4 Proposta de Trabalhos Individuais

Os trabalhos individuais continham algumas questões com propostas semelhantes às das situações-problema, nas quais cada aluno deveria atender a condições propostas pelo professor, como mostra o Quadro 18.

Quadro 18: Exemplos de Questões dos Trabalhos Individuais
Experimentação do M-learnMat

Apresente uma função que tenha uma assíntota oblíqua em $y = 2x + 9$. Apresente, também, o gráfico da função e da assíntota.

Quadro 18a: Exemplo de Questão do Trabalho sobre Assíntotas

Considere a integral definida abaixo. Determine valores para a e b ($b > a$) e crie uma lei para g , sendo g uma função polinomial de grau 6, com cinco termos, de tal modo que o valor da integral seja um número negativo.

$$\int_a^b g(x) dx$$

Quadro 18b: Exemplo de Questão do Trabalho sobre Integrais

Os alunos podiam discutir essas questões com os colegas, mas tinham que elaborar suas próprias respostas. Buscou-se, assim, promover avaliações individuais, mas sem deixar de incentivar a troca de idéias. Segundo as concepções da TA, o sujeito é coletivo, ainda que visto individualmente, pois é parte de uma comunidade e influenciado por ela.

Com relação aos trabalhos individuais, analisou-se a seguinte afirmativa no questionário final: “Os trabalhos individuais (de valor 2,0 pontos), ao exigirem reflexões e análises contribuiram para a aprendizagem dos conteúdos abordados”. A Tabela 20 mostra os resultados obtidos.

Tabela 20: Importância dos Trabalhos Individuais – Experimentação do M-learnMat

Cursos \ Opções	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	46,15	46,15	7,70	0	0	0
Tecnólogo	84,61	11,54	0	3,85	0	0

Nota-se uma excelente aceitação da proposta dos trabalhos individuais por parte dos alunos do Tecnólogo. Por meio da observação também foi possível perceber uma melhor participação desses alunos. Os referidos trabalhos eram mais discutidos pelos mesmos em sala de aula, na monitoria e no *chat* do Moodle. Mas, considerando, conjuntamente, as opções “Concordo Plenamente” e “Concordo” também se pode afirmar que a proposta foi bem aceita pelos alunos do Bacharelado.

10.2.2.5 Disponibilização de Materiais no Moodle

Outra estratégia adotada foi a disponibilização de materiais no Moodle. Além das orientações de uso sobre aplicativos e *softwares* (Figura 33), foram disponibilizados materiais extras sobre os assuntos estudados. Cada tópico do Moodle era sempre composto de uma seção “Material Complementar”, como mostra a Figura 34.

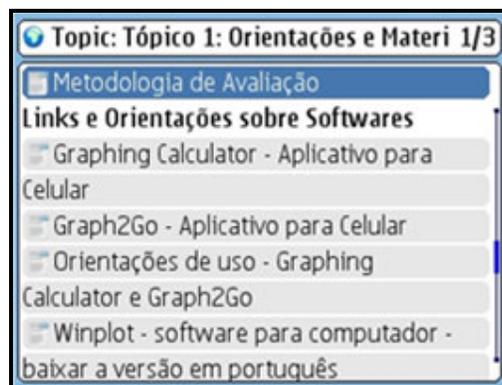


Figura 33: Orientações sobre Aplicativos e *Softwares* - MLE Client - Experimentação do M-learnMat

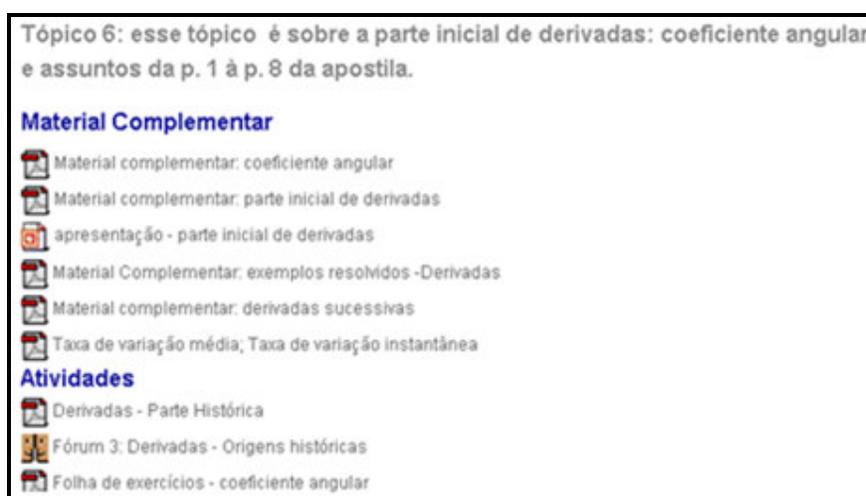


Figura 34: Material Complementar – Moodle Tradicional - Experimentação do M-learnMat

Com esses materiais visou-se colaborar para a retirada de eventuais dúvidas que pudessem surgir durante a resolução de exercícios, fora de sala de aula.

A afirmativa “A estratégia de disponibilizar orientações e materiais diversos no Moodle contribuiu para o bom andamento da disciplina” foi apresentada no questionário final. A Tabela 21 apresenta os percentuais levantados.

Tabela 21: Materiais Disponibilizados no Moodle – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	76,92	15,38	0	7,70	0	0
Tecnólogo	65,38	26,92	0	0	0	7,70

Na perspectiva da TA, os materiais disponibilizados são instrumentos de mediação que visam auxiliar o sujeito a alcançar seus objetivos de aprendizagem. A Tabela 21 mostra que a estratégia de disponibilizá-los, de maneira geral, foi bem aceita pelos alunos. Isso também foi observado durante o semestre, por meio dos comentários dos alunos sobre a importância de ter sempre diversos materiais disponibilizados.

Certamente, os materiais disponibilizados não foram igualmente acessados por todos os alunos. Segundo as concepções da TA, alunos são sujeitos ativos que devem realizar ações e operações direcionadas aos seus objetivos. Assim, o acesso aos materiais dependia da necessidade de cada um. Fazendo um levantamento nos dados do Moodle, foi possível elaborar a Tabela 22, com os percentuais médios de acesso a cada arquivo (considerando os 13 alunos do Bacharelado e os 26 do Tecnólogo, no final do semestre).

Tabela 22. Materiais no Moodle – Percentual Médio de Acesso por Arquivo
Experimentação do M-learnMat

Cursos	Bacharelado	Tecnólogo
	%	%
Materiais disponibilizados		
Ementa e Metodologia de Avaliação: 2 arquivos	57	58
Orientações sobre uso de Aplicativos e Softwares: 3 arquivos	54	56
Materiais Complementares relacionados a Conteúdos: 29 arquivos	70	56

Destaca-se o percentual do Bacharelado em relação aos materiais complementares, que mostra que cada um dos 29 arquivos foi acessado, em média, por 70% da turma. Esse valor é coerente com a Tabela 21, que mostra um maior percentual na opção “Concordo Plenamente” desse curso. Atribui-se esses percentuais ao fato de que os alunos do Bacharelado recorriam menos à monitoria (como pode ser analisado mais adiante, na Tabela 28), então utilizavam mais os materiais complementares em seus estudos. As demais taxas não diferiram significativamente entre os dois cursos.

A seguir, são apresentados dois comentários relatados na questão aberta, proposta ao final do questionário, sobre a estratégia de disponibilização de material:

Achei bem legal a disponibilização de material na web. Esse método já foi "pregado" diversas vezes, mas foi a 1ª vez que vi funcionar de fato (Aluno Z – Tecnólogo).

Gostei e achei bastante proveitosa a quantidade de conteúdo disponível no Moodle, porém o primeiro acesso pode ser complicado pelos "exagerados" procedimentos de segurança, como a complicada senha (Aluno H – Bacharelado).

A questão levantada pelo aluno H, do Bacharelado, sobre a senha de acesso ao Moodle, deve-se ao fato da mesma exigir, ao menos oito caracteres, uma letra maiúscula, uma minúscula, um número e um caractere não alfanumérico. Essa dificuldade não foi exclusiva desse aluno, uma vez que a mesma foi observada, no início do semestre, nos comentários de diversos alunos, dos dois cursos. Ressalta-se que o referido procedimento é padrão da instituição, não sendo algo específico do curso de Cálculo. Diante do que foi observado, entende-se que a utilização de senhas seguras não era algo comum para muitos alunos e, nesse sentido, ocorreu uma contradição secundária entre esses alunos e o que, para eles, era uma nova regra. Por meio da observação promovida, foi possível notar que os alunos, após as dificuldades iniciais, conseguiram, em geral, acessar o Moodle, sem dificuldades. Porém, independente disso, essa questão foi relatada à equipe responsável pelo Moodle, para que fosse refletido se, realmente, é preciso todo esse rigor com relação à senha. Como já mencionado, contradições são pontos de partida para que novas soluções sejam buscadas.

A afirmativa “*Acessar o Moodle no computador/notebook em casa, em geral, foi uma tarefa simples*” foi analisada no questionário final, em decorrência das referidas dificuldades iniciais de acesso. Buscou-se, assim, verificar se o que havia sido observado em sala de aula se confirmava pelos dados do questionário. A Tabela 23 apresenta os percentuais levantados.

Tabela 23: Facilidade de Acesso ao Moodle – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	61,54	30,77	0	7,69	0	0
Tecnólogo	57,69	19,23	11,54	0	7,69	3,85

Como já mencionado, os sistemas de atividades são dinâmicos, se desenvolvem como um processo sócio-histórico. Os resultados, apresentados na Tabela 23 mostram que as dificuldades iniciais foram superadas no decorrer do semestre, confirmando, assim, o que havia sido observado.

O número médio de registros de acesso aos recursos do Moodle (considerando todos os recursos disponibilizados), por pessoa, foi de 204 acessos no Bacharelado e 206 no Tecnólogo, o que também indica que a maioria conseguiu acessar, normalmente, o ambiente.

Com relação ao acesso ao MLE-Moodle, foi apresentada, no questionário final, a seguinte afirmativa: “Acessar o MLE-Moodle no celular, em geral, foi simples”. A Tabela 24 apresenta os resultados.

Tabela 24: Facilidade de Acesso ao MLE-Moodle – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	7,69	23,08	38,46	15,39	7,69	7,69
Tecnólogo	7,69	7,69	19,23	3,85	3,85	57,69

O acesso ao MLE-Moodle requer uso da Internet o que, por sua vez, requer aparelhos com recursos para tal fim e, muitas vezes, envolve custo. Como já mencionado, poucos tinham condições de usar o Wi-Fi da instituição, por limitações tecnológicas de seus aparelhos. O percentual de alunos do Tecnólogo na opção “Não se Aplica” retrata bem essa situação. Entende-se que a avaliação dessa afirmativa sofreu bastante influência do fator custo. Como mostram os dados levantados no início do semestre letivo (Tabela 8), o custo é um fator que, ainda, influencia o uso de recursos do celular (sendo o custo de Internet destacado nos comentários adicionais). Cabe ressaltar que também na pesquisa exploratória (relatada no Capítulo 8), os custos com conexão Internet e *download* foram apontados como um fator que ainda prejudica a plena utilização dos recursos dos celulares. Nota-se, então, uma contradição secundária envolvendo o celular e as regras de mercado, no qual se inseriu o sistema de atividade. No entanto, é preciso destacar que os planos de acesso à Internet, propostos pelas empresas de telefonia, têm ficado cada vez mais acessíveis.

Além do custo de Internet, que prejudicou o uso desse recurso, destaca-se outro problema observado. O navegador padrão de um determinado sistema operacional não permitia visualizar o curso no MLE-Moodle direto pela Internet (somente pela opção MLE Client). Dos sete *smartphones* do Tecnólogo, três possuíam o referido sistema operacional. Já no Bacharelado, dos sete *smartphones*, seis possuíam esse sistema operacional. Esse fato também pode ter influenciado na avaliação, embora alguns alunos já fizessem uso de um

navegador alternativo. Observa-se, então, uma contradição primária¹¹¹ nessa questão, pois embora os celulares tenham tido um custo em sua aquisição (valor de troca), possuíam um tipo de navegador que não permitia a visualização do curso (valor de uso).

Diante do contexto, entende-se que não é possível analisar a usabilidade do MLE-Moodle em si, uma vez que a avaliação pode ter envolvido outros fatores, além da referida usabilidade. Além disso, a análise desses fatores também permite considerar que os dados da Tabela 24, ao apresentarem um percentual baixo de concordância (ainda que maior do que o de discordância), refletem a realidade da comunidade considerada.

De maneira geral, a proposta de uso do Moodle foi muito bem aceita pelos alunos. Em particular nessa seção, foi focalizada a estratégia de disponibilização de materiais e os dados levantados sinalizaram boa receptividade dos alunos em relação à mesma. Com relação ao MLE-Moodle, considera-se que preços mais acessíveis, tanto dos dispositivos quanto do acesso à Internet, tendem a contribuir para uma utilização melhor do mesmo. Porém, de qualquer forma, existem aspectos que podem ser melhorados no recurso em si, como a questão do envio de arquivos nas tarefas, mencionado anteriormente.

10.2.2.6 Meios de Contato com o Professor

Como defendido por Vigotski (2009), é por meio da interação social que ocorre o desenvolvimento de processos psicológicos no indivíduo. A natureza coletiva e social das atividades humanas também foi evidenciada por Engeström (1987), quando propôs a análise da relação sujeito-objeto, com base em diferentes mediadores. Diante desse contexto, buscou-se sempre manter canais de contato extraclasse, visando contribuir para um melhor desenvolvimento dos sistemas de atividades propostos.

Para avaliar esses canais de contato, foi proposta, no questionário final, a seguinte afirmativa: “*As formas de contato com o professor, fora da sala de aula (e-mail, recursos do Moodle), foram satisfatórias*”. A Tabela 25 apresenta os percentuais correspondentes.

¹¹¹ Uma contradição primária, como discutido no Capítulo 3, pode ocorrer em cada componente do sistema de atividade, refletindo alguma tensão entre o valor de uso e o valor de troca.

