



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Graduação em Ciência da Computação

**MODELAGEM DE SOLUÇÕES UBÍQUAS
PARA USO EM SALAS DE AULA NO
ENSINO FUNDAMENTAL**

Taciana Pontual da Rocha Falcão

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Recife
7 de setembro de 2004

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Taciana Pontual da Rocha Falcão

**MODELAGEM DE SOLUÇÕES UBÍQUAS PARA USO EM SALAS
DE AULA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

*Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em
Ciência da Computação do Centro de Informática da Uni-
versidade Federal de Pernambuco como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Com-
putação.*

Orientador: *Alex Sandro Gomes*

Recife
7 de setembro de 2004

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Alex Sandro Gomes, pela orientação, fornecimento de material de pesquisa e por me abrir as portas de um novo mundo.

À Professora Katia Guimarães, pela compreensão.

Às professoras, coordenadoras e alunos da Escola Arco-Íris, do Instituto Helena Lubianska e da Escola Municipal Henfil, pela recepção e compartilhamento de merendas.

A Paulo Gustavo Soares, pela disponibilização da classe UFPETthesis.

A Viviane Aureliano, pelos preciosos artigos científicos e sítios na Internet.

A Gustavo Bastos, pela assessoria técnica e apoio incondicional.

Inventions themselves are not revolutions; neither are they the cause of revolutions. Their powers for change lie in the hands of those who have the imagination and insight to see that the new invention has offered them new liberties of action, that old constraints have been removed (...) and that they can act in new ways. New social behaviour patterns and new social institutions are created which in turn become the commonplace experience of future generations.

—COLIN CHERRY The Telephone System: Creator of Mobility and Social Change", 1977

SUMÁRIO

Capítulo 1—Introdução	1
Capítulo 2—Estado da Arte	3
2.1 Motivação	3
2.2 Artefatos Educacionais com Computação Embarcada	4
2.2.1 A <i>LeapFrogSchoolHouse</i>	5
2.2.1.1 <i>LeapPad</i> e <i>QuantumPad</i>	5
2.2.1.2 <i>LeapDesk Workstation</i>	6
2.2.1.3 <i>Imagination Desk Learning Center</i>	6
2.2.1.4 <i>LeapMat Learning Surface</i>	6
2.2.1.5 <i>Turbo Twist Handheld</i>	6
2.2.1.6 <i>Odyssey III Globe</i>	6
2.2.1.7 <i>Iquest Interactive Talking Handheld</i>	6
2.2.2 A sala de aula do futuro	7
2.2.3 <i>Thinkcycle</i>	8
2.2.3.1 <i>Reading Tool</i>	8
2.2.3.2 <i>Build Robots Create Science</i> - BRiCS	8
2.2.3.3 <i>Kinkajou</i>	9
2.2.4 <i>Future of Learning Group</i> - MIT	9
2.2.4.1 <i>GoGo Board</i>	9
2.2.4.2 <i>Things that Teach</i> e outros projetos	9
2.2.5 Quadros brancos eletrônicos	10
Capítulo 3—Referencial Teórico	18
3.1 Teoria da Atividade	18
Capítulo 4—Metodologia	22
4.1 Etnografia	22
4.2 Cenários	25
Capítulo 5—Desenvolvimento do trabalho	29
5.1 Metodologia empregada	29
5.2 Atividades e Protótipos	31
5.2.1 Atividade 1: Momento de leitura em grupo	31

5.2.1.1	Descrição da atividade segundo a Teoria da Atividade (Modelo do Triângulo de Engeström)	31
5.2.1.2	Cenário atual	32
5.2.1.3	Necessidades do usuário [Kujala et al., 2001]	33
5.2.1.4	Protótipo <i>Livro Vivo</i>	33
5.2.1.5	Cenário futuro	35
5.2.1.6	Cenários futuros caricaturados [Bødker, 2000]	36
5.2.1.7	Requisitos do produto	38
5.2.2	Atividade 2: Ditado	39
5.2.2.1	Descrição da atividade segundo a Teoria da Atividade (Modelo do Triângulo de Engeström)	39
5.2.2.2	Cenário atual	40
5.2.2.3	Necessidades do usuário [Kujala et al., 2001]	42
5.2.2.4	Protótipo <i>Ditakit</i>	42
5.2.2.5	Cenário futuro	44
5.2.2.6	Cenários futuros caricaturados [Bødker, 2000]	45
5.2.2.7	Requisitos do produto	47
Capítulo 6—Conclusões e Trabalhos Futuros		54

LISTA DE FIGURAS

2.1	<i>LeapPad</i>	12
2.2	<i>QuantumPad</i>	13
2.3	<i>LeapDesk Workstation</i>	13
2.4	<i>Imagination Desk Learning Center</i>	14
2.5	<i>LeapMat Learning Surface</i>	14
2.6	<i>Turbo Twist Handheld</i>	15
2.7	<i>Odyssey III Globe</i>	16
2.8	<i>Iquest Interactive Talking Handheld</i>	17
2.9	<i>GoGo Board</i>	17
3.1	O Triângulo de Engeström	20
3.2	Exemplo de modelagem de atividade usando o Triângulo de Engeström	21
5.1	Sala de aula da 2ª série	33
5.2	Sala de aula da 2ª série com o novo produto	35
5.3	Diagrama de atividades do sistema <i>Livro Vivo</i>	50
5.4	Diagrama de casos de uso do sistema <i>Livro Vivo</i>	51
5.5	Diagrama de atividades do sistema <i>Ditakit</i>	52
5.6	Diagrama de casos de uso do sistema <i>Ditakit</i>	53

LISTA DE TABELAS

5.1	Tabela de necessidades do usuário - <i>Livro Vivo</i>	34
5.2	Tabela de necessidades do usuário - <i>Ditakit</i>	43

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

What makes human beings human? Among the major forces that have shaped and continue to shape our humanity, (...) is the importance of toolmaking. As a learning and inventing species, human beings have been toolmakers and tool users for eons. From the beginning, tools - first simple and now ever more complex - have enabled us to extend our capacities beyond our limited physical ability. In recent years, we have created some of the most powerful tools in history: communications and information technologies. These tools, which help us organize and understand our world, can be extraordinary expanders of our mental abilities.

—JANET WHITLA (Presidente da Revista On Line MOSAIC)

Desde a década de 80, o papel e a importância da Informática na Educação têm sido discutidos no Brasil [INF, 2002]. Seguindo uma tendência mundial, muitas escolas particulares equiparam-se com laboratórios e introduziram em seu currículo a nova matéria “Informática”; laboratórios e aulas de Informática passaram a ser divulgados como um grande ponto positivo nas suas propagandas, servindo de chamariz para os alunos e seus pais [HCIL, 2001].