Tabela 25. Satisfação com as Formas de Contato com o Professor
Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	69,24	15,38	15,38	0	0	0
Tecnólogo	88,45	3,85	3,85	0	0	3,85

No decorrer da disciplina, diversos *e-mails* foram enviados, tanto por parte da professora, com orientações e avisos, quanto dos alunos, contendo, em geral, dúvidas relativas aos trabalhos individuais. Também relacionados a esses trabalhos foram abertos dois *chats* (salas de bate-papo) no Moodle, com marcação de vários horários em que o professor estaria disponível. Os fóruns foram sempre comentados pelo professor (ratificando o que foi dito ou solicitando complementações e alterações). Tudo isso, justifica o bom percentual apresentado na Tabela 25.

Observa-se uma melhor avaliação por parte dos alunos do Tecnólogo. Realmente, esses recorriam com maior frequência ao professor, possivelmente em virtude da distribuição das aulas no curso (o contato presencial com o professor ocorria em um único dia da semana, quando as quatro aulas eram ministradas sequencialmente). No Bacharelado, as quatro aulas eram divididas em dois dias. Soma-se a isso a facilidade em relação ao conteúdo de alguns alunos do Bacharelado.

Os *chats* promovidos foram relativos aos dois trabalhos individuais, um no meio e outro ao final do semestre (Figura 35). Foi possível observar uma melhor participação no segundo *chat*, o que é coerente com o fato de que a prática de uso educacional de recursos digitais foi sendo construída ao longo do semestre.



Figura 35a: *Chat* sobre o Trabalho sobre Assíntotas

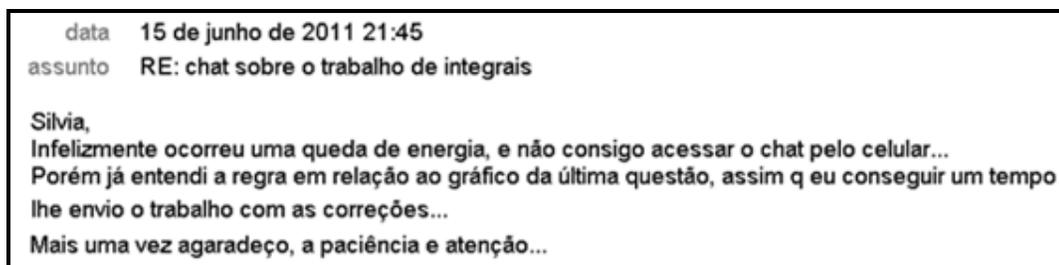


Figura 35b: *Chat* sobre o Trabalho sobre Integrais

Figura 35: *Chats* sobre os Trabalhos Individuais- Experimentação do M-learnMat

O *e-mail* de um aluno do Tecnólogo, mostrado no Quadro 19, relata uma questão importante, relacionada aos *chats*. O referido *e-mail* foi decorrente da saída repentina do aluno do *chat* (via Moodle tradicional).

Quadro 19: Problema no *Chat* - MLE-Moodle – Experimentação do M-learnMat



De fato, no MLE-Moodle é possível responder aos fóruns, mas não aos *chats*. Os mesmos nem ficam visíveis no celular. Esse é, portanto, outro ponto a ser melhorado nesse recurso. Observa-se uma contradição primária nessa situação. O MLE-Moodle apresenta problemas, como os relatados, que acabam prejudicando seu valor de uso, mas como é uma ferramenta livre (valor de troca), ainda continua sendo uma importante opção em termos de educação pública. Nota-se que os instrumentos tanto possibilitam como restringem ações. Estes modelam a atividade de acordo com suas características e carregam em si as condições de seus desenvolvedores, que agem de acordo com as possibilidades de certo período histórico.

No entanto, de maneira geral, as formas de contato com o professor foram muito bem avaliadas pelos alunos.

10.2.2.7 Proposta Geral de Uso de Diversos Recursos Tecnológicos

Tendo analisado estratégias particulares que envolveram os componentes sujeito-objeto de conhecimento-instrumentos, promove-se aqui uma análise geral da proposta de uso de diversos recursos tecnológicos. Entende-se que cada estratégia, vista particularmente, tem sua importância, no entanto, o valor conjunto do uso dos diversos recursos assume uma dimensão maior e também merece ser avaliado.

Por meio da observação promovida, foi possível notar que os alunos passaram a usar com regularidade os recursos tecnológicos, nas discussões das situações-problema, nos trabalhos individuais e como extensão do espaço da sala de aula, com o Moodle. Após a fase inicial de adaptação, os alunos foram lidando com as diversas tecnologias com mais familiaridade. Segundo Wells (1998), quando instrumentos são usados para que o sujeito alcance o objetivo de uma ação, o referido uso pode ser entendido como uma operação, um meio pelo qual a ação é realizada. No entanto, quando o sujeito ainda está aprendendo a usar os instrumentos, o uso em si ainda é uma ação, uma vez que é um processo consciente. Assim, é possível afirmar que os alunos, no início do semestre, lidavam com as tecnologias no nível de ações. À medida que essas ações atingiram certo nível de maturidade e passaram a ser executadas sem requerer tanta atenção, esse uso foi se tornando uma operação.

Buscando verificar se o que foi observado em sala de aula se confirmava na visão dos alunos, foi apresentada a seguinte afirmativa no questionário final: “*O uso de diversos recursos tecnológicos no apoio à disciplina contribuiu para a aprendizagem*”. A Tabela 26 apresenta os percentuais obtidos.

Tabela 26. Importância dos Recursos Tecnológicos – Experimentação do M-learnMat

Cursos \ Opções	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	38,46	53,85	7,69	0	0	0
Tecnólogo	76,92	19,23	0	0	3,85	0

Considerando-se, conjuntamente, as opções “Concordo” e “Concordo Plenamente” tem-se, em ambos os casos, um percentual superior a 90%. No entanto, observa-se um destaque maior no Tecnólogo (com quase 77% na opção “Concordo Plenamente”). Atribui-se a melhor avaliação por parte dos alunos do Tecnólogo ao fato de que os mesmos tinham menos tempo para estudar e, assim, o apoio tecnológico assumia maior importância.

Como já mencionado, de maneira geral, os alunos do Bacharelado apresentavam melhor bagagem de instrumentos conceituais, em termos de pré-requisitos, do que os alunos do Tecnólogo. Esse fato também pode ter influenciado a percepção da importância dos recursos de apoio. As postagens do Fórum 1 (transformações gráficas) retratam bem essa situação. As respostas dos alunos do Bacharelado foram muito mais imediatas, já as dos alunos do Tecnólogo, muitas vezes, contaram com o apoio de recursos tecnológicos, em termos de traçados dos gráficos.

Abaixo, são destacados dois comentários sobre o uso de diversos recursos tecnológicos, apresentados na questão aberta, ao final do questionário:

A matéria de Cálculo é muito extensa, logo o uso de ferramentas pela internet, livros, celulares entre outros é de grande importância, visando sempre aprimorar o conhecimento do aluno (Aluno R – Tecnólogo).

O uso da tecnologia fez toda a diferença e contribuiu para uma melhor aprendizagem (Aluno C – Bacharelado).

Os comentários dos alunos sinalizam bem o papel dos recursos tecnológicos na disciplina: contribuir para a aprendizagem dos conteúdos abordados. As tecnologias utilizadas não eram o foco, eram ferramentas de mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

10.2.2.8 Proposta Geral do Uso Pedagógico de Celulares

Nessa seção, destacam-se do conjunto de recursos tecnológicos propostos, analisado no item anterior, apenas os referentes ao celular, uma vez que *m-learning* é o foco desta tese. Aspectos particulares de cada recurso para celular já foram abordados ao longo das análises anteriores, mas aqui se busca uma visão global sobre a proposta de uso pedagógico desse dispositivo.

Nesse sentido, analisou-se a seguinte afirmativa apresentada no questionário final: “A proposta de uso de celulares, de maneira geral, foi importante para a disciplina”. A Tabela 27 mostra os percentuais obtidos.

Tabela 27: Importância dos Celulares – Experimentação do M-learnMat

Cursos \ Opções	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	30,77	30,77	7,70	15,38	15,38	0
Tecnólogo	34,61	30,77	19,23	0	3,85	11,54

Em todas as análises relacionadas aos recursos dos celulares é preciso ter em mente que nem todos os alunos possuíam a plataforma Java ME em seus aparelhos. Assim, entende-se que o percentual de aceitação da Tabela 27, considerando-se, conjuntamente, as opções “Concordo Plenamente” e “Concordo” (61,54% no Bacharelado e 65,38%) foi um bom índice de aceitação.

Além disso, os percentuais foram coerentes com a realidade observada. De maneira geral, foi possível notar que a tecnologia de muitos celulares ainda não contribuía para o uso pedagógico dos mesmos e também que alguns recursos utilizados precisavam evoluir em termos de usabilidade. Assim, também os percentuais de discordância são compreensíveis.

Ressalta-se que o problema da variedade de modelos dos celulares, com recursos muito distintos entre os mesmos, já havia sido observado no estudo piloto com o Graph2Go (relatado no Capítulo 8). Assim, já era, de certa forma, esperado que essa situação voltasse a ser observada, uma vez que o número de alunos envolvidos era muito maior.

É possível notar, então, uma contradição primária no celular, visto como instrumento mediador dos sistemas de atividade considerados. O valor comercial (valor de troca) de um aparelho com requisitos necessários para que pudessem atuar como ferramentas mediadoras da aprendizagem (valor de uso), não era acessível a todos. No entanto, entende-se que as tecnologias evoluem rapidamente e os preços tendem a baixar com a estabilidade das mesmas.

10.2.3 Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Divisão de Trabalho

Um sistema de atividade é sempre uma comunidade de múltiplos pontos de vista, (ENGESTRÖM, 2001). São indivíduos com histórias diferentes, que assumem papéis diferentes na divisão do trabalho, em busca de um objetivo comum. A divisão de trabalho e o desempenho de cada participante na execução de suas tarefas agem diretamente no sistema, mediando a relação sujeito-objeto de conhecimento. Assim, a atuação do aluno é fundamental para sua aprendizagem e, nesse sentido, os colegas também têm um papel importante, assim como o professor e o monitor da disciplina. Por meio do triângulo destacado na Figura 36 promove-se a análise dos dados correspondentes ao relacionamento sujeito-objeto de conhecimento-divisão de trabalho.

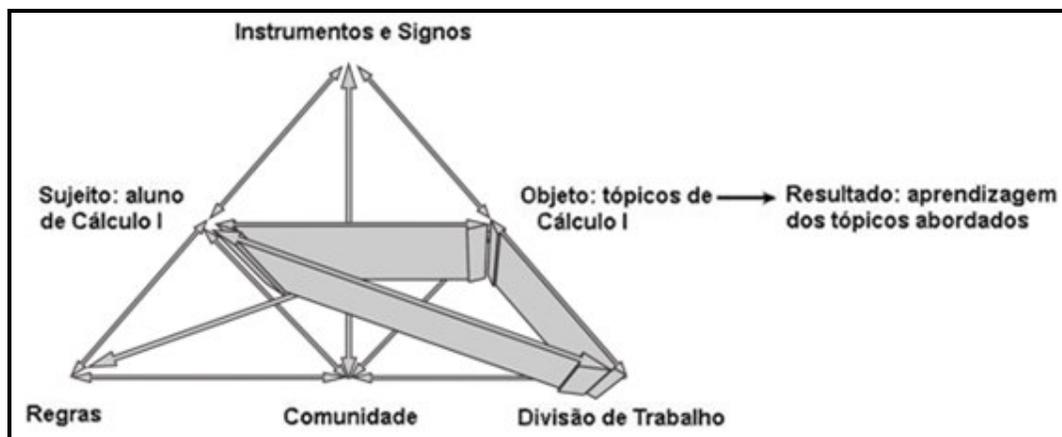


Figura 36: Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Divisão de Trabalho

10.2.3.1 Monitoria

A disciplina de Cálculo I contou com apoio de um monitor (licenciando em Matemática). O mesmo tinha reuniões frequentes com a professora da disciplina, de forma que as estratégias adotadas nos cursos fossem seguidas também na monitoria. As dificuldades mais comuns dos alunos também eram discutidas, visando encontrar caminhos para minimizá-las. Essas reuniões eram fundamentais, pois o monitor, assim como a professora, fazia parte da comunidade do sistema de atividade e seu papel, na divisão do trabalho, era bem definido.

O questionário final apresentou a seguinte afirmativa “*A monitoria foi importante para a aprendizagem dos conteúdos*”. A Tabela 28 mostra os percentuais obtidos.

Tabela 28: Importância da Monitoria – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	7,69	7,69	61,54	15,39	0	7,69
Tecnólogo	53,85	7,69	7,69	0	3,85	26,92

Observa-se que a monitoria foi considerada mais importante pelos alunos do Tecnólogo. Estes realmente a utilizavam mais intensamente. Para a retirada de dúvidas, os alunos do Bacharelado recorriam com maior frequência aos materiais complementares do Moodle, o que justifica os percentuais da Tabela 28. No entanto, cabe notar que a maioria dos alunos do Bacharelado não discordou da importância da monitoria, mas sim, manteve-se neutra em relação a essa afirmação.

10.2.3.2 Atuação do Próprio Aluno

Segundo Wells (2011), quando um indivíduo participa de uma atividade, mas não consegue entender o motivo ou não valoriza o objeto da mesma, ele pode se sentir motivado apenas a participar minimamente. A participação pode ser a necessária apenas para evitar conseqüências negativas. O sujeito, nessas condições, pode até mesmo escolher formas alternativas de participação, subvertendo o motivo da atividade. Isso é o que ocorre, segundo o referido autor, com muitos alunos que não encontram relevância nas atividades que desenvolvem na educação formal. Dessa forma, a questão focalizada neste item é muito importante.

Por meio da observação foi possível perceber que os alunos que finalizaram o semestre eram, em geral, participativos e comprometidos com sua aprendizagem. Para verificar se eles mesmos se consideravam assim, foi proposta, no questionário final, a seguinte afirmativa “*Sua participação nas atividades da disciplina foi séria e comprometida com sua aprendizagem*”. Com os dados levantados, foi possível montar a Tabela 29.

Tabela 29: Comprometimento Pessoal com a Aprendizagem
Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	53,84	23,08	15,38	7,70	0	0
Tecnólogo	53,84	19,23	19,23	0	3,85	3,85

Os percentuais da Tabela 29 confirmam a boa participação observada durante o semestre. Entende-se que os que optaram pela alternativa “Não Concordo nem Discordo” consideraram sua participação como regular (não foi de fato séria e comprometida, mas também não chegou a ser sem comprometimento). Não foi possível entender o motivo que pode ter levado um aluno do Tecnólogo a optar por “Não se Aplica”, diante dessa afirmativa.

Destacam-se os comentários de dois alunos do Tecnólogo, apresentados na questão aberta, que consideraram que suas participações não foram muito ativas:

Embora minha participação nas aulas tenha deixado a desejar por conta de outros compromissos, o ensino de Cálculo I foi bem elaborado e explicado de forma simples facilitando o entendimento (Aluno L - Tecnólogo).

Confesso que na P2 não participei o tanto como queria, mas adorei as aulas (Aluno X – Bacharelado).

Observa-se, no entanto, que os comentários acima não indicam que os alunos em questão não tenham entendido os motivos da disciplina ou não valorizassem o objeto de estudo da mesma. Há, sim, indicativos de que o desempenho desses alunos foi, de alguma forma, comprometido pela influência de outros sistemas de atividades que os mesmos participavam.

10.2.3.3 Atuação dos Colegas

Segundo Vigotski (2007), as funções no desenvolvimento de um indivíduo ocorrem em dois planos distintos: primeiro no social (entre pessoas, como categoria interpsicológica) e, depois, no individual (interior da pessoa, como categoria intrapsicológica). Reiterando essa visão, Wells (2011) afirma que a construção e a compreensão de conhecimentos podem ser vistas como duas faces de um mesmo processo. A primeira realizada em colaboração com os outros e a segunda voltada para si mesmo, na qual ocorre a apropriação, pelos participantes individuais, do conhecimento construído coletivamente. Tais conhecimentos poderão ser, posteriormente, colocados em uso em outras ações.

Visando analisar a importância da atuação do colega, a afirmativa “*O papel dos colegas de turma foi importante para a sua aprendizagem*” foi analisada no questionário final. A Tabela 30 apresenta os percentuais levantados.

Tabela 30: Importância dos Colegas – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	46,15	30,77	15,38	7,70	0	0
Tecnólogo	30,77	42,30	15,38	0	7,70	3,85

Os dados da Tabela 30 mostram que o papel dos colegas foi considerado importante pela maioria (mais do que 70% em ambos os casos, considerando-se conjuntamente as opções “Concordo Plenamente” e “Concordo”). No entanto, nota-se que o percentual da opção “Concordo Plenamente” não foi muito expressivo. A observação promovida permite entender melhor essa avaliação. No Bacharelado, alguns alunos tinham muita facilidade com o conteúdo e, embora trabalhassem em grupo, não viam nisso algo essencial, pois chegariam, da mesma forma, nos resultados. Já no Tecnólogo, havia um grupo que frequentava regularmente

e compartilhava conhecimentos (na sala de aula e fora dela), mas alguns compareciam às aulas de forma irregular (alunos em dependência ou com dificuldades em termos de trabalho). Tais alunos tinham um relacionamento menos colaborativo do que os que frequentavam regularmente.

De maneira geral, no entanto, a maioria considerou o papel dos colegas importante, evidenciando, assim, o valor das relações sociais, como destacado nas idéias vigotskianas.

10.2.3.4 Atuação do Professor

Entende-se que, na educação formal, a relação dos alunos com o objeto do conhecimento é muito influenciada pela atuação do professor. Nesse sentido, dispensou-se bastante atenção a esse aspecto, ao longo do semestre. Buscou-se organizar o processo de ensino e aprendizagem, trabalhando com estratégias diversas, visando sempre levar o aluno a sentir necessidade dos conceitos trabalhados, por meio de ações conscientes.

Com relação à atuação do professor, foi apresentada, no questionário final, a seguinte afirmativa: “A atuação do professor foi importante para sua aprendizagem”. A Tabela 31 apresenta os percentuais levantados.

Tabela 31: Importância do Professor – Experimentação do M-learnMat

Opções Cursos	Concordo Plenamente	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Plenamente	NA
	%	%	%	%	%	%
Bacharelado	69,23	30,77	0	0	0	0
Tecnólogo	84,62	7,69	7,69	0	0	0

É possível observar, pelos percentuais da Tabela 31, que a atuação do professor foi claramente entendida, pelas duas turmas, como importante para a aprendizagem. Nota-se maior destaque entre os alunos do Tecnólogo. Alguns alunos dessa turma apresentavam maior dificuldade em termos de conteúdo (principalmente em termos de pré-requisitos) do que os alunos do Bacharelado e, nesse sentido, recorriam mais ao professor. Esse fato pode justificar a melhor avaliação por parte do Tecnólogo.

Como afirmam Moura et al. (2010), ao professor cabe organizar ações que permitam ao aluno sentir necessidade dos conceitos, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo. As disciplinas de Cálculo, como descrito no Capítulo 6, são consideradas

pelos alunos, de maneira geral, como sendo de grande dificuldade. Assim, a relação aluno-conceitos de Cálculo é, em geral, complexa e permeada por diversas tensões. A atuação do professor assume, então, um destaque ainda maior. Nesse sentido, os percentuais da Tabela 31 são muito significativos.

Também a observação das posturas dos alunos ao longo do semestre permitiu entender que a atuação do professor foi bem recebida pelos alunos. Apresentam-se, a seguir, dois comentários de alunos do Tecnólogo, relatados na questão aberta, que evidenciam isso:

Os conteúdos programáticos foram bem explicados, porém a extensão dos mesmo dificultou um pouco o aprendizado. Em relação ao docente e suas técnicas de avaliação foram bem aceitas e contribuiu muito para a aprendizagem. (Aluno L - Tecnólogo).

Cabe ressaltar o bom relacionamento da professora com os alunos, bem como sua paciência e esforço em ensinar a matéria (Aluno J – Bacharelado).

10.2.4 Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Regras

Em um sistema de atividade, as regras visam regular as ações e as interações, podendo ser explícitas ou implícitas (ENGESTRÖM, 1987). Por meio do triângulo destacado na Figura 37 promove-se uma reflexão sobre a importância das mesmas, entendidas como um dos mediadores sociais da atividade (juntamente com a comunidade e com a divisão do trabalho).

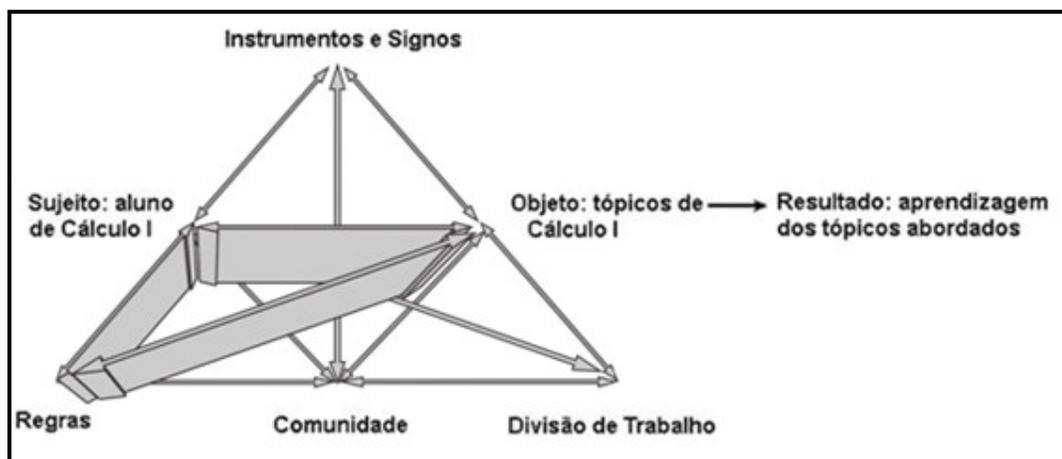


Figura 37: Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Regras

As regras estão sempre presentes no desenvolvimento do sistema de atividade. Assim, as mesmas já permearam todas as análises anteriores, mesmo que implicitamente. Portanto, são destacados, nesta seção, apenas alguns aspectos ainda não discutidos.

Como os alunos eram do Ensino Superior e a maioria não tinha facilidade de acesso a Internet pelo celular, não foram estabelecidas regras explícitas sobre o uso de celular em sala de aula. Optou-se por observar o andamento das atividades e verificar se haveria ou não necessidade de se estabelecer regras para a utilização. De fato, as mesmas não foram necessárias. Ocorreram apenas algumas chamadas eventuais para os celulares dos alunos, mas estas ocorrem, atualmente, mesmo quando não há uso pedagógico desses dispositivos. As próprias regras sociais de uso regularam bem isso (quando, por exemplo, o celular de alguém tocava durante a aula, os próprios colegas cuidavam de reclamar e a questão era resolvida sem maiores problemas). A questão de limite de uso estará sempre presente nas atividades que incluem recursos digitais. Considera-se que a negociação entre as partes é o melhor caminho.

Com relação aos *quizzes*, optou-se por não avaliar o uso dos mesmos para efeito de nota na disciplina, como mostra o Quadro 20.

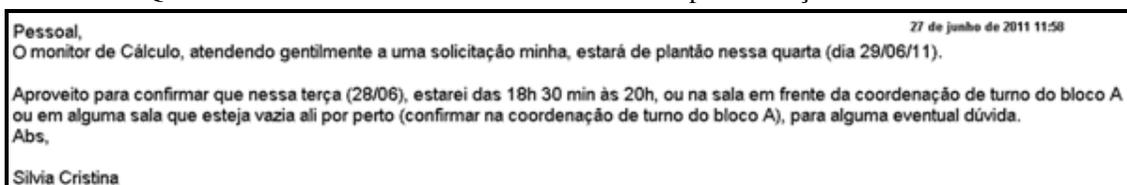
Quadro 20: Informações sobre os *Quizzes* - Experimentação do M-learnMat

17 de abril de 2011 22:10
<p>Pessoal, Em anexo, estou enviando testes em versões para celular, no esquema de sempre (para quem quiser ter as questões acessíveis em qualquer lugar). São 2 pastas em anexo, mas cada um só tem que baixar os arquivos de uma das pastas, no celular.</p> <p>São 4 questões sobre assíntotas e duas sobre limite exponencial fundamental. Como já expliquei em sala, essas questões não fazem parte do meu 1,0 ponto, porém recomendo fortemente que façam como revisão. É sempre interessante saber como vcs se saíram diante de testes sobre o assunto. Qualquer dúvida sobre esses testes poderão ser retirados em sala de aula, normalmente.</p> <p>Relembrando: - midp10 - maior compatibilidade com celulares mais antigos; - midp20 - para celulares mais atuais.</p> <p>Quem tem acesso wifi ou um pacote de internet que não fique tão caro, se preferir, pode acessar a versão mobile do moodle e responder por lá http://www.ptce2.iff.edu.br/moodle/blocks/mle/browser.php?todo=logout</p> <p>Para quem não tem um celular com Java, essas questões poderão ser respondidas no proprio Moodle normal (clicando no teste e a seguir em "View").</p> <p>Abraços, Silvia Cristina Professora de Cálculo</p>

Em termos da pesquisa, a atribuição de nota talvez fosse até mais favorável, contribuindo para uma melhor participação nessa proposta. No entanto, como eram muitas as ações avaliadas e dada a finalidade dos mesmos (revisão de conteúdos), entendeu-se que os *quizzes* ficariam a disposição de quem quisesse fazer uso, sem associação de notas nesse sentido. Essa regra, certamente, influenciou o uso dos *quizzes*. A falta de obrigatoriedade contribuiu para que a participação nessa ação não fosse tão ativa quanto o uso dos aplicativos, por exemplo. Provavelmente, se os fóruns não fossem avaliados, em termos de participação, também não seriam respondidos da forma que foram.

Observa-se, portanto, que as regras são mediadores sociais significativos em uma atividade. Algumas regras podem ser alteradas de acordo com o desenvolvimento da atividade, outras não (como por exemplo, as regras institucionais). Assim, cabe ao professor entender as necessidades dos alunos e verificar o que pode ser organizado nesse sentido. Por exemplo, a monitoria, na disciplina de Cálculo I, ocorria as segundas, terças e sextas-feiras. No período das avaliações, no entanto, os alunos, principalmente do Tecnólogo, sentiam muito a falta da monitoria na quarta-feira. Então, sempre que possível, nesse período, o monitor trocava seu horário de sexta para quarta-feira (Quadro 21).

Quadro 21: Monitoria e Plantão do Professor - Experimentação do M-learnMat



Além do monitor, o professor também disponibilizava alguns horários de plantão, como mostra o Quadro 21. Porém, esses horários do professor não eram fixos, nem mesmo foram planejados no modelo pedagógico. Os mesmos foram frutos da observação da necessidade dos alunos, principalmente do noturno, que tinham dificuldades de recorrer ao plantão de monitoria durante o dia. Assim, nota-se que as estratégias propostas não são inflexíveis, podendo sofrer mudanças e, nesse sentido, quando necessário, novas regras são estabelecidas.

10.2.5 Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Comunidade

Assim como no caso das regras, é difícil destacar somente os elementos desse triângulo (Figura 38), uma vez que as características da comunidade influenciaram, de alguma forma, todas as análises promovidas até agora.