O ministério e as secretarias de educação dos governos federal, estadual e municipal têm hoje como importante meta a introdução da Informática em todas as escolas públicas. Em Pernambuco, segundo dados da Secretaria de Educação e Cultura, até o final deste ano todas as escolas da rede estadual terão de um a quatro computadores. Atualmente, cerca de 950 escolas já estão informatizadas. Dessas, 415 possuem laboratório de tecnologia da informação para melhoria do ensino [DEIED, 2004, SEDUC, 2004, SECEDUCACAO, 2004].

Além da disseminação dos computadores, existem muitos softwares educativos, desde o precursor *LOGO* até os ambientes gráficos repletos de facilidades multimídia, cores, sons e movimento, como o *Squeak* [SQUEAK, 1996].

Apesar de toda a oferta de tecnologia educativa, e mesmo com laboratórios razoavelmente disseminados nas escolas, a informática ainda não tem conseguido revolucionar a educação como se previa. A participação dos computadores no dia-a-dia da sala de aula é ainda extremamente tímida: os laboratórios são esporadicamente usados, muitas vezes apenas para entretenimento, e os computadores acabam, muitas vezes, sub-utilizados [Hill et al., 2000].

Tantos anos insistindo no uso dos computadores pessoais no processo de aprendizagem sem alcançar maiores resultados têm levado os pesquisadores a imaginar outras formas de

aproveitar-se os avanços da tecnologia e a computação nas escolas, diferentes dos “velhos” computadores pessoais organizados lado a lado em uma sala à parte.

A computação ubíqua, já conhecida no *design* e comunicação entre equipamentos pessoais como celulares, *laptops*, *palmtops* e *headphones*, entre outros, propõe-se a invadir a sala de aula de forma transparente, tornando a computação onipresente na forma de sistemas embarcados nos artefatos utilizados pelo professor. A proposta da ubiquidade em sala de aula é mudar o foco do computador pessoal e descentralizar a computação, agregando tecnologia a ferramentas usadas no processo didático, no qual o foco é o humano e não a máquina.

Existe, há bastante tempo, uma imensa variedade de artefatos educacionais para crianças. Porém, até alguns anos atrás, os computadores não tinham grande relação e impacto sobre este mundo de ferramentas tangíveis - a computação era algo separado, desvinculado deste mundo material tangível [Eisenberg et al., 2003].

Atualmente, no entanto, tem sido verificada uma grande tendência de difusão da computação no ambiente físico, através justamente da computação ubíqua e embarcada, aproximando o mundo virtual do mundo real concreto [Eisenberg et al., 2003].

O objetivo deste trabalho é propor artefatos com computação embarcada que se adequem ao processo didático e se integrem de forma natural às atividades de sala de aula (do Ensino Fundamental). Almejamos trazer benefícios à aprendizagem dos alunos, incrementando o processo ensino-aprendizagem como um todo.

Para isso, foi definida a seguinte metodologia de trabalho:

- Coleta de dados em salas de aula do Ensino Fundamental através do método etnográfico rápido [Millen, 2000];
- Organização e análise dos dados colhidos de acordo com os conceitos da Teoria da Atividade;
- Elaboração de cenários a partir destes dados;
- Idealização e elicitação de requisitos de ferramentas educacionais, a partir dos cenários criados.

Em resumo, este trabalho apresenta um *framework* para desenvolvimento de artefatos tecnológicos ubíquos a serem usados em sala de aula, auxiliando e incrementando o processo de ensino-aprendizagem, e emprega a metodologia criada em dois exemplos concretos.

CAPÍTULO 2

ESTADO DA ARTE

Há exatamente duas maneiras de se tornar sábio. Uma delas é viajar pelo mundo e ver o máximo possível da criação divina. A outra é fincar raízes num único lugar e estudar tudo o que acontece ali com o máximo de detalhes. O problema é que é impossível fazer as duas coisas ao mesmo tempo.

—JOSTEIN GAARDER (Mistério de Natal, tradução de Isa Maria Lando e Sérgio Tellaroli)

2.1 MOTIVAÇÃO

Recentemente, tem-se explorado maneiras de se integrar mídias físicas e computacionais em projetos dirigidos à educação infanto-juvenil [Eisenberg et al., 2003].

O mundo está repleto de artefatos educacionais para crianças: objetos projetados especialmente para elas, os quais podem ilustrar idéias científicas e atizar a imaginação e curiosidade infantil [Eisenberg et al., 2003]. O quebra-cabeça Tangram para trabalhar formas geométricas, o dominó matemático para exercitar cálculos aritméticos, o caleidoscópio para ilustrar simetria rotacional e o ábaco para realizar cálculos são alguns exemplos destes artefatos.

Até alguns anos atrás, os computadores não tinham grande relação e impacto sobre este mundo de ferramentas tangíveis. Existia uma separação significativa entre o mundo virtual da mídia computacional tradicional e o mundo material tangível dos artefatos educacionais como os citados acima [Eisenberg et al., 2003]. Ainda hoje, a palavra *computador* remete predominantemente ao equipamento dotado de monitor, CPU, teclado e *mouse*, e os artefatos educacionais computacionais são em sua grande maioria softwares a serem visualizados e manipulados na tela [Eisenberg et al., 2003].

Porém, uma grande tendência atualmente na área de projetos de sistemas interativos educacionais infantis tem sido a difusão da computação no ambiente físico, com projetos que seguem o paradigma da computação ubíqua e embarcada - o que de maneira alguma descarta a validade das ferramentas para o computador pessoal tradicional, mas aproxima o mundo virtual com todos os seus benefícios e facilidades do nosso mundo real concreto [Eisenberg et al., 2003]. A chamada *abordagem tangível* [Marshall et al., 2003] tem como objetivo remover o computador da mesa de trabalho e acoplar a informação digital aos objetos físicos.

Esta abordagem, no entanto, preocupa-se em manter a característica de “invisibilidade” de que são dotadas as ferramentas usadas correntemente pelas pessoas para realizar suas tarefas [Marshall et al., 2003]. Ou seja, ao utilizar uma régua, um estudante está concentrado na reta que quer traçar, e um engenheiro está preocupado com a parede que

ele quer medir. Nenhum dos dois está concentrado na régua em si - ela é um instrumento que expande as suas capacidades cognitivas, auxiliando-os a atingir seus objetivos. O foco é na tarefa e não no artefato. Esta idéia é um ponto-chave na computação ubíqua, que pretende introduzir a tecnologia no ambiente de forma transparente, sem que as pessoas precisem preocupar-se com ela, mas de forma que possam usá-la naturalmente, quase sem perceber: “*tornar computadores ubíquos não é suficiente; nós deveríamos também lutar para torná-los invisíveis*” [Borriello, 2000] (tradução minha).