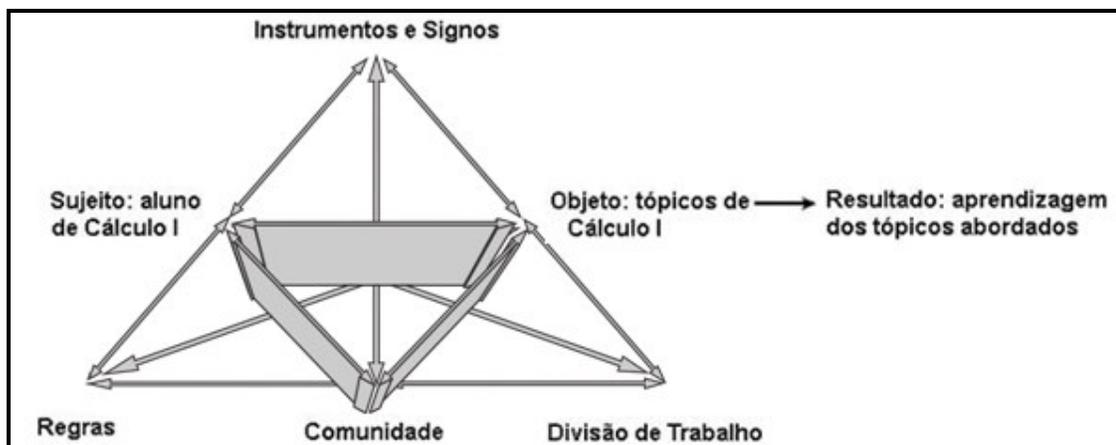


Figura 38: Relacionamento Sujeito-Objeto de Conhecimento-Comunidade

Em virtude de toda a dificuldade que permeia o estudo de Cálculo, essa disciplina já traz consigo um estigma. Os alunos já a “respeitam” desde o início o que, de certa forma, colabora para: i) atitudes mais responsáveis, de quem pode, efetivamente, cursá-la; ii) desistência dos que entendem não ter condições de concluí-la de forma adequada.

Nas comunidades consideradas não foi diferente. O número de alunos cursando a disciplina em regime de dependência, principalmente no noturno¹¹², por si só, já era um indicativo de que Cálculo não era algo simples. Assim, os alunos que frequentavam regularmente tiveram uma participação, em geral, comprometida. Os dados levantados no questionário final sinalizaram isso, assim como os percentuais de aprovação ratificaram essa visão. Considerando os 13 alunos do Bacharelado e os 26 do Tecnólogo (alunos que concluíram efetivamente o semestre), obteve-se, respectivamente, cerca de 85% e 77% de aprovação na disciplina.

Entende-se, pelos dados levantados, que o modelo pedagógico adotado colaborou para o alcance desses percentuais. Na seção seguinte, promove-se uma análise desse modelo, de maneira geral.

¹¹² O Tecnólogo também recebia os alunos em dependência do Bacharelado, uma vez que os alunos do diurno, em geral, optavam por cursar a noite, evitando comprometer suas aulas regulares.

10.2.6 Análise Geral do Modelo Pedagógico Proposto

Encerrando esse capítulo, promove-se uma análise geral do modelo pedagógico adotado, que embasou toda a atividade. Nessa análise, então, a estrutura da atividade deve ser vista por inteiro, como mostra a Figura 25.

A questão aberta, proposta no questionário final, solicitava comentários, críticas ou sugestões sobre a metodologia adotada ou sobre a participação do aluno na disciplina. A análise das respostas dessa questão permitiu perceber uma aceitação muito boa, por parte das duas turmas, das estratégias propostas. Abaixo apresentam-se alguns comentários dos alunos que evidenciam isso, além dos já apresentados nos itens anteriores.

Fiquei muito satisfeito com as atividades extra sala de aula. Elas contribuem para a interação com a turma, professor e aprofundam o interesse em Cálculo. De um modo geral, tudo teve aproveitamento para mim ou para os outros colegas (aplicativos para celular, por exemplo). Gostaria que essas novidades fossem exploradas também por outras disciplinas (Aluno E - Tecnólogo).

Apesar da bateria desgastante de exercícios, a disciplina foi muito bem administrada pela professora, que além de ser uma excelente professora, procura métodos para tornar as aulas de Cálculo menos desgastantes, com atividades extra-curriculares, visando o ponto de vista prático da todo o conceito discutido em aula. Sugestão: sempre que possível, apresente exemplos de aplicações práticas dos conceitos estudados, quanto mais melhor! Parabéns (Aluno V - Tecnólogo).

A metodologia utilizada foi muito interessante, fazendo com que possamos interagir de forma mais atualizada e tecnológica, já que o curso sistemas de informação está ligado a tecnologia (Aluno A – Bacharelado).

Assim, entende-se que o modelo pedagógico adotado nas experiências relatadas, baseado nas orientações do M-learnMat, respondeu aos objetivos propostos. O mesmo cumpriu seu papel de orientar as atividades da disciplina, colaborando para que as ações pedagógicas fossem promovidas de maneira organizada, segundo estratégias bem definidas.

Ressalta-se que objetivo geral dessa pesquisa foi verificar como o M-learnMat poderia contribuir para o planejamento de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior. Nesse sentido, os estudos de caso permitiram observar que o modelo proposto contribuiu para: i) a organização da atividade, permitindo entender que diversos aspectos deveriam ser considerados, uma vez que o sistema de atividade possui vários componentes que mantêm relações dinâmicas entre si; ii) o desenvolvimento das ações promovidas, orientando as mesmas, mantendo sempre claro o papel mediador dos instrumentos tecnológicos utilizados, assim como o papel do aluno, do professor e dos colegas no processo de aprendizagem; iii) a análise da atividade, contribuindo para a compreensão da

natureza das mudanças que ocorreram em diferentes fases e das contradições internas que sempre se revelam em um sistema de atividade.

Como a experimentação não sinalizou pontos a serem modificados no M-learnMat, o modelo apresentado no Capítulo 9 não sofreu alterações, sendo, portanto, a versão final do mesmo.

Com relação ao uso dos celulares, a expectativa é que a popularização dos *smartphones* torne mais prático o uso pedagógico dos mesmos. Aparelhos com muitas limitações tecnológicas restringem, ou até mesmo inviabilizam, o referido uso. Porém, é importante destacar que a escolha de aplicativos, ainda assim, exigirá cuidados, pois alguns aplicativos são específicos para certos sistemas operacionais, não funcionando em outros. Recursos que funcionam em diversos modelos, como os que requerem apenas a plataforma Java ME, podem contribuir nesse sentido. Mas, o fato é que a análise de requisitos mínimos é uma questão fundamental para o uso educacional de aplicativos nos celulares, a menos que se trabalhe com um padrão de aparelho.

Foi possível observar, portanto, que utilizar os celulares dos alunos para fins pedagógicos, nas condições das turmas consideradas, ainda envolve alguns complicadores, como os relatados neste capítulo. Estes tendem a diminuir com os avanços tecnológicos e a popularização de recursos. No entanto, considera-se que até mesmo a melhor compreensão dessas dificuldades relacionadas ao uso educacional de celulares, em contextos reais, destaca a importância dos estudos de caso promovidos.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Matemática, em geral, as tecnologias digitais possibilitam simulações, visualizações, experimentações, levantamento de hipóteses, entre outras ações. Com *m-learning*, adicionam-se possibilidades extras, tais como praticidade, mobilidade, alcance de maior número de pessoas, aprendizagens em contextos reais, entre outras. Nesse sentido, o uso de dispositivos móveis pode contribuir para que o processo de ensino e aprendizagem de Matemática se torne mais acessível e próximo da realidade do aluno.

Modelos pedagógicos que levem em consideração o uso destes dispositivos são importantes, pois podem permitir uma organização mais consistente das práticas pedagógicas e melhor aproveitamento dos recursos tecnológicos. Tais modelos devem considerar aportes teóricos que orientem as ações segundo seus princípios. Para a elaboração do M-learnMat, adotou-se a Teoria da Atividade. A aprendizagem, de acordo com esta teoria, ocorre em ativa interação com outras pessoas, tendo os instrumentos e signos como recursos mediadores essenciais. Entende-se que a própria concepção de aprendizagem, de acordo com a TA, engloba diversos aspectos pertinentes à *m-learning*: contextos sociais, mediação por instrumentos, colaboração, interação, entre outros.

Com o M-learnMat buscou-se colaborar para o desenvolvimento de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior. Neste capítulo, primeiramente, analisa-se como a questão principal e as questões específicas da pesquisa foram respondidas e como os objetivos propostos foram alcançados. A seguir, são apresentados os principais resultados e contribuições deste trabalho e promove-se, então, uma breve retomada das ações desenvolvidas e das dificuldades encontradas. Finalizando, são listadas algumas possibilidades de continuidade deste estudo.

11.1 Reflexões sobre as Questões e os Objetivos da Pesquisa

Nesta pesquisa estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa:

Como o M-learnMat pode contribuir para o planejamento de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior?

A partir desta questão, foram identificadas as seguintes questões específicas: i) como o uso de dispositivos móveis pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática? ii) como a Teoria da Atividade pode dar sustentação ao M-learnMat? iii) quais estratégias pedagógicas devem compor o M-learnMat? iv) como o M-learnMat pode ser utilizado no contexto educacional do Ensino Superior?

No M-learnMat foram considerados diversos aspectos relacionados ao uso de dispositivos móveis e à Matemática. Então, pode-se afirmar que o modelo elaborado contribui para que o professor leve em consideração esses aspectos, evitando ignorar alguns. Porém, entende-se que a contribuição é muito maior do que essa, uma vez que o M-learnMat não é apenas uma listagem de critérios e estratégias. No mesmo adotou-se uma concepção educacional pautada por princípios sócio-interacionistas, que pode se estender pela atividade de forma integral, não se restringindo especificamente ao uso dos dispositivos móveis. Assim, o modelo pode colaborar para a organização das atividades, permitindo uma melhor estruturação de ações direcionadas ao desenvolvimento do pensamento teórico matemático. Mas, além disso, pode: i) orientar a prática dessas ações, colaborando para que o foco na aprendizagem seja mantido, sem que o uso de instrumentos assumam um papel central; ii) favorecer a análise do que foi realizado, ao considerar a evolução da atividade e as contradições internas que ocorrem.

Destaca-se, ainda, que o M-learnMat é adaptável a vários contextos, desde um trabalho em grupo até uma disciplina ou um curso de maior duração, envolvendo dispositivos móveis e outros recursos tecnológicos, o que amplia a possibilidade de uso do mesmo.

Com relação aos dispositivos móveis, foi possível observar que estes têm grande potencial para colaborar na aprendizagem de Matemática, favorecendo visualizações e análises, de maneira prática, em qualquer tempo e lugar. Se a tecnologia necessária para uma melhor utilização pedagógica ainda não está acessível à maioria, há, pelo menos, uma tendência de que essa dificuldade seja minimizada com os avanços tecnológicos e popularização dos mesmos. Nota-se, inclusive, que os planos relacionados ao uso da Internet,

nesses dispositivos, também já estão se tornando mais acessíveis. Essa perspectiva de avanços tecnológicos e de queda de preços destaca, ainda mais, a importância de se ter um modelo como o M-learnMat para dar sustentação a ações ou, mesmo, servir como ponto de partida para reflexões e propostas de novos modelos, sob concepções teóricas diferentes.

Considera-se, então, que a questão principal da pesquisa foi respondida. Para tanto, foi preciso que as respostas às questões específicas fossem sendo alcançadas, o que ocorreu à medida que os objetivos específicos foram atingidos. Buscou-se: i) identificar contribuições que o uso de dispositivos móveis poderiam trazer para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática; ii) elaborar o M-learnMat, tendo como base a Teoria da Atividade; iii) estruturar atividades utilizando estratégias pedagógicas mediadas por recursos digitais móveis, de acordo com o modelo elaborado; iv) aplicar o M-learnMat em estudos de caso. Todos esses objetivos foram alcançados, até se atingir o objetivo principal, que é correspondente à questão da pesquisa: verificar como o M-learnMat pode contribuir para o planejamento de atividades de *m-learning* em Matemática, no Ensino Superior.

Na próxima seção, muitos aspectos relacionados às questões e aos objetivos propostos são abordados mais profundamente, permitindo ratificar a visão de que os mesmos foram atingidos.

11.2 Principais Resultados e Contribuições da Pesquisa

Nessa seção, apresentam-se os principais resultados e contribuições da pesquisa. Para tanto, promove-se uma reflexão sobre alguns pontos discutidos nos subsídios teóricos desta tese e o que foi verificado nos resultados da pesquisa. Busca-se, assim, colaborar para uma visão global do estudo realizado.

No Capítulo 3, foi apresentada a TA e, entre outras coisas, defendeu-se, em concordância com diversos autores (LIBÂNEO, 2003; SFORNI, 2004; NÚÑEZ, 2009; MOURA, 2010), que essa teoria tinha potencial para ser um importante recurso para o planejamento de estratégias pedagógicas. Além disso, no Capítulo 6, foram analisados estudos (SHARPLES, TAYLOR e VAVOULA, 2005; WAYCOTT, JONES e SCANLON, 2005; UDEN 2007) que apontavam a TA como um aporte teórico adequado para *m-learning*. A elaboração do M-learnMat e os estudos de caso realizados permitiram confirmar essas visões.

Ao possibilitar a análise de uma disciplina, curso, ou qualquer outra prática pedagógica, como um sistema de atividade que envolve diversos componentes, a TA contribui, significativamente, para que vários aspectos sejam levados em consideração. Tem-se uma visão mais ampla do todo e, assim, é possível fazer um planejamento melhor das estratégias. A teoria também permite definir, claramente, o papel de recursos tecnológicos, como os dispositivos móveis. Estes são vistos como instrumentos mediadores e, assim, o foco não fica no uso dos mesmos. É possível, ainda, analisar as contradições internas que ocorrem com a introdução de um instrumento. Como o uso educacional dos dispositivos móveis não é, ainda, muito comum, o entendimento de contradições envolvendo esses dispositivos é importante para a melhoria de atividades em *m-learning*. Contradições são forças que atuam em favor do desenvolvimento da atividade.

A TA possibilita, ainda, entender bem a evolução do sistema de atividade. A visão do mesmo como um processo histórico, que se modifica ao longo da própria realização, é fundamental. Esse aspecto dinâmico é algo evidente, mas que muitas vezes é ignorado ou pouco valorizado nas análises de dados. Nos estudos de caso, foi possível perceber, claramente, a evolução dos sistemas de atividade. Os mesmos se desenvolveram ao longo de um semestre letivo, o que favoreceu o entendimento desse aspecto. Foram observadas mudanças nas atitudes dos alunos, do professor e do monitor, à medida que os mesmos interagiam entre si e com os demais componentes do sistema.

Com as concepções de Davýdov promoveu-se uma aproximação entre a TA e o contexto da Matemática. Assim, aponta-se como um dos resultados dessa pesquisa a análise de como a TA pode dar suporte a ações de *m-learning* na Matemática do Ensino Superior. A referida análise pode colaborar em pesquisas na área de Matemática e/ou *m-learning*, que tenham por base a TA.