O conceito de computação ubíqua surgiu a partir dos trabalhos de Mark Weiser na *Xerox Palo Alto Research Center* (Xerox PARC). No final da década de 80, os antropologistas do PARC, ao empenharem-se em observar o modo como as pessoas *realmente* usavam a tecnologia (não contentando-se com o modo como as pessoas *diziam* usá-la), levaram Weiser e sua equipe a refletir menos sobre detalhes técnicos das máquinas e mais sobre o uso situacional da tecnologia. Mais especificamente, Weiser passou a interessar-se em como os computadores estavam integrados à atividade diária social humana e como eles interagiam com o ambiente físico, também chamado “mundo real” [Weiser et al., 1999].

Assim nasceu, em 1988, o *Programa de Computação Ubíqua*, que se propunha a fornecer uma alternativa aos computadores pessoais, vistos então como complexos e difíceis de usar, além de demandarem muita atenção, isolarem as pessoas umas das outras e as dominarem. A intenção do projeto era colocar computação de volta ao seu lugar, concentrando-se mais nas interfaces humano-humano e menos nas humano-computador [Weiser et al., 1999]. Segundo Weiser, a idéia é ter muitos computadores a serviço de cada pessoa.

O projeto originou muitos trabalhos em diferentes áreas da Computação, como Redes, Sistemas Operacionais, Sistemas de Arquivos, Interfaces Humano-Máquina, entre outras. A chamada “*ubicomp*” acabou criando uma nova área na Computação, que propõe um mundo invisível e intensamente impregnado de sensores, atuadores, *displays* e elementos computacionais embarcados em objetos diários e conectados através de redes sem fio [Weiser et al., 1999].

Espera-se que a computação ubíqua permita que os computadores participem da vida das pessoas de forma tão natural quanto um martelo é usado por um carpinteiro: quase automaticamente [Weiser et al., 1999].

2.2 ARTEFATOS EDUCACIONAIS COM COMPUTAÇÃO EMBARCADA

No contexto escolar, a computação ubíqua tem sido vista como uma possibilidade de se conseguir inserir a tecnologia em sala de aula de forma mais proveitosa do que aquela conseguida através dos hoje tão comuns laboratórios de informática. Resultados de pesquisa indicam que computadores aumentam a motivação dos alunos e, conseqüentemente, sua perseverança na busca do aprendizado [Coley et al., 1997]. Porém, a disseminação dos computadores pessoais tradicionais nas escolas não teve, até o momento, grande impacto na educação. Faz-se necessário, portanto, um novo modelo de acesso e uso da tecnologia no processo ensino-aprendizagem [Hill et al., 2000].

A fusão entre artefatos computacionais e tangíveis para crianças vem produzindo uma enorme quantidade dos chamados “brinquedos inteligentes” [Eisenberg et al., 2003], mas

muitos produtos destinados a facilitar e incrementar o processo de aprendizagem, que são o foco deste trabalho, também têm sido projetados [Marshall et al., 2003].

Nesta seção, são apresentados alguns desses produtos que podem ser encontrados no mercado e outros ainda em processo de desenvolvimento.

2.2.1 A LeapFrogSchoolHouse

A *LeapFrogSchoolHouse* (www.leapfrogschoolhouse.com) é uma empresa norte americana criada em 1999 que desenvolve tecnologia educacional projetada especificamente para ser usada em sala de aula, segundo sua própria definição. A empresa acredita que alunos aprendem melhor quando estão completamente engajados nas atividades. A *LeapFrogSchoolHouse* proporciona aos alunos aprendizagem vendo, tocando e ouvindo, nas áreas de Leitura, Linguagens, Matemática, Ciências e Estudos Sociais. Os artefatos são desenvolvidos com base em pesquisas didáticas e já são usados em salas de aula nos Estados Unidos.

A *LeapFrogSchoolHouse* desenvolve meios tecnológicos com a intenção de ajudar professores a ensinar e alunos a aprender. Segundo os projetistas da empresa, a abordagem multi-sensorial prende a atenção dos alunos, tornando-os participantes completos do processo de aprendizagem. Além disso, a empresa afirma levar em consideração a necessidade dos educadores: os programas são fáceis de serem integrados em qualquer sala de aula e têm custo acessível.

Abaixo, são apresentados alguns produtos desenvolvidos pela *LeapFrogSchoolHouse*.

2.2.1.1 LeapPad e QuantumPad O *LeapPad* (Figura 2.1) é uma plataforma criada para ajudar os alunos a aprender através de toque, visão e som e dá *feedback* imediato. O *LeapPad* propõe trazer livros à vida. A plataforma multi-sensorial é dita fácil de usar: os alunos tocam a página com a caneta interativa para ouvir palavras, sons e frases. As vozes do *LeapPad* podem ser usadas para trabalhar entonação, pausa e ênfase na leitura (características ausentes em textos escritos). A ferramenta é portátil, podendo ser usada na mesa ou no chão, em casa ou na sala de aula.

Os livros que acompanham o *LeapPad* possuem diferentes focos: ensino de fonética, educação moral através das histórias, fluência na leitura, prática em diversas áreas do conhecimento como Música, Ciências, Estudos Sociais e Matemática, e histórias sobre a vida real das crianças.

O *QuantumPad* (Figura 2.2) é uma plataforma semelhante ao *LeapPad*, porém com propósitos distintos. Dirigido a crianças um pouco mais velhas, o *QuantumPad* tem o objetivo de servir como prática de leitura. As vozes gravadas imitam um professor e dão dicas de estratégias de leitura.

Os livros que acompanham o *QuantumPad* são em formato de revistas, com artigos sobre tópicos contemporâneos, incentivando o gosto pela leitura e a auto-confiança (“*I can read it*”), e trabalhando identificação de palavras, vocabulário, fluência e compreensão de texto.

2.2.1.2 *LeapDesk Workstation* O *LeapDesk Workstation* (Figura 2.3) é uma ferramenta multi-sensorial para ensino e avaliação de fonemas. Ela permite atividades de reconhecimento de letras e fonemas, com *feedback* imediato. Alunos podem ver e sentir formatos das letras, além de ouvir os nomes das letras e seus sons em palavras específicas. Os professores podem usar a estação de trabalho para avaliar seus alunos e imprimir relatórios sobre o desempenho dos mesmos.

2.2.1.3 *Imagination Desk Learning Center* O *Imagination Desk Learning Center* (Figura 2.4) é uma interface digital na qual alunos de pré-escolar podem ver e colorir letras, personagens e lugares familiares, aprendendo nomes e sons de letras.

2.2.1.4 *LeapMat Learning Surface* O *LeapMat Learning Surface* (Figura 2.5) é uma tapete plástico com computação embarcada que usa toque, visão e som para ensinar nomes e sons de letras e ortografia de palavras de 3 letras. Pode ser usado individualmente ou em grupo, é portátil (pode ser usado na parede, na mesa, no chão) e possui 28 lições e atividades.

2.2.1.5 *Turbo Twist Handheld* O *Turbo Twist Handheld* (Figura 2.6) é um artefato tangível que pode ser usado para praticar Matemática e grafia de palavras, de acordo com os níveis escolares. O *feedback* é verbal e visual. O aluno lê e ouve a pergunta e, girando a parte lateral do dispositivo, deve escolher a letra ou número para ir preenchendo a resposta.

2.2.1.6 *Odyssey III Globe* O *Odyssey III Globe* (Figura 2.7) é um globo “computacional” que permite ao aluno explorar o mundo com áudio interativo que conta milhares de fatos mundiais sobre continentes, países, capitais, música, moeda, fusos horários, cursos de água e outros. O globo reage ao toque da caneta interativa, possui jogos e adapta-se a diferentes níveis escolares.

2.2.1.7 *Iquest Interactive Talking Handheld* O *Iquest Interactive Talking Handheld* (Figura 2.8) é uma espécie de *palmtop* com um programa simples de perguntas e repostas nas áreas de Matemática, Ciências e Estudos Sociais. As perguntas são escritas de acordo com livro-textos usados em sala de aula, de forma que o aparelho é adequado para fazer revisão de assuntos estudados.

Os produtos da *LeapFrogSchoolHouse* parecem adequados para estimular a aprendizagem e estudo do aluno, por serem bonitos, coloridos, multimídia e atraentes para as crianças, devido à tecnologia embutida e às funcionalidades permitidas por esta última. No entanto, são produtos de uso individual que parecem estar mais ligados a uma prática solitária do aluno do que propriamente a uma situação em sala de aula. Os produtos parecem ter mais o objetivo de substituir uma atividade inteira que seria feita pelo professor, do que de integrar-se às atividades de sala de aula auxiliando o professor e os alunos no processo de ensino-aprendizagem. A característica de ubiqüidade também não está muito

presente pois os produtos exigem a concentração do aluno no seu uso - o produto está em foco, em evidência. O produto parece ser a grande atração, e não uma ferramenta de auxílio para o aluno alcançar um determinado objetivo. Além disso, os produtos não apresentam comunicação com outros dispositivos, uma das principais propostas da computação ubíqua.

2.2.2 A sala de aula do futuro

Na Universidade de Maryland (*Human Computer Interaction Lab - HCIL*), existe um projeto em andamento chamado “Sala de aula do futuro” (originalmente *Classroom of the future*) (www.cs.umd.edu/hcil/kiddesign/cof.shtml) .

O *Classroom of the future* foi iniciado em janeiro de 2001 e tem como objetivo desenvolver inovações no projeto e uso de tecnologia educacional, sem deixar de questionar-se quanto à efetividade de tais inovações ao serem implantadas no processo ensino-aprendizagem, participando, portanto, do debate corrente sobre qual o papel que a tecnologia deveria ter em sala de aula. Segundo os pesquisadores da equipe da “sala de aula do futuro”, não basta perguntar “quantos computadores deveriam ser trazidos para a sala de aula?” ou “como podemos treinar os professores para utilizá-los?”, mas é também preciso pensar “por que tecnologias deveriam ser integradas ao currículo?”, “como podemos usar a tecnologia para auxiliar a aprendizagem?” e “como a tecnologia vai mudar os ambientes de ensino-aprendizagem?”.

Os objetivos do projeto dividem-se em duas categorias: tecnológica e educacional. Além de desenvolver os dispositivos tecnológicos necessários para que os alunos possam usar uma tecnologia diferente do computador pessoal tradicional, os pesquisadores também objetivam saber *como* estes dispositivos poderiam ser utilizados proveitosamente em sala de aula.

O HCIL trabalha com a idéia de que a tecnologia é parte da vida das crianças de hoje em dia. Computadores fazem parte da aprendizagem, brincadeira e comunicação infantil. De acordo com a *National School Boards Foundation*, a razão mais citada pelos pais que comprem computadores é a educação de seus filhos. As escolas estão sendo classificadas de acordo com a razão aluno/computador, e quanto mais computadores por aluno houver, mais alta é considerada a qualidade da escola. Não é claro, porém, quais tecnologias as crianças deveriam explorar e quando deveriam fazê-lo. Existem grupos que afirmam que muitas vezes, não é válido colocar uma criança muito nova para usar o computador pessoal - os educadores defendem que os efeitos da tecnologia devem ser estudados e ela só deve ser usada nas situações em que for trazer benefícios para as crianças.

O time desenvolvedor da “sala de aula do futuro” pretende projetar tecnologias embarcadas que possam ser parte de qualquer objeto físico em escolas. A agregação da tecnologia traria exploração ativa, experimentação e brincadeira para o processo de aprendizagem.

O projeto está encerrando a fase de observação intensa em sala de aula para compreender padrões das atividades e o modo como a tecnologia é - ou poderá ser - usada. Foram feitas também entrevistas com os professores e alunos, além de serem promovidos

debates e encontros onde toda a comunidade envolvida é convidada a discutir idéias com os projetistas. Foram introduzidos softwares para os professores usarem em sala de aula. No momento, os dados coletados estão sendo analisados. Paralelamente, o HCIL está realizando projetos de alguns possíveis artefatos em cooperação com as crianças - uma das idéias defendidas pelos pesquisadores é a da necessidade de ouvir os futuros pequenos usuários e envolvê-los no processo de desenvolvimento das ferramentas. No seu sítio na Internet, o laboratório destaca a frase do pequeno parceiro Thomas, de 11 anos, segundo o qual projetar tecnologia para crianças sem trabalhar diretamente com elas “*é como fazer roupas para alguém sem saber as suas medidas*” (tradução minha).

2.2.3 Thinkcycle

O *Thinkcycle* (<http://www.thinkcycle.org/>) é uma iniciativa acadêmica sem fins lucrativos, engajada em vencer desafios de projetos para comunidades carentes e o meio ambiente. O *Thinkcycle* promove projetos de código aberto, com colaboração intensa entre indivíduos, comunidades e organizações ao redor do mundo. Os projetos encaixam-se em diferentes áreas, a saber: saúde, energia, meio ambiente, ação global, desenvolvimento sustentável e educação. Nesta seção, apresentamos três exemplos de inovações tecnológicas do *Thinkcycle* na área educacional.

2.2.3.1 Reading Tool O *Reading Tool* [Jain, 2002] é um projeto liderado por Sandeep Jain (*Department of Management Studies, Indian Institute of Science*), iniciado em outubro de 2002, que idealiza uma ferramenta para permitir que uma pessoa aprenda sozinha a ler.