No Capítulo 4 traçou-se um panorama geral sobre *m-learning* e no Capítulo 5 focalizou-se o contexto mais específico desta pesquisa, relacionando *m-learning* com Matemática. Foi defendido que o conceito de *m-learning* deve ser entendido em termos amplos, sem priorizar a tecnologia (TRAXLER, 2009, SHARPLES et al., 2009). Além disso, foram citados diversos projetos e estudos envolvendo o uso de dispositivos móveis na educação em geral e, na Matemática, em particular. Porém, em toda a pesquisa promovida para esta tese, não foi identificado um modelo pedagógico como o M-learnMat. Assim, considera-se que o maior fruto desta tese, que é o modelo elaborado, traz importantes

contribuições para a área, ao focalizar a atividade de aprendizagem como um todo, sem supervalorizar a tecnologia em si.

Além disso, os estudos de caso utilizando celulares dos próprios alunos, por um semestre letivo (o que também foi algo não identificado nas pesquisas feitas), mostraram dificuldades reais associadas ao uso desses dispositivos. Tais dificuldades também têm seu valor na pesquisa, ao possibilitarem melhor planejamento de outras ações, em condições semelhantes as que foram analisadas. Foi evidenciado que: i) muitos celulares ainda não possuem tecnologia que permitam contribuir de forma mais plena para um uso pedagógico dos mesmos; ii) alguns aplicativos e recursos utilizados precisam evoluir em termos de usabilidade; iii) o uso da Internet, que pode ser muito importante em termos educacionais, ainda é muito limitado. No entanto, estas são situações muito circunstanciais, que tendem a ser minimizadas com os avanços tecnológicos e queda de preços. Certamente, os estudos de caso também apontaram potencialidades no uso pedagógico de celulares, na educação formal. Estas são coerentes com as identificadas nas pesquisas descritas no Capítulo 5: i) praticidade nas investigações matemáticas, o que colabora para reflexões, individuais e em grupo, sobre os conceitos abordados; ii) autonomia na exploração de conceitos, o que colabora para que o aluno assuma um papel mais ativo na sua aprendizagem e melhore a sua relação com a Matemática; iii) aproveitamento de tempo. Porém, não se deve perder de vista que algumas potencialidades estão, diretamente, relacionadas às estratégias adotadas pelo professor.

No Capítulo 5, foi realizada uma análise de recursos, discutindo se os mesmos levavam em consideração características que são diferenciais de *m-learning*. Com relação a esse aspecto, observou-se que os recursos pedagógicos utilizados nos celulares, durante os estudos de caso, são reproduções, em dispositivos móveis, de propostas já existentes em computador. Houve ganhos em praticidade, mobilidade, aproveitamento de tempo e até em práticas colaborativas (devido às estratégias propostas, que incentivavam discussões em grupo). No entanto, nota-se que o potencial de *m-learning* ainda está longe de ser explorado por esses recursos (aprendizagens situadas, recursos realmente colaborativos, coleta de dados). Assim, entende-se que a análise promovida no Capítulo 5 e a observação de alguns recursos nos estudos de caso, podem ser vistos como resultados da pesquisa. Os indicativos levantados podem contribuir para o desenvolvimento da área, ao apontar aspectos que precisam ser mais explorados nos recursos. Ressalta-se, porém, que também foi possível observar, no caso dos celulares, que muitos aparelhos, ainda, não estão tecnologicamente adequados para suportar propostas mais avançadas.

No Capítulo 6 foram apresentadas as bases do M-learnMat, de maneira mais específica. Portanto, o modelo em si é a maior contribuição desse estudo para os campos de pesquisa abordados no referido capítulo. Contudo, ainda é possível identificar contribuições mais pontuais, diretamente relacionadas a alguns temas. Discutiu-se a definição de modelo pedagógico adotada nesta pesquisa, baseado, principalmente, na proposta de Behar (2009). Para os estudos de caso, modelos pedagógicos foram organizados e estes podem orientar o desenvolvimento de outros modelos, segundo a proposta do M-learnMat. Além disso, os mesmos podem contribuir para o melhor entendimento do que são modelos pedagógicos, segundo a concepção adotada nesta pesquisa.

No mesmo capítulo, também foram discutidas dificuldades relacionadas à aprendizagem matemática no Ensino Superior e estratégias para tentar minimizá-las. Entende-se que os estudos de caso promovidos agregaram valor nesse sentido, pois foi possível confirmar que as dificuldades em Cálculo são muitas e, fortemente, relacionadas à falta de pré-requisitos. Mas, também, foi possível verificar que as estratégias adotadas contribuíram para a aprendizagem dos conteúdos abordados. Portanto, propostas como a do M-learnMat podem colaborar para a melhoria da aprendizagem.

Além do que já foi abordado nesta seção, destacam-se, ainda, outras contribuições desta pesquisa: i) a versão digital do M-learnMat, com a qual se busca facilitar o acesso e a utilização do modelo elaborado; ii) o projeto de pesquisa Aprendizagem com Dispositivos Móveis¹¹³, iniciado a partir dos estudos dessa tese, no âmbito do qual espera-se continuar as pesquisas relacionadas ao tema; iii) a listagem de aplicativos direcionados à Matemática, os tutoriais sobre o MyMLE e MLE-Editor, os *quizzes* elaborados e outros recursos disponibilizados no *site* do referido projeto de pesquisa.

Obter as contribuições e resultados descritos requereu a realização de diversas ações. Na seção seguinte, apresenta-se um resumo das mesmas e são descritas as principais dificuldades encontradas e as limitações do estudo.

¹¹³ <<http://www.nie.iff.edu.br/projetomlearning/>>.

11.3 Ações Promovidas e Limitações do Estudo

Iniciar o trabalho numa área recente de pesquisa, como *m-learning*, já seria por si só interessante. Associá-lo, então, a uma área específica como a Matemática e, além disso, tomar por base uma teoria ainda não muito discutida na área educacional brasileira, fez do trabalho um verdadeiro desafio.

Assim, muitas horas de estudo foram dedicadas, inicialmente, a *m-learning*, de maneira geral, tendo em vista o conhecimento da grande área a ser abordada. No Brasil, há, ainda, pouca pesquisa sobre o assunto, então o material base da tese é constituído, em sua maioria, de artigos em língua estrangeira. Grande parte composta de estudos promovidos na Europa, onde a área tem sido bem pesquisada. Logo, no mapeamento do estado da arte do assunto, uma das dificuldades foi levantar material que permitisse retratar um pouco da realidade brasileira. Felizmente, alguns artigos e relatórios de pesquisa foram identificados, permitindo contornar essa dificuldade.

Encontrar estudos relacionando *m-learning* e Matemática do Ensino Superior também não foi muito simples. Mesmo sobre Matemática em outros níveis de ensino eram poucos os artigos, ainda que pesquisando em bases de dados da Capes, sobre estudos realizados no exterior. Portanto, levantar os estudos relatados na tese, relacionando Matemática e *m-learning*, requereu bastante pesquisa.

Em paralelo aos estudos sobre *m-learning*, eram realizadas leituras em busca de uma teoria que pudesse atender às necessidades da pesquisa e às concepções sobre educação da autora desta tese. Este não foi um processo simples, pois, embora já houvesse uma tendência da autora pela linha vigotskiana, era preciso analisar como essa teoria daria sustentação ao trabalho. Buscava-se um suporte teórico que permeasse todo o estudo, tanto em relação à *m-learning* quanto à Matemática. Promoveu-se, então, um levantamento, na literatura, sobre teorias adotadas no apoio a trabalhos de *m-learning* e, assim, identificou-se a Teoria da Atividade. A TA, como já descrito, é um desdobramento da teoria vigotskiana, o que facilitou o entendimento da mesma. Mas, ainda assim, foi preciso estudar: i) mais profundamente as idéias de Vigotski; ii) os princípios fundamentais estabelecidos, principalmente, por Leontiev; iii) a proposta de Engeström¹¹⁴, que ao focar o contexto social, deu um novo impulso à TA; iv) os princípios defendidos por Davýdov, para uma melhor orientação em termos da

¹¹⁴ Ressalta-se que todos os artigos levantados, relacionando *m-learning* e TA, mencionavam trabalhos de Engeström, ou seja, os mesmos não se baseavam apenas no enfoque de Leontiev.

Matemática. Portanto, foi um longo caminho até estabelecer esse quadro teórico, mas isso tudo permitiu que a teoria não ficasse só na periferia do trabalho. O M-learnMat é totalmente embasado pela TA.

Indo além da teoria, era preciso entender melhor o contexto de *m-learning* em termos práticos, antes de propor um modelo pedagógico. Assim, foi realizada uma pesquisa exploratória e um estudo piloto. Estes, respectivamente, permitiram: i) entender características do público alvo (alunos do Ensino Superior), relacionadas à utilização de dispositivos móveis, e verificar que a idéia do uso educacional destes recursos era bem aceita por esses alunos; ii) compreender dificuldades e potencialidades do uso do celular para fins pedagógicos. Na referida pesquisa, o único aspecto observado foi em relação ao preenchimento completo do questionário, pois algumas pessoas assinalavam opções, mas não justificavam as mesmas. No entanto, isso não chegou a ser uma dificuldade significativa, pois a maioria respondeu de forma completa. Com relação ao estudo piloto, foi necessário aprender a usar o Graph2Go e, então, preparar a apostila de atividades, que contém uma seção inicial com a descrição das ferramentas do aplicativo. Porém, como questão problemática, destaca-se apenas a transferência do Graph2Go para o celular dos participantes, relatada no Capítulo 8.

As dificuldades ocorridas durante os estudos de caso da experimentação do M-learnMat já foram bem relatadas no Capítulo 10. Porém, destacam-se aqui as que inviabilizaram a realização de um estudo de caso na modalidade a distância. No início da experimentação, abriu-se a possibilidade de que os alunos em dependência cursassem a disciplina de Cálculo I, na modalidade a distância¹¹⁵, utilizando os diversos recursos tecnológicos propostos. Porém, os mesmos não se interessaram pela idéia. Uns não cursaram, de fato, a disciplina no semestre considerado e os que cursaram, optaram por fazê-lo presencialmente, alegando que Cálculo era difícil demais para ser estudado a distância. Verificou-se, então, a possibilidade de propor um minicurso de Cálculo, a distância, para outro curso do IF Fluminense. Porém, ainda havia a questão da necessidade de ter conexão Internet pelo celular. Sem isso, não seria possível analisar o uso dos celulares. Em conversa com os referidos alunos, foi constatado que essa condição seria viável apenas para poucos alunos e, destes, nem todos estavam interessados em um compromisso a mais durante o semestre. Certamente, outras instituições, cujos alunos tivessem um poder aquisitivo mais elevado e, portanto, celulares mais modernos, poderiam ser consideradas para tal fim. Porém, isso envolveria contato prévio, análise do M-learnMat pela equipe pedagógica (avaliando sua

¹¹⁵ Com a devida autorização da instituição de ensino em questão.

utilização), um ambiente virtual de aprendizagem com acesso pelo dispositivo móvel, apoio de uma equipe de tecnologia, entre diversas outras coisas. Assim, optou-se por deixar essa proposta para estudos futuros, limitando a pesquisa a casos presenciais. Porém, as tentativas mencionadas permitiram ter uma noção das dificuldades envolvidas ao se tentar organizar uma atividade pedagógica a distância, envolvendo dispositivos móveis.

Nesse sentido, destaca-se, ainda, que o modelo foi testado apenas com celulares, focalizando somente conteúdos de Cálculo I e tendo como professora a autora desta tese. Tem-se consciência de que novas experimentações, em diferentes contextos e envolvendo outros professores, permitiriam novas análises e reflexões. No entanto, por questões operacionais, optou-se, novamente, por realizar tais experimentações na continuidade dos estudos. Cabe ressaltar que o M-learnMat está sendo aplicado¹¹⁶, no segundo semestre letivo de 2011, nas disciplinas de Álgebra I e, novamente, em Cálculo I. No entanto, os casos ainda são presenciais, envolvem celulares e têm como professora a autora desta tese, o que indica que ainda há muito a ser pesquisado. Entende-se, então, que se cumpriu uma fase, mas que diversas possibilidades de continuidade do trabalho estão abertas. Concluindo este trabalho, apresenta-se, na seção seguinte, uma pequena relação desses possíveis estudos futuros.

11.4 Estudos Futuros

- Experimentar o M-learnMat em novos contextos, envolvendo outros temas matemáticos, aplicativos e dispositivos móveis, com a participação de outros professores, presencialmente e a distância;
- Adaptar o M-learnMat para outros níveis de ensino;
- Ampliar o escopo da pesquisa, incluindo questões relacionadas ao tema sensibilidade ao contexto e educação ubíqua;
- Desenvolver aplicativos para Matemática, gratuitos, para dispositivos móveis, que levem em consideração as características diferenciais de *m-learning*;
- Elaborar uma metodologia de avaliação da qualidade de aplicativos para dispositivos móveis, direcionados à Matemática.

¹¹⁶ O IF Fluminense enfrentou, no segundo semestre de 2011, uma greve que provocou a alteração do calendário, de tal forma que o semestre letivo não se encerrou no final do referido ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 9241-11**: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores, Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade. Rio de Janeiro, 2002.

ALFORD K. L.; RUOCCO A. S. Integrating personal digital assistants (PDAs) into a computer science curriculum. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION/INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS CONFERENCE, 31., 2001, Nevada, USA. **Proceedings...** Disponível em: <<http://fie-conference.org/fie2001/papers/1064.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2009.

ALLY, M. Using Learning Theories to Design Instruction for Mobile Learning Devices. In: WORLD CONFERENCE ON MLEARNING (m-Learn), 3., 2004, Rome, Italy. **Proceedings...** London, UK: Learning and Skills Development Agency, 2004. p. 5-8.

ALLY, M. (Ed.). **Mobile learning**: transforming the delivery of education and training. Canada: AU Press, 2009.

ANTON, H. **Cálculo**: um novo horizonte. Tradução de Cyro de Carvalho e Márcia Tamanaha. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

ARAÚJO, J. L. Modelagem Matemática na Geografia: aparentes contradições. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - ENEM, 9, 2007, Belo Horizonte, MG. **Anais ...** Belo Horizonte, MG: Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, 2007. p. 1-11.