A inspiração veio de um produto comercial - um *scanner* em forma de caneta - o *C Pen Handheld Scanner* (<http://www.cpen.com>), que poderia ser adaptado para o *Reading Tool*. A ferramenta deve implementar reconhecimento de caracteres e software texto-voz. Ela teria o formato de uma caneta que leria palavras escritas quando o usuário a passasse por cima das mesmas. Isso permitiria que o usuário aprendesse sons de letras e de conjuntos de letras. Dificuldades como a exigência de baixo custo e a diferença entre sons de letras em diferentes palavras têm impedido o projeto de ser finalizado.

O *Reading Tool* é uma ferramenta muito simples de ser usada, com uma poderosa tecnologia embutida, que se encarrega de atender ao usuário sem exigir seu esforço. Porém, assim como os produtos da *LeapFrogSchoolHouse*, é uma ferramenta idealizada para uso individual, independente de professor e fora de uma sala de aula.

2.2.3.2 Build Robots Create Science - BRiCS O BRiCS [Mukherjee, 2002] é um projeto liderado por Amitabha Mukherjee, iniciado em novembro de 2002, pelo *Center of Robotics and Media Lab Asia*.

A intenção do projeto é levar criatividade e divertimento para salas de aula indianas, onde as crianças não têm costume de ter iniciativas e idéias próprias, mas sim obedecer ordens. BRiCS são kits com ferramentas simples de construção com as quais as crianças podem criar suas próprias histórias. Os kits contêm itens baratos como palha, papel, grampos, corda, etc., e também robôs e ferramentas eletrônicas. As crianças podem

construir e decorar artefatos móveis interativos para ilustrar suas histórias.

O BRiCS é um artefato que poderia ser encaixado em diversos contextos na de sala de aula, dependendo do objetivo do professor. A tecnologia, mais uma vez, está embutida e incrementa os artefatos sem exigir muito do usuário. O uso de BRiCS, no entanto, seria feito em uma atividade à parte, em que estaria em foco a manipulação do produto.

2.2.3.3 Kinkajou O Kinkajou (<http://kinkajou.designthatmatters.org/>) é um projetor portátil de imagens de microfilmes idealizado para ser usado em salas de aula em nações em desenvolvimento. Em alguns países, as condições de infra-estrutura são tão precárias que sequer há luz para as salas de aula. O Kinkajou apresenta uma solução para este problema, sendo equipado com baterias recarregáveis por força humana (através de pedais, por exemplo) e foco de luz para iluminar o ambiente onde ele for usado. O Kinkajou projeta imagens lidas de fitas VHS e tem custo muito baixo. O projeto está em fase de prototipação.

O Kinkajou é uma ferramenta auxiliar desenvolvida para a sala de aula, a qual ilustra um exemplo de como a tecnologia pode ser usada para suplantat dificuldades de infra-estrutura.

2.2.4 Future of Learning Group - MIT

Este grupo de estudo do MIT (<http://learning.media.mit.edu/>) busca formas de integração da mídia digital à reflexão e criação humanas no processo de aprendizagem. Os pesquisadores estudam como novas tecnologias podem permitir novos paradigmas de pensamento, aprendizagem e projeto. O grupo cria “ferramentas que sirvam para pensar” (*“tools to think with”*) e explora formas de fazê-las provocarem mudanças em ambientes do mundo real como escolas, museus e comunidades carentes.

Seguem abaixo exemplos de projetos do *Future of Learning Group*.

2.2.4.1 GoGo Board O *GoGo Board* [Cavallo et al., 2004] (Figura 2.9) é um projeto de hardware de código aberto, liderado por David Cavallo, Arnan Sipitakiat e Paulo Blikstein. Idealizado para projetos educacionais, o *GoGo* pode ser usado por alunos para construir robôs, capturar dados do ambiente, criar controladores de jogos, construir instalações interativas, entre outros. O *GoGo* não pode ser comprado, mas pode ser construído através das instruções e componentes fornecidos na Internet [Cavallo et al., 2004].

O uso do *GoGo Board* é muito semelhante ao do BRiCS (Seção 2.2.3.2). Dependendo do conteúdo sendo estudado, o *GoGo* pode ser usado, em uma atividade à parte, para pôr em prática a teoria vista em sala de aula.

2.2.4.2 Things that Teach e outros projetos O *Things that Teach* é um entre os muitos projetos do *Future of Learning Group* em que o professor Seymour Papert está envolvido. Seymour Papert (www.papert.org) foi um dos primeiros estudiosos a sugerir, ainda nos anos 60, que computadores poderiam ajudar crianças a aprender. Apesar da inicial descrença generalizada em torno da sua idéia, Papert insistiu na sua teoria e vem desde então fazendo pesquisas e desenvolvendo produtos neste sentido.

O projeto *Things that Teach* está em andamento e tem como objetivo desenvolver bolas para aprendizes de malabaristas: as bolas saberiam sua localização a cada instante e dariam *feedback* contínuo ao aprendiz. O projeto se baseia em uma teoria de aprendizagem contínua.

Alguns outros projetos em que Papert está envolvido são: *Learning and Community Development*, *Redesigning Urban Learning Environment*, *Learning for Rural Communities* (<http://learning.media.mit.edu/projects.html>). Todos os projetos sugerem maneiras de se integrar inovações tecnológicas para a aprendizagem, não só em escolas mas na sociedade de forma geral.

2.2.5 Quadros brancos eletrônicos

Quadros interativos já são muito usados, com sucesso, na área de Negócios (reuniões empresariais, por exemplo) e Educação. A maioria deles fica localizado na parede e têm canetas como dispositivo de entrada e uma conexão com um computador, que permite editar interativamente desenhos do quadro e salvar anotações feitas no mesmo [Ovaska et al., 2003]. De forma geral, as escolas que adotaram o uso de quadro branco eletrônico dizem-se muito satisfeitas com os efeitos produzidos em sala de aula: maior motivação dos professores e alunos, e um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente e dinâmico (<http://smarteducation.canterbury.ac.uk/research/casestudies/>).

Em um distrito da Geórgia, Estados Unidos, todas as escolas públicas foram equipadas com quadros eletrônicos *ACTIVboard*. A equipe responsável pela inovação acredita que os quadros eletrônicos são a próxima geração de ferramentas para o processo ensino-aprendizagem e que eles incrementam tal processo trazendo motivação para as salas de aula. O *ACTIVboard* foi projetado especificamente para o mercado educacional e vem acompanhado de um software com bibliotecas de imagens e recursos de anotação e planejamento de aulas, entre outras funcionalidades. A interação com o quadro é em tempo real e pode ser feita a partir de qualquer lugar da sala de aula através da ferramenta *ACTIVslate* (<http://www.activboard.com/>).

O mesmo produto foi adotado na *Royal Docks Community School*, no Reino Unido. Em ambos os casos, alunos e professores dizem ter aprovado a inovação com entusiasmo.

No sítio da *Audio Visual Innovations*, é comercializado um quadro branco (<http://www.aviinc.com/audiovisual-products/electronic-whiteboards.asp>) no qual a imagem da tela de um computador pode ser projetada e manipulada com uma caneta especial que produz o mesmo efeito da interação através de *mouse* no computador pessoal. A produção feita através do quadro pode ser salva no computador conectado ou impressa.

Pesquisadores da Universidade de Tampere, na Finlândia, desenvolveram um quadro eletrônico dirigido a crianças [Ovaska et al., 2003]. Muitos centros infantis de educação e lazer finlandeses trabalham com a idéia de que as crianças deveriam ter a oportunidade de lidar com a tecnologia em suas ações e no ambiente de aprendizagem. O quadro branco eletrônico da Universidade de Tampere pode ser usado mais livremente do que os quadros tradicionais (no chão, por exemplo, o que torna o ambiente mais natural para

as crianças). O objetivo é fornecer uma área compartilhada de desenho à mão-livre que tenha sua versão digital sem precisar ser feito com o *mouse*.

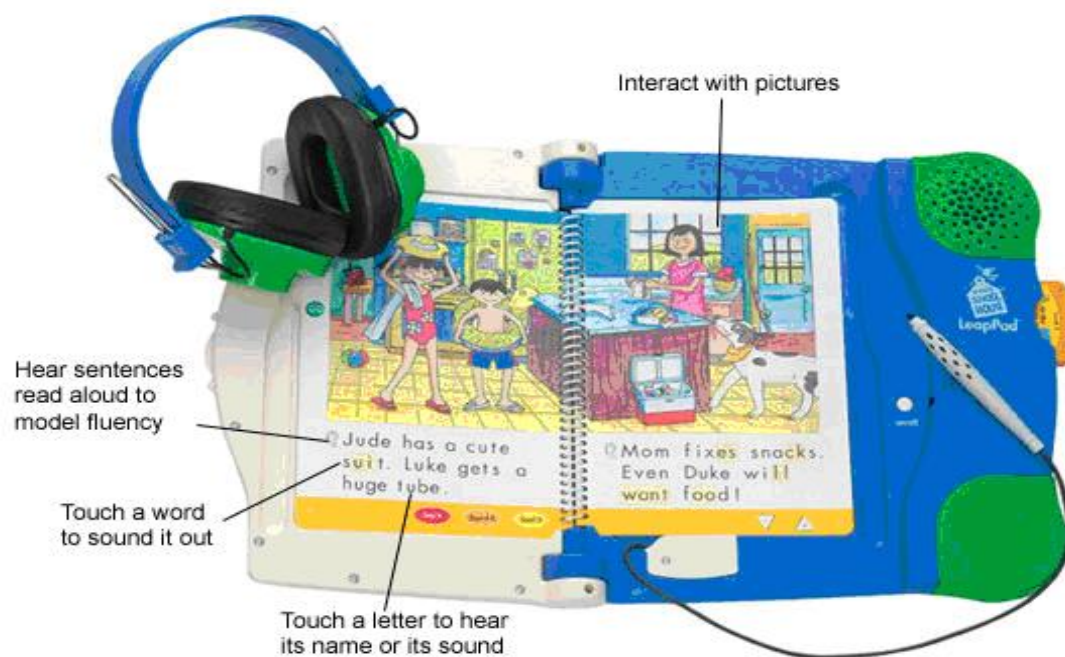


Figura 2.1. *LeapPad*

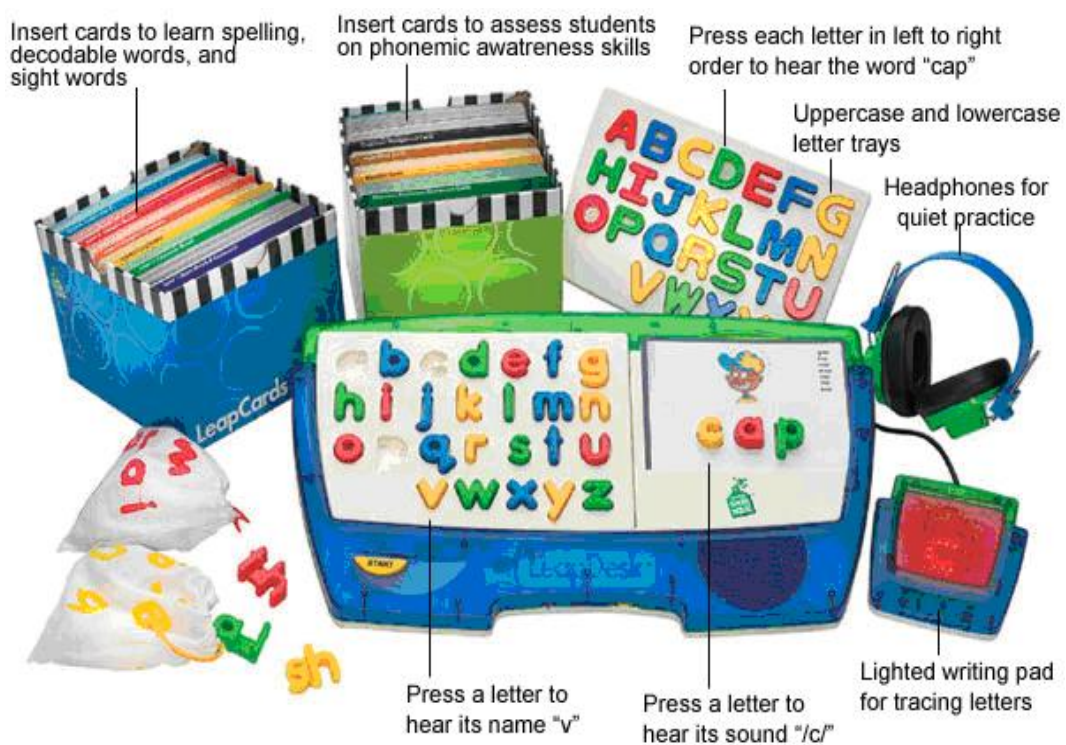
Figura 2.2. *QuantumPad*Figura 2.3. *LeapDesk Workstation*