AZAMBUJA, C. R. J de; SILVEIRA, F. A. R.; GONÇALVES, N. S. Tecnologias síncronas e assíncronas no ensino de cálculo diferencial e integral. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 225- 243.

BARBOSA, D. N. F. **Um Modelo de Educação Ubíqua Orientado à Consciência do Contexto do Aprendiz**. Tese (Doutorado em Computação). Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2007.

BARBOSA, J.; HAHN, R.; RABELLO, S.; BARBOSA, D. LOCAL: Um Modelo para Suporte à Aprendizagem Consciente de Contexto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, 17, 2006, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBIE, 2006. p. 181-190.

BATISTA, S. C. F. **SoftMat**: um repositório de *softwares* para Matemática do Ensino Médio - um instrumento em prol de posturas mais conscientes na seleção de *softwares* Educacionais. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia). Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2004.

BAYA'A, N.; DAHER, W. Students' perceptions of Mathematics learning using mobile phones. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AND COMPUTER AIDED LEARNING, 4., 2009, Amman, Jordan. **Proceedings...** Disponível em: <<http://staff.najah.edu/sites/default/files/Students%20Perceptions%20of%20Mathematics%20Learning%20Using%20Mobile%20Phones.pdf>> Acesso em: 28 dez. 2009.

BEHAR, P. A.; PASSERINO, L.; BERNARDI, M. Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1-12, dez. 2007.

BEHAR, P. A. e colaboradores. **Modelos Pedagógicos em Educação a Distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BELLOTT, V.; BLY, S. Walking away from the desktop computer: distributed collaboration and mobility in a product design team. In: COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 1996, Boston, Massachusetts, USA. **Proceedings...** New York, USA: ACM, 1996. p. 209 - 218. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/240080.240256>

BOTTINO, R. M.; KYNIGOS, C. Mathematics Education & Digital Technologies: Facing the Challenge of Networking European Research Teams. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, Netherlands: Springer, v. 14, n.3, p. 203-215, 2009. doi: [10.1007/s10758-009-9153-y](http://dx.doi.org/10.1007/s10758-009-9153-y)

BROLEZZI, A. C. Mudanças na Matemática da Escola Básica para o ensino superior: reflexo no uso de História da Matemática. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EPEM, 7, 2004, São Paulo, SP. **Anais ...** São Paulo, SP: SBEM PAULISTA, 2004. Disponível em: <http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/grupos_trabalho/gdt08-Brolezzi2.doc>. Acesso em: 20 nov. 2010.

BULCÃO, R. Aprendizagem por m-learning. In: FORMIGA, M.; LITTO, F. M. (Org.). **Educação a Distância – o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008. p. 81-86.

CALLE, R. C. G.; VARGAS, J. A. T. Incorporación de Tecnologías Móviles para Mejorar el Aprendizaje de Cálculo, Soportada en una Propuesta Didáctica: caso de estudio para Cálculo de Varias Variables. In: CONGRESO NACIONAL INFORMÁTICA EDUCATIVA, REDES, COMUNIDADES DE APRENDIZAJE Y TECNOLOGIA MÓVIL, 9., 2008, Barranquilla, Colombia. **Actas...** Barranquilla, Colombia: RIBIE, 2008. p. 1-10.

CARVALHO, J.; CARRIL, I.; DIAS, A.; ISPÁN, Z.; JACK, J.; KEEGAN, D., KISMIHÓK, G.; MILEVA, N.; PAULSEN, M. F.; REKKEDAL, T.; SIMPSON, B. **The Role of Mobile Learning in Europe Today**. 2008. Disponível em: <<http://www.exact.ie/ebook/mobilelearning/>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

CARVALHO, M. J. S.; NEVADO, R. A.; MENEZES, C. S. Arquiteturas Pedagógicas para Educação a Distância: Concepções e Suporte Telemático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – SBIE, 16, 2005, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SBIE, 2005. p. 362-371.

CASTELLS, M.; FERNANDEZ-ARDEVOL, M.; QIU, J. L.; SEY, A. **The Mobile Communication Society**: Across-cultural analysis of available evidence on the social uses of wireless communication technology. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON WIRELESS COMMUNICATION POLICIES AND PROSPECTS: a Global Perspective, 2004, University of Southern California, Los Angeles, USA. Disponível em: <<http://arnic.info/workshop04/MCS.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2009.

CELESTINO, M. R. **Ensino-Aprendizagem da Álgebra Linear**: as pesquisas brasileiras na década de 90. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). São Paulo, SP, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, 2000.

COSTABILE, M. F.; DE ANGELI, A.; LANZILOTTI, R.; ARDITO, C.; BUONO, P.; PEDERSON, T. Explore! Possibilities and Challenges of Mobile Learning. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 26., 2008, Florence, Italy. **Proceedings...** New York, USA: ACM, 2008. p. 145-154. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/1357054.1357080>

CRADLE. **The Activity System**. s. d. Disponível em: <<http://www.helsinki.fi/cradle/activitysystem.htm>>. Acesso em 10 nov. 2010.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRUSE, E. **Using Educational Video in the Classroom**: theory, research and practice. 2006. Disponível em: <<http://www.edutubeplus.info/resources/using-educational-video-in-the-classroom-theory-research-and-practice>>.

CURY, H. N. “Professora, eu só errei um sinal!”: como a análise de erros pode esclarecer problemas de aprendizagem. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 111-138.

DA BORMIDA, G.; BO, G.; LEFRERE, P.; TAYLOR, J. An Open Abstract Framework for Modeling Interoperability of Mobile Learning Services. In: WORKSHOP ON WEB SERVICES: MODELING, ARCHITECTURE AND INFRASTRUCTURE (WSMAI-2003), in conjunction with ICEIS, 2003, Angers, France. **Proceedings...** France: ICEIS Press, 2003. p. 9-16.

DANIELS, H. Abordagens Atuais da Teoria Sociocultural e da Teoria da Atividade. In: DANIELS, H. **Vygotsky e a Pedagogia**. Tradução de Milton Camargo Mota. São Paulo: Edições Loyola, 2003. p. 93-125.

DAVÝDOV, V. V. **Tipos de Generalización en la Enseñanza**. Havana, Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, V. V.; ZINCHENKO, V. P. A Contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da Psicologia. In: DANIELS, H. (Org.). **Vygotsky em Foco**: pressupostos e desdobramentos. 5. ed. Tradução de Mônica Saddy Martins e Elisabeth Jafet Cestari. Campinas, SP: Papyrus, 2001. p. 151-167.

DEEGAN, R.; ROTHWELL, P. A Classification of M-Learning Applications from a Usability Perspective. **Journal of the Research Center for Educational Technology (RCET)**, v. 6, n. 1, p. 16-27, 2010.

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. **Java, como programar**. Tradução de Carlos Arthur Lang Lisboa. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DEMO, P. Instrucionismo e Nova Mídia. In: SILVA, M (Org.). **Educação Online**: teorias, práticas, legislação, formação corporativa. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2006, p. 77-90.

DIAS, A.; KEEGAN, D.; KISMIHOK, G.; MILEVA, N.; REKKEDAL, T. **Achievements of Mobile Learning Today**. 2008a. Disponível em: <<http://www.exact.ie/ebook/achievements/>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

DIAS, A.; CARVALHO, J.; KEEGAN, D.; KISMIHOK, G.; MILEVA, N.; NIX, J.; REKKEDAL, T. **Introdução ao Mobile Learning**. 2008b. Disponível em: <http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/programs/the_role_of_mobile_learning_in_european_education/products/wp/socrates_wp1_portuguese.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2010.

DIKOVIĆ, L. Applications Geogebra into teaching some topics of Mathematics at the college level. **Computer Science and Information Systems**, Serbia: ComSIS Consortium, v.6, n. 2, p. 191-203, dez. 2009.doi: [10.2298/csis0902191D](https://doi.org/10.2298/csis0902191D)

DOERING, C. I., NÁCUL, L. B. C., DOERING, L. R.O Programa Pró-Cálculo da UFRGS. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 201- 223.

EDUCAUSE. **7 things you should know about QR codes**. 2009. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7046.pdf>>. Acesso em: 02 jan 2011.

EDUINNOVA. **Tecnología Portátil en la Sala de clases**: Pocket PC (Proyecto Piloto – Informe Final). 2009. Disponível em: <http://colabora.inacap.cl/sitios/ciedu/Documentos%20compartidos/Archivos_Pag_CIEDU/Informe_final_Eduinnova.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2010.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by Expanding**: an activity-theoretical approach to developmental research. Helsinki, Filand: Orienta-Konsultit Oy, 1987. Disponível em: <<http://lhc.ucsd.edu/mca/Paper/Engestrom/expanding/toc.htm>>. Acesso em: 10 fev 2010.

ENGESTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, Taylor & Francis Ltd, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001. doi: [10.1080/13639080020028747](https://doi.org/10.1080/13639080020028747)

FAGERBERG, T.; REKKEDAL, T.; RUSSEL, J. **Designing and Trying out a Learning Environment for Mobile Learners and Teachers**. 2001. Disponível em: <http://learning.ericsson.net/mlearning2/project_one/document.html>. Acesso em: 30 ago. 2009.

FRANCO, V. Projeto integra comunidades a ações de desenvolvimento por meio de tecnologia 3G. **Revista ARede**, Brasília, DF: Momento Editorial, n. 55, fev. 2010. Disponível em <<http://www.aredo.inf.br/inclusao/edicoes-anteriores/156-edicao-no55-fevereiro-de-2010/2652-amazonia-com-cidadania>>. Acesso em: 20 mar. 2010.

FRANKLIN, T.; PENG, LI-W. Mobile math: math educators and students engage in mobile learning. **Journal of Computing in Higher Education**, Boston, USA: Springer, v. 20, n. 2, p. 69-80, 2008. doi: [10.1007/s12528-008-9005-0](https://doi.org/10.1007/s12528-008-9005-0)

GEORGIEV, T.; GEORGIEVA, E.; SMRIKAROV, A. M-Learning - a new stage of e-Learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE COMPUTER SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 2004, Rousse, Bulgaria. **Proceedings...** New York, USA: ACM, 2004. p. 1-5. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/1050330.1050437>

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GORDON, S. The state of mathematics education today: what happens in the math classroom. **Journal of Economics and Finance**, Boston, EUA: Springer, v. 34, n. 4, p. 471-476, 2010. doi: [10.1007/s12197-010-9150-y](https://doi.org/10.1007/s12197-010-9150-y)

GUERRA, M. A.; FRANCISCO, C. M.; MADEIRA, R. N. PortableLab: Implementation of a mobile remote laboratory for the Android platform. In: GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2011, Amman, Jordan. **Proceedings...** IEEE Xplore Digital Library, 2011. p. 983-989. doi: [10.1109/EDUCON.2011.5773266](https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773266)

HERRINGTON, J.; HERRINGTON, A.; MANTEI, J.; OLNEY, I.; FERRY, B. (Ed.). **New technologies, New Pedagogies: Mobile Learning in Higher Education**. Wollongong, Australia: Faculty of Education, University of Wollongong, 2009. Disponível em: <http://ro.uow.edu.au/edupapers/91>. Acesso em: 10 fev. 2010.

HERRINGTON, A.; HERRINGTON, J.; MANTEI, J. Design principles for mobile learning. In: HERRINGTON, J.; HERRINGTON, A.; MANTEI, J.; OLNEY, I.; FERRY, B. (Ed.). **New technologies, New Pedagogies: Mobile Learning in Higher Education**. Wollongong, Australia: Faculty of Education, University of Wollongong, 2009. p. 129-138. Disponível em: <http://ro.uow.edu.au/edupapers/91>. Acesso em: 10 fev. 2010.

HOLZINGER, A.; NISCHELWITZER, A.; MEISENBERGER, M. Mobile Phones as a Challenge for m-Learning: examples for Mobile Interactive Learning Objects (MILOs). In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS – PERCOMW, 3., 2005, Kauai Island, Hawaii, USA. **Proceedings...** Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2005. p. 307-311. doi: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/PERCOMW.2005.59>

KAPTELININ, V.; NARDI, B. A.; MACAULAY, C. Methods & Tools: the activity checklist: a tool for representing the space of context. **Interactions**, New York, USA: ACM, v. 6, n. 4. p. 27-39, 1999. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/306412.306431>

KEEGAN, D. (Org.) **Mobile Learning: a practical guide** (Leonardo da Vinci Programme of the European Commission). 2007. Disponível em: http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/programs/incorporating_mobile_learning_into_mainstream_education/. Acesso em: 03 set. 2009.

KHADDAGE, F.; LATTEMANN, C. Towards an Ad-hoc Mobile Social Learning Network Using Mobile Phones. In: INTERACTIVE COMPUTER AIDED LEARNING (ICL), 2009, Villach, Austria. **Proceedings....** Villach, Austria: Fachhochschule Kärnten, 2009. p. 374 - 380.

KIM, C.; KELLER, J. M. Motivation, volition and belief change strategies to improve mathematics learning. **Journal of Computer Assisted Learning**, Blackwell Publishing Ltd, v. 26, n. 5, p. 407-420, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00356.x>

KOOLE, M. L. Practical Issues in Mobile Education. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON WIRELESS, MOBILE AND UBIQUITOUS TECHNOLOGY IN EDUCATION - (WMTE), 4, 2006, Athens, Greece. **Proceedings...** Washington, USA: IEEE Computer Society, 2006. p. 142-146.

KOOLE, M. L. A Model for Framing Mobile Learning. In: ALLY, M. (Ed.). **Mobile learning: transforming the delivery of education and training.** Canada: AU Press, 2009. p. 25-47.

KORF, R. **QR Codes in Education.** 2008. Disponível em: <http://www.killinggame.ballarat.edu.au/vfed/learning_and_teaching/resources/qr.shtml>. Acesso em: 02 jan. 2011.

KOZULIN, A. Psychological Tools and Mediated Learning. In: KOZULIN, A.; GINDIS, B.; AGEYEV, V. S.; MILLER, S. M. (Ed.). **Vygotsky's educational theory in cultural context.** New York, USA: Cambridge University Press, 2003. p. 15-38.