Figura 2.4. *Imagination Desk Learning Center*



Figura 2.5. *LeapMat Learning Surface*

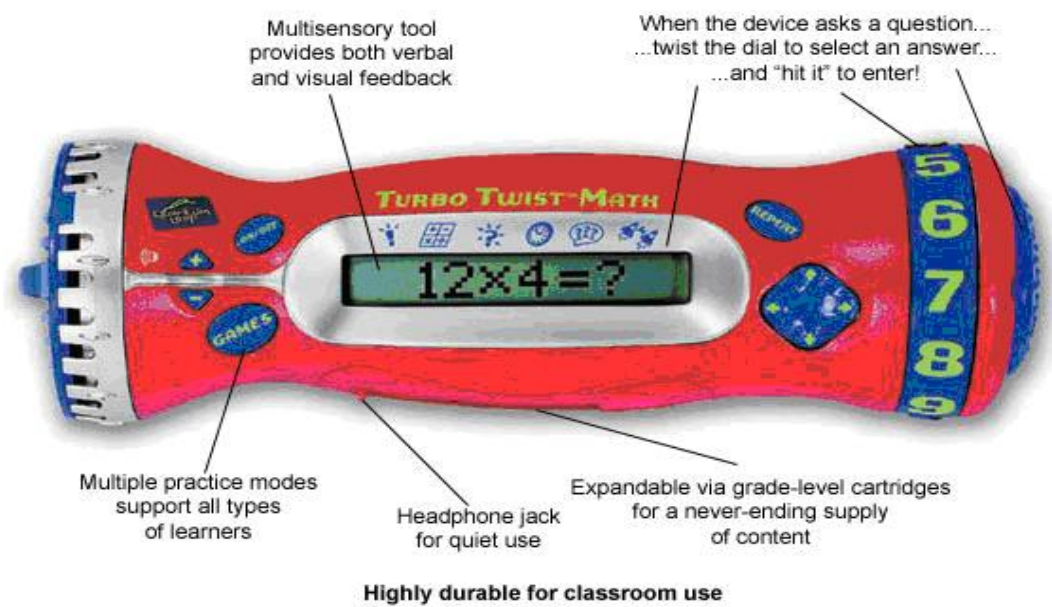


Figura 2.6. *Turbo Twist Handheld*



Figura 2.7. *Odyssey III Globe*

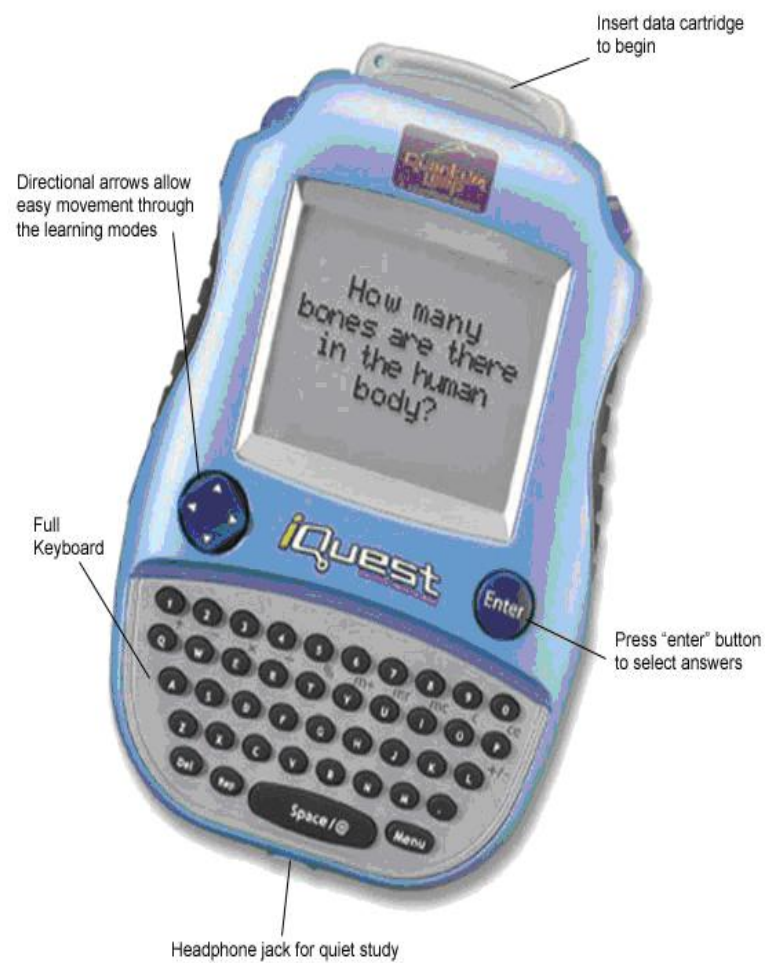


Figura 2.8. *iQuest Interactive Talking Handheld*



Figura 2.9. *GoGo Board*

CAPÍTULO 3

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TEORIA DA ATIVIDADE

Ask a researcher to comment on the impact of technology in any given setting or situation, and you'll probably get a predictable answer: 'It depends...' It depends on what you mean by "technology". It depends on who is using the technology (what are their goals, their backgrounds, their knowledge?) and for what purpose (work? learning? entertainment?). And finally, it depends on the environment (home? workplace? school? community?).

— (do sítio da Revista MOSAIC)

Interação Humano-Máquina é um campo de estudo que conquistou um importante posto como um referencial teórico no desenvolvimento de artefatos tecnológicos interativos [Nardi, 2001]. No entanto, ainda existe uma lacuna entre os resultados de pesquisa na área e os projetos práticos - muitos projetos são realizados sem referencial teórico, baseados em diretrizes práticas que não condizem com as pesquisas. A Teoria da Atividade tem sido largamente aceita em Interação Humano-Máquina como uma alternativa adequada para preencher esta lacuna entre teoria e prática [Nardi, 2001].

No esforço de desenvolver produtos *úteis* e não somente *usáveis*, é imprescindível descobrir como a tecnologia poderia encaixar-se no ambiente social e material em que vivem e agem os usuários e quais os problemas deles que a tecnologia poderia solucionar [Nardi, 2001].

Assim como os estudos em Interação Humano-Máquina preocupam-se com problemas práticos de projeto e avaliação de sistemas interativos, a Teoria da Atividade aborda a atividade prática humana no mundo real [Kuutti, 2001] - os seus defensores acreditam que *“você é o que você faz”* [Nardi, 2001]. Nesta análise da atividade humana, a Teoria da Atividade incorpora a importância do contexto social, tratando-o como ponto fundamental: os atos de cada pessoa estão embutidos na teia social de que todos fazem parte - uma teia composta de pessoas e artefatos, e caracterizada por sua cultura e história [Nardi, 2001]. Este aspecto serve como grande motivação para os pesquisadores de Interação Humano-Máquina, que reconhecem ser imprescindível estudar o contexto de uso futuro da ferramenta em desenvolvimento [Mwanza, 2000]. A própria ferramenta não é de forma alguma negligenciada pela Teoria da Atividade, que a engloba na sua modelagem da atividade humana como mediadora entre pessoas e ambiente, como veremos mais adiante.