KRESS, G.; PACHLER, N. Thinking about the 'm' in m-learning. In: **Mobile learning: towards a research agenda.** PACHLER, N. (Ed.). London, UK: WLE Centre/ Elanders Hindson Ltd, 2007. p. 7-32.

LANDERS, P.; GRAHAM, K.; KEEGAN, D. **Technical Working Paper 2002 - Ericsson Education.** 2002. Disponível em: <http://learning.ericsson.net/mlearning2/project_one/technical_working_paper_ericsson.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

LAOURIS, Y.; ETEOKLEOUS, N. We Need an Educationally Relevant Definition of Mobile Learning. In: WORLD CONFERENCE ON MLEARNING (m-Learn), 4., 2005, Cape Town, South Africa. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.mlearn.org.za/papers-full.html>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A Construção do Saber: manual da metodologia da pesquisa em ciências humanas.** Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEMONS, A. **Cibercultura e Mobilidade: a era da conexão.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 28., 2005, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/R1465-1.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2009.

LEMONS, A. Cidade e mobilidade. Telefones celulares, funções pós-massivas e territórios informacionais. **MATRIZES - Revista do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação da USP, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 121-137, out. 2007.**

LEONTIEV, A. N. **Activity, Consciousness, and Personality.** Translated by Marie J. Hall. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1978. Disponível em: <<http://www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/index.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2010.

LEONTIEV, A. N. Uma Contribuição à Teoria do Desenvolvimento da Psique Infantil. In: VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem.** 9. ed. Tradução de Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ícone, 2001. p. 59-83.

LIAW, SHU-S.; HATALA, M.; HUANG, HSIU-M. Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: based on Activity Theory approach. **Computers & Education**, Oxford, UK, Elsevier Science Ltd., v. 54, p. 446-454, fev. 2010. doi: [10.1016/j.compedu.2009.08.029](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.08.029)

LIBÂNEO, J. C. Questões de Metodologia do Ensino superior - A Teoria Histórico-Cultural da Atividade de Aprendizagem. In: SEMANA DE PLANEJAMENTO ACADÊMICO INTEGRADO DA UCG, 13., 2003, Goiânia – GO. **Anais...** Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, 2003. Disponível em: http://www.ucg.br/site_docente/edu/libaneopdf/questoes.pdf. Acesso em 10 jul. 2010.

LIBÂNEO, J. C. A Didática e a Aprendizagem do Pensar e do Aprender: a Teoria Histórico-Cultural da Atividade e a Contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 5-24, set./dez. 2004.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. Vygotsky, Leontiev, Davydov – Três Aportes Teóricos para a Teoria Histórico-Cultural e suas Contribuições para a Didática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO: a educação e seus sujeitos na História, 4., 2006, Goiânia, GO. **Anais...** Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, 2006. Disponível em: <http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/individuais-e-co-autorais-eixo03.htm>. Acesso em: 02 fev. 2010.

LUFF, P.; HEATH, C. Mobility in collaboration. In: COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 1998, Seattle, Washington, USA. **Proceedings...** New York, USA: ACM, 1988. p. 305-314. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/289444.289505>

LUNDIN, J.; NULDEN, U.; PERSSON, L. M. MobiLearn: competence development for Nomads. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2001, Seattle, Washington, USA. **Chi '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, USA: ACM, 2001. p. 7 – 8. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/634067.634073>

MACÊDO, L. N. de; CASTRO FILHO, J. A. de; MACÊDO, A. A. M.; SIQUEIRA, D. M. B.; OLIVEIRA, E. M. de; SALES, G. L.; FREIRE, R. S. Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A de (Org.). **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, 2007. p. 17-26.

MALTA, I. Linguagem, Leitura e Matemática. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores: reflexões, relatos, propostas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 41-62.

MATH4MOBILE. **Development**. 2005. Disponível em: <http://www.math4mobile.com/development> >. Acesso em: 02 set. 2009.

MLE-MOODLE. **MLE-Moodle**. 2009. Disponível em: <http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en> >. Acesso em: 02 set. 2009.

MOBILearn. **Next-generation paradigms and interfaces for technology supported learning in a mobile environment exploring the potential of ambient intelligence**, IST-2001-37187. 2002. Disponível em: <http://www.mobilearn.org/download/vision.pdf> >. Acesso em: 13 set. 2009.

MOURA, M. O de; ARAÚJO, E. S.; MORETTI, V. D.; PANOSSIAN, M. L.; RIBEIRO, F. D. Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 10, n. 29, p. 205-229, jan./abr. 2010.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

NAISMITH, L.; LONSDALE, P.; VAVOULA, G.; SHARPLES, M. **Literature Review in Mobile Technologies and Learning**. Bristol, UK: NESTA Futurelab Series, 2004. Disponível em: http://futurelab.org.uk/sites/default/files/Mobile_Technologies_and_Learning_review.pdf. Acesso em: 11 dez. 2009.

NAISMITH, L.; CORLETT, D. Reflections on Success: a retrospective of the mLearn conference series 2002-2005. In: WORLD CONFERENCE ON MLEARNING (m-Learn), 5., 2006, Banff, Canada. **Proceedings...** Disponível em: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/73/66/PDF/Naismith-Corlett-2006.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2010.

NOKIA. **Mobile Learning for Mathematics**. 2008. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/31/34/41838929.ppt>. Acesso em: 28 set. 2009.

NORMAN, D. A. **The Psychology of Everyday Things**. New York: Basic Books, 1988.

NOTARE, M. R. **Comunicação e Aprendizagem Matemática On-line**: um estudo com o editor científico ROODA Exata. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2009.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.

ORTIZ OCAÑA, A. L. **Diccionario de Pedagogía, Didáctica y Metodología**. Colombia: Editorial Antillas, 2005.

ORTIZ OCAÑA, A. L. **Manual para Elaborar el Modelo Pedagogico de la Institución Educativa**. Colombia: Editorial Antillas, 2009.

PALIS, G. L. R. Pesquisa sobre a própria prática no ensino superior de Matemática. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Org.). **Educação Matemática no Ensino Superior**: pesquisas e debates. Recife, PE: SBEM, 2009, p. 203-221.

PARSONS, D.; RYU, H.; CRANSHAW, M. A Design Requirements Framework for Mobile Learning Environments. **Journal of Computers**, Academy Publisher, v. 2, n. 4, p. 1-8, Jun. 2007. doi:[10.4304/jcp.2.4.1-8](https://doi.org/10.4304/jcp.2.4.1-8)

PATTEN, B.; ARNEDILLO SÁNCHEZ, I.; TANGNEY, B. Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. **Computers & Education**, Oxford, UK: Elsevier Science Ltd, v. 46, n. 3, p. 294-308, 2006. doi:[10.1016/j.compedu.2005.11.011](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.011)

PELLANDA, E. C. Comunicação Móvel no Contexto Brasileiro. In: LEMOS, A.; JOSGRILBERG, F. (Org.). **Comunicação e Mobilidade**: aspectos socioculturais das tecnologias móveis de comunicação no Brasil. Salvador, BA: EDUFBA, 2009. p. 11-18.

PENA, F. **Cultura Digital na Floresta já é Realidade**. Dez. 2010. Disponível em: <<http://redemocoronga.org.br/2010/12/20/cultura-digital-na-floresta-ja-e-realidade/>>. Acesso em: 27 dez. 2010.

PETERS, K. M-learning: positioning educators for a mobile, connected future. In: ALLY, M. (Ed.). **Mobile learning**: transforming the delivery of education and training. Canada: AU Press, 2009. p. 113-132.

POST OFFICE TELECOMS. **Nomophobia Memory Guide**. 2009. Disponível em: <ftp://ftp.royalmail.com/Downloads/public/ctf/po/nomophobia_memory_guide.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2010.

PRENSKY, M. **Digital Game-Based Learning**. New York, USA: McGraw-Hill, 2001.

PRENSKY, M. **Teaching Digital Natives**: partnering for real learning. California, USA: Corwin Press, 2010.

QUINN, C. **mLearning**: mobile, wireless, in-your-pocket learning. 2000. Disponível em: <<http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

RAMSDEN, A. **The use of QR codes in Education**: a getting started guide for academics. 2008. Working Paper. University of Bath. Disponível em: <http://opus.bath.ac.uk/11408/1/getting_started_with_QR_Codes.pdf>. Acesso em 02 jan.2011.

RUCHTER, M.; KLAR, B.; GEIGER, W. Comparing the effects of mobile computers and traditional approaches in environmental education. **Computers & Education**, Oxford, UK: Elsevier Scienc Ltd, v. 54, p. 1054–1067, 2010. doi: [10.1016/j.compedu.2009.10.010](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.10.010)

SÁ, M.; CARRIÇO, L. Supporting End-User Development of Personalized Mobile Learning Tools. In: Jacko, J. A (Ed.). **Human-Computer Interaction**, part IV, HCII. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, LNCS, v. 5613, p. 217-225, 2009. doi: [10.1007/978-3-642-02583-9_25](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02583-9_25)

SACCOL, A. Z.; SCHLEMMER, E; BARBOSA, J. L. V.; REINHARD, N.; SARMENTO, C. M-Learning ou Aprendizagem com Mobilidade: um estudo exploratório sobre sua utilização no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - ENANPAD, 32, 2007, Rio de Janeiro, RJ. **Anais ...** Rio de Janeiro, RJ: ANPAD, 2007. p. 1-16.

SALA, X. B.; CHALEZQUER, C. S. (Coord.). **A geração interativa na Ibero-América: crianças e adolescentes diante das telas**. Tradução Marcia Chaves Campanha. Espanha: Ariel/ Fundación Telefónica, 2009.

SANTAELLA, L. A ecologia pluralista das mídias locativas. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre: PUCRS, n. 37, p. 20 – 24, dez. 2008.

SARIOLA, J.; SAMPSON, J.; VUORINEN, R.; KYNÄSLAHTI, H. Promoting mLearning by the UniWap project within higher education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY AND EDUCATION, 2001, Florida State University, Tallahassee, USA. **Proceedings...** Disponível em <http://www.ictte.org/T01_Library/T01_254.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2009.

SCHOENFELD, A. H. (Ed.). **Problem solving in the mathematics curriculum: a report, recommendations, and an annotated bibliography.** Washington, D.C., USA: Mathematical Association of America, 1983. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED229248.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

SFORNI, M. S. F. **Aprendizagem Conceitual e Organização do Ensino:** contribuições da Teoria da Atividade. Araraquara, SP: JM Editora, 2004.

SHARPLES, M.; TAYLOR, J.; VAVOULA, G. Towards a theory of mobile learning. In: WORLD CONFERENCE ON MLEARNING (m-Learn) , 4., Cape Town, South Africa, 2005. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Sharples-%20Theory%20of%20Mobile.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2010.

SHARPLES, M. **IAmLearn** 2007. Disponível em: <<http://sigml.iste.wikispaces.net/IAmLearn>>. Acesso em: 14 mar. 2010.

SHARPLES, M; ARNEDILLO SÁNCHEZ, I; MILRAD, M; VAVOULA, G. Mobile Learning: small devices, big issues. In: BALACHEFF, N.; LUDVIGSEN, S.; JONG, T.; LAZONDER, A.; BARNES, S. (Ed.). **Technology-Enhanced Learning: principles and products.** Netherlands: Springer, 2009. p. 233-249. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-9827-7>

SILVESTRE, A. L. **Análise de Dados e Estatística Descritiva.** São Paulo: Escolar Editora, 2007.

SOARES, E. M. S.; SAUER, L. Z. Um novo olhar sobre a aprendizagem de Matemática para a Engenharia. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores:** reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 245-270.

TESORIERO, R.; FARDOUN, H.; GALLUD, J.; LOZANO, M.; PENICHET, V. Interactive learning panels. In: Jacko, J. A. (Ed.). **Human-Computer Interaction**, part IV, HCII. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, LNCS, v. 5613, p. 236-245, 2009. doi: [10.1007/978-3-642-02583-9_27](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02583-9_27)

TRAXLER, J. Current State of Mobile Learning. In: ALLY, M. (Ed.). **Mobile learning: transforming the delivery of education and training.** Canada: AU Press, 2009. p. 9-24.

UDEN, L. Activity theory for designing mobile learning. **International Journal of Mobile Learning and Organisation**, Inderscience Enterprises Ltd., v. 1, n. 1, p. 81–102, 2007. doi: [10.1504/IJMLO.2007.011190](http://dx.doi.org/10.1504/IJMLO.2007.011190)

UNIVERSITÄT SIEGEN; CORVINUS UNIVERSITY OF BUDAPEST; EMPIRICA; OXFORD INTERNET INSTITUTE; UNIVERSITY OF TWENTE; WORK RESEARCH CENTRE. **Study on the Social Impact of ICT, Final Report.** Brussels: European Commission. 2010. Disponível em: <http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/eda/social_impact_of_ict_exec_sum.pdf>. Acesso em: 10 set. 2010.

VEEN, W.; VRAKKING, B. **Homo Zappiens: Educando na era digital.** Tradução de Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** (Texto integral, traduzido do russo Pensamento e Linguagem). 2. ed. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

WAINS, S. I.; MAHMOOD, W. Integrating m-learning with e-learning. In: CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY EDUCATION (formerly CITC), 2008, Cincinnati, OH, USA. **Proceedings...** New York, USA: ACM, 2008. p. 31-38. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/1414558.1414568>

WANG, Y. Context Awareness and Adaptation in Mobile Learning. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON WIRELESS AND MOBILE TECHNOLOGIES IN EDUCATION, 2., 2004, JungLi, Taiwan. **Proceedings...** Washington, USA: IEEE Computer Society, 2004. p.154. doi: [10.1109/WMTE.2004.1281370](http://doi.org/10.1109/WMTE.2004.1281370)

WAYCOTT, J.; JONES, A.; SCANLON, E. PDAs as lifelong learning tools: an activity theory based analysis. **Learning, Media and Technology**, London, UK, Routledge, v. 30, n.2, p. 107-130, jul. 2005. doi: [10.1080/17439880500093513](http://doi.org/10.1080/17439880500093513)

WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem de ciências. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula.** Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 107-117.

WELLS, G. Motive and Motivation in Learning to Teach. In: MCINERNEY, D. M.; WALKER, R. A.; LIEM, G. A. D. (Ed.). **Sociocultural Theories of Learning and Motivation: looking back, looking forward.** USA: Information Age Publishing. 2011. p. 87-107. Disponível em: <http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Papers_Folder/Index%20Papers.html>. Acesso em: 01 set. 2011.

WENDESON, S.; AHMAD, W. F. W.; HARON, N. S. Development of Mobile Learning Tool. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION TECHNOLOGY (ITSIM), 2010, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** IEEE Xplore Digital Library, 2010. p.139-144. doi: [10.1109/ITSIM.2010.5561408](http://doi.org/10.1109/ITSIM.2010.5561408)

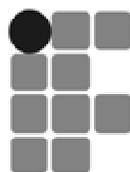
WILEY, D. **Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy.** 2001. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 13/10/10.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZEILLER, M. Podcasting-based Mobile Learning in Blended Learning Courses. In: INTERACTIVE COMPUTER AIDED LEARNING (ICL), 2009, Villach, Austria. **Proceedings** ... Villach, Austria: Fachhochschule Kärnten, 2009. p. 518 -527.

**APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO E
QUESTIONÁRIO DA PESQUISA EXPLORATÓRIA**



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica Ministério
da Educação

De: Silvia Cristina Freitas Batista

Para: Alunos da Licenciatura em Matemática, do Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial e do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Ref.: Levantar indicativos sobre a utilização de dispositivos móveis, em termos educacionais.

Caro Aluno,

Visando levantar indicativos sobre a utilização de dispositivos móveis, principalmente celulares, em termos educacionais, gostaria de contar com a sua colaboração para responder o questionário em anexo. Esclareço que esse levantamento é parte das atividades de pesquisa da minha tese de doutorado. É importante que você assine abaixo desta mensagem, tomando ciência de que as informações fornecidas serão tratadas somente para fins de pesquisa e que seu nome, como sujeito da pesquisa, será mantido em sigilo.

Agradeço a sua colaboração e coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento.
Atenciosamente,

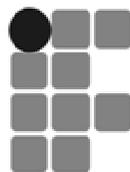
Silvia Cristina Freitas Batista
DINTER UFRGS/IF Fluminense

Termo de ciência e concordância

Eu, _____,
aceito participar da pesquisa sobre dispositivos móveis, exclusivamente para fins
científicos e acadêmicos.

Campos dos Goytacazes, ____ de _____ de 2009.

Ciente: _____



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica Ministério
da Educação

Questionário

1. Dados pessoais:

Idade: _____

Sexo: _____

2. Curso Superior: _____ Período: _____

3. Você possui:

- Smartphone
- Celular (sem ser smartphone)
- Netbook
- Assistente digital pessoal (PDA)/ Palmtop
- MP4 player
- Dispositivo dedicado somente a GPS
- Outro(s) dispositivo(s) móvel(is). Qual (is)? _____

4. Caso possua celular (smartphone ou não), você costuma fazer uso dos recursos adicionais do mesmo (ou seja, fazer uso além da função básica de telefone):

- Sim Não

Em caso afirmativo:

4.1 Assinale na listagem abaixo as ações que você costuma realizar (é permitido marcar quantos itens quiser):

- enviar SMS
- jogar
- ver vídeos
- agendar números de telefone
- agendar compromissos
- fotografar
- ler e-mail
- acessar Internet
- utilizar como despertador
- utilizar Bluetooth
- Outra(s) ação(ações). Qual (is)? _____

4.2 Sua habilidade em utilizar o teclado de um celular/*smartphone* é:

Péssima Ruim Regular Boa Excelente

4.3 De maneira geral, o custo de utilização é, ainda, um fator limitador do uso:

Sim Parcialmente Não

Comente sua resposta:

4.4 Ficar sem celular é:

Normal, não me faz falta.

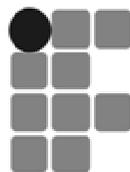
Desagradável.

Desesperador.

5. Você considera viável o uso de aparelhos móveis, com conexão Internet (sem ser netbooks), para fins educativos (exemplos: troca de informações, vídeos educacionais, objetos de aprendizagem, etc) ? Sim Não

Comente sua resposta:

**APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO E
QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PILOTO**



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação



De: Silvia Cristina Freitas Batista

Para: Alunos da Licenciatura em Matemática e do Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial participantes do estudo piloto com o Graph2Go

Ref.: Levantar dados sobre o estudo piloto promovido.

Caro Aluno,

Visando levantar indicativos sobre a facilidade de aprendizagem do Graph2Go, vantagens e desvantagens do uso do mesmo, importância para a aprendizagem e sobre o papel da mediação do colega e do professor, gostaria de contar com a sua colaboração para responder o questionário em anexo. Esclareço que esse levantamento é parte das atividades de pesquisa da minha tese de doutorado. É importante que você assine abaixo desta mensagem, tomando ciência de que as informações fornecidas serão tratadas somente para fins de pesquisa e que seu nome, como sujeito da pesquisa, será mantido em sigilo.

Agradeço a sua colaboração e coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.
Atenciosamente,

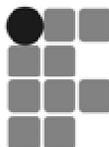
Silvia Cristina Freitas Batista
DINTER UFRGS/IF Fluminense

Termo de ciência e concordância

Eu, _____,
aceito participar da pesquisa sobre dispositivos móveis, exclusivamente para fins
científicos e acadêmicos.

Campos dos Goytacazes, ____ de _____ de 2009.

Ciente: _____



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação



QUESTIONÁRIO

1) Você já havia utilizado algum aplicativo para celular no estudo de algum tema educacional (mesmo que em outras disciplinas)?

Sim Não

Em caso afirmativo, qual o nome do aplicativo e qual a finalidade do mesmo?

2) Em sua opinião, aprender a utilizar os recursos do Graph2Go foi:

Muito fácil Fácil Moderado Difícil Muito difícil

Comente

3) Você considera que as atividades, com o auxílio do Graph2Go, colaboraram para o entendimento do tema estudado:

Sim Parcialmente Não

Comente:

4) Com relação ao uso do Graph2Go, apresente vantagens e desvantagens:

5) De maneira geral, você considera que o uso de aplicativos para celulares na aprendizagem matemática, é:

Muito importante Importante Pouco importante
 Quase desnecessário Desnecessário

Comente:

6) Você considera que a colaboração do(s) colega(s) durante as atividades utilizando o Graph2Go, foi:

- Muito importante Importante Pouco importante
 Quase desnecessário Desnecessário

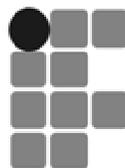
Comente:

7) Você considera que a atuação do professor como mediador durante as atividades utilizando o Graph2Go, foi:

- Muito importante Importante Pouco importante
 Quase desnecessário Desnecessário

Comente:

**APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO E
QUESTIONÁRIO INICIAL - EXPERIMENTAÇÃO DO
M-LEARNMAT**



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campus-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação

Da: Profª Silvia Cristina Freitas Batista

Para: Alunos da disciplina de Cálculo - Bacharelado em Sistemas de Informação e Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Ref.: Levantar indicativos sobre a utilização de dispositivos móveis, em termos educacionais.

Caro Aluno,

Tendo em vista ações a serem desenvolvidas na disciplina de Cálculo, no primeiro semestre de 2011, gostaria de contar com a sua colaboração para responder o questionário em anexo. O objetivo do mesmo é levantar indicativos sobre a utilização de dispositivos móveis, principalmente celulares, em termos educacionais. Esclareço que esse levantamento também é parte das atividades de pesquisa da minha tese de doutorado. É importante que você assine abaixo desta mensagem, tomando ciência de que as informações fornecidas serão tratadas somente para fins de estruturação da disciplina de Cálculo e de pesquisa. Seu nome, como sujeito da pesquisa, será mantido em sigilo.

Agradeço a sua colaboração e coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento.

Atenciosamente,

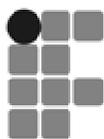
Silvia Cristina Freitas Batista
DINTER UFRGS/IF Fluminense

Termo de ciência e concordância

Eu, _____,
aceito participar da pesquisa sobre dispositivos móveis, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Campos dos Goytacazes, ____ de _____ de 2011.

Ciente: _____



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação

DISCIPLINA: CÁLCULO – PERÍODO: 1º

PROFESSORA: SILVIA CRISTINA

DATA ____/____/____

Questionário

1. Dados pessoais:

Idade:

Sexo:

2. Você possui:

- () Celular (sem ser smartphone) () Notebook
 () Smartphone () PDA - Assistente digital pessoal (Palmtop ou handheld)
 () Tablet () MP4 player
 () Netbook () Dispositivo dedicado somente a GPS
 () Outro(s) dispositivo(s) móvel(is). Qual (is)? _____

3. Caso possua celular sem ser smarthphone, por favor:

- a) Identifique a marca e o modelo: _____
 b) Assinale, dentre os recursos abaixo, aqueles que seu celular possui (caso não possua nenhum destes, basta não assinalar item algum)
 () Bluetooth () Filmadora
 () Plataforma Java () Recurso para reprodução de vídeos
 () Câmera fotográfica () Cartão de memória. De quantos GB? _____

4. Caso possua um smarthphone, qual a marca e modelo do mesmo? _____

5. Caso possua celular comum ou smartphone, por favor, responda os itens abaixo:

- a) Você costuma fazer uso dos recursos adicionais do mesmo (ou seja, fazer uso além da função básica de telefone)? () Sim () Não
 b) Caso sua resposta no item a tenha sido afirmativa, assinale na listagem abaixo as ações que você costuma realizar (é permitido marcar quantos itens quiser, porém **assinale com um asterisco os dois principais usos**):
 () enviar SMS () fotografar
 () jogar () utilizar Bluetooth
 () ver vídeos () utilizar como despertador
 () agendar números de telefone () ler e-mail
 () agendar compromissos () acessar Internet
 () Outra(s) ação(ações). Qual (is)? _____

c) Sua habilidade em utilizar o teclado de um celular/smartphone é:

péssima ruim regular boa excelente

d) De maneira geral, o custo **de utilização** é, ainda, um fator limitador do uso de alguns recursos adicionais do celular/smartphone?

Sim Parcialmente Não

Comente sua resposta:

6. Você já utilizou *softwares* no estudo de algum tema matemático? Em caso afirmativo, mencione qual(is) e descreva brevemente se na sua opinião isso foi significativo em termos educacionais?

Sim Não

7. Você considera que os dispositivos móveis (sem ser netbooks) podem colaborar para fins educativos (exemplos: vídeos educacionais, aplicativos, objetos de aprendizagem, pesquisas na Internet)?

Sim Não

Comente sua resposta:

**APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO E
QUESTIONÁRIO FINAL – EXPERIMENTAÇÃO DO
M-LEARNMAT**

Da: Prof^ª Silvia Cristina Freitas Batista

Para: Alunos da disciplina de Cálculo I - Bacharelado em Análise de Sistemas e Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Ref.: Avaliar a metodologia utilizada na disciplina de Cálculo I, no 1º semestre de 2011.

Caro Aluno,

Tendo em vista avaliar as ações promovidas na disciplina de Cálculo I, no primeiro semestre de 2011, gostaria de contar com a sua colaboração para responder o questionário em anexo. Esclareço que esse levantamento também é parte das atividades de pesquisa da minha tese de doutorado. É importante que você assine abaixo desta mensagem, tomando ciência de que as informações fornecidas serão tratadas somente para fins de pesquisa. Seu nome, como sujeito da pesquisa, será mantido em sigilo.

Agradeço a sua colaboração e coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento.

Atenciosamente,

Silvia Cristina Freitas Batista
 DINTER UFRGS/IF Fluminense

Termo de ciência e concordância.

Eu, _____,
 aceito participar da pesquisa sobre a metodologia utilizada na disciplina de Cálculo I, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Campos dos Goytacazes, ____ de _____ de 2011.

Ciente: _____

DISCIPLINA: CÁLCULO I – PERÍODO: 1º
PROFESSORA: SILVIA CRISTINA

DATA ___/___/_____

Questionário

1. Visando avaliar a metodologia adotada em Cálculo I, no 1º semestre de 2011, considere a escala abaixo e, em cada linha, assinale com um x a coluna que julgar mais adequada.

Critério de Avaliação - Escala: 5 – Concordo plenamente; 4 – Concordo; 3 – Não concordo nem discordo; 2 – Discordo; 1 – Discordo completamente; N/A – Não se aplica ou sem resposta.

	5	4	3	2	1	N/A
A proposta dos fóruns sobre os aspectos históricos relacionados aos temas abordados (Limites, Derivadas, Integrais) colaborou para a compreensão dos mesmos como construções sócio-históricas.						
O uso de diversos recursos tecnológicos no apoio à disciplina contribuiu para a aprendizagem.						
Em particular, os aplicativos para celulares foram recursos importantes para a resolução das atividades.						
Os aplicativos para celulares utilizados na disciplina foram fáceis de usar.						
Os <i>quizzes</i> foram recursos importantes para a aprendizagem dos conteúdos.						
Os <i>quizzes</i> são recursos práticos de serem utilizados.						
Acessar o Moodle no computador/notebook em casa, em geral, foi uma tarefa simples.						
Acessar o MLE-Moodle no celular, em geral, foi simples.						
A proposta de uso de celulares, de maneira geral, foi importante para a disciplina.						
A estratégia de disponibilizar orientações e materiais diversos no Moodle contribuiu para o bom andamento da disciplina.						
As atividades do Moodle (situações-problema), ao exigirem o atendimento de certas condições e a aplicação de conceitos, colaboraram para uma visão mais ampla do conteúdo.						
Os trabalhos individuais (de valor 2,0 pontos), ao exigirem reflexões e análises contribuíram para a aprendizagem dos conteúdos abordados.						
A monitoria foi importante para a aprendizagem dos conteúdos.						
Sua participação nas atividades da disciplina foi séria e comprometida com sua aprendizagem.						
O papel dos colegas de turma foi importante para a sua aprendizagem.						
A atuação do professor foi importante para sua aprendizagem						
As formas de contato com o professor, fora de sala de aula (<i>e-mail</i> , recursos do Moodle) foram satisfatórias.						