A Teoria da Atividade foi desenvolvida por psicólogos na antiga União Soviética, na década de 20, mais especificamente por Leont'ev, baseado no trabalho de Vygotsky

[Bellamy, 2001], e tem suas raízes históricas na filosofia alemã clássica e nos trabalhos de Marx e Engels [Kuutti, 2001]. A teoria procura estabelecer uma relação entre consciência (mente humana como um todo) e atividade (interação do homem com a realidade), tendo cultura e história como aspectos fundamentais, analisando o ser humano dentro de seu ambiente natural [Kaptelinin, 2001]. A Teoria da Atividade fornece um conjunto de perspectivas acerca da atividade humana e um conjunto de conceitos para descrevê-la. Uma atividade é composta de sujeito(s) e seu(s) objetivo(s), artefatos que ele utiliza, a comunidade em que ele está inserido e as regras da mesma e a divisão do trabalho que caracteriza a atividade. Em outras palavras, a prática humana é estudada situadamente, dentro do seu contexto, abrangendo todos os fatores sócio-culturais que a afetam.

A atividade é a unidade básica de análise da Teoria da Atividade e pode ser definida como a ação humana dentro de um contexto. Os teóricos acreditam ser impossível entender ações isoladamente, já que elas sempre ocorrem dentro de um contexto [Kuutti, 2001]. O exemplo clássico dado por Leont'ev (1978) considera um grupo de caçadores que se divide em dois subgrupos: um deles é encarregado de afugentar a presa em direção ao outro grupo, que apenas aguarda que ela se aproxime para abatê-la. Se as ações do primeiro subgrupo forem isoladas do contexto, elas perdem a coerência com o objetivo da atividade, que é capturar a presa. Em outras palavras, caçadores que quisessem capturar um animal não se empenhariam em espantá-lo. No entanto, suas ações estão inseridas em um contexto maior, no qual fazem todo sentido. Assim, isolar a ação humana do seu contexto é como retirar uma frase de um texto e tentar compreendê-la isoladamente: uma atitude que pode levar a interpretações incorretas.

Atividades não são estáticas, ao contrário, elas estão sob contínua mudança e desenvolvimento. Portanto, cada atividade tem uma história agregada [Kuutti, 2001], e a análise desta história pode ser necessária para se compreender o estado presente da atividade.

A importância dada pela Teoria da Atividade ao processo humano de “agir” é embasada no princípio da internalização/externalização [Vygotsky, 1978], um conceito-chave da Teoria da Atividade que afirma que os processos mentais originam-se de ações externas [Kaptelinin, 2001].

Segundo Vygotsky, o processo de aprendizagem humana obedece a um fluxo que vai de ações externas para atividade mental interna. Crianças agem no mundo sem compreender o que estão fazendo, mas através de sua ação elas vão identificando padrões em seu comportamento e passam a entender a sua atividade externa. Com este entendimento, vem a internalização daquela atividade. Assim, seu comportamento vai aos poucos sendo ditado pelos seus próprios processos mentais [Bellamy, 2001].

Uma atividade sempre contém vários artefatos (instrumentos, ferramentas), os quais têm um papel mediador inseparável do funcionamento humano. Segundo alguns teóricos, a experiência humana é moldada pelas ferramentas que utilizamos, as quais nos conectam ao mundo [Nardi, 2001]. Ao serem combinadas às capacidades humanas, ferramentas permitem que novas atividades sejam realizadas, ou que atividades já existentes sejam melhor realizadas [Kaptelinin, 2001]. Segundo a Teoria da Atividade, a atividade humana não pode ser compreendida sem que se compreenda o papel dos artefatos na nossa existência diária, especialmente o modo como estes artefatos estão integrados à prática

social [Nardi, 2001]. Por artefatos, entenda-se ferramentas externas ou físicas (como um lápis ou um martelo) e internas ou conceituais (a linguagem, conceitos, heurísticas) [Kaptelinin, 2001, Mwanza, 2000]. O uso das ferramentas modela a forma como as pessoas agem.

Cada atividade ocorre direcionada a um objetivo [Kuutti, 2001], que justifica a sua realização. O objetivo pode ser algo concreto (produzir um software, fabricar um carro...) ou mais abstrato (ensinar frações, convencer alguém de que uma idéia é válida, investir na bolsa de valores...). Os sujeitos da atividade têm o objetivo em mente ao realizar suas ações - o objetivo é a razão maior que justifica o desenrolar da atividade. O objetivo está ligado ao produto ou saída da atividade: os eventos e as transformações ocorridas durante a atividade devem levar a um resultado, que pode ou não satisfazer o objetivo dos sujeitos.

A atividade é realizada pelo sujeito dentro da comunidade na qual ele está inserido. Esta comunidade possui regras (normas, convenções, relações sociais) e é organizada implícita ou explicitamente através da divisão do trabalho que está sendo feito, ou seja, como a atividade está distribuída entre os membros da comunidade, qual o papel de cada um e quais as suas tarefas. A inserção obrigatória do indivíduo em uma comunidade enfatiza o aspecto de coletividade da Teoria da Atividade: mesmo quando o interesse principal é em ações individuais, o objeto de pesquisa é sempre essencialmente coletivo [Kuutti, 2001].

A estrutura de uma atividade foi modelada por Engeström [Engeström, 1987], como mostrado na Figura 3.1:

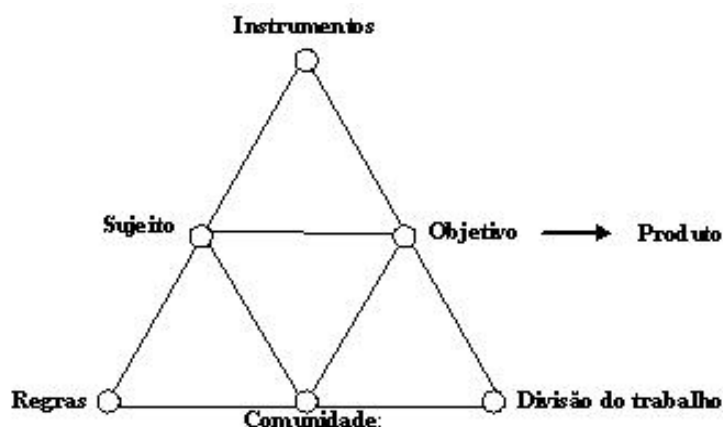


Figura 3.1. O Triângulo de Engeström

O triângulo de Engeström pode ser interpretado da seguinte forma:

- a relação entre sujeito e objetivo é mediada por ferramentas e pela comunidade;
- a relação entre sujeito e comunidade é mediada por regras;
- a relação entre comunidade e objetivo é mediada pela divisão do trabalho.

Assim, o modelo de Engeström torna explícita a noção de mediação defendida pela Teoria da Atividade. Todos os componentes apresentados no triângulo estão ligados e interagem para formar a atividade [Kuutti, 2001].

O próprio Engeström [Engeström, 1996] nos fornece um exemplo simples para ilustrar a sua diagramação. Na Figura 3.2, temos modelada uma situação de ensino-aprendizagem tradicional e conservadora em sala de aula.

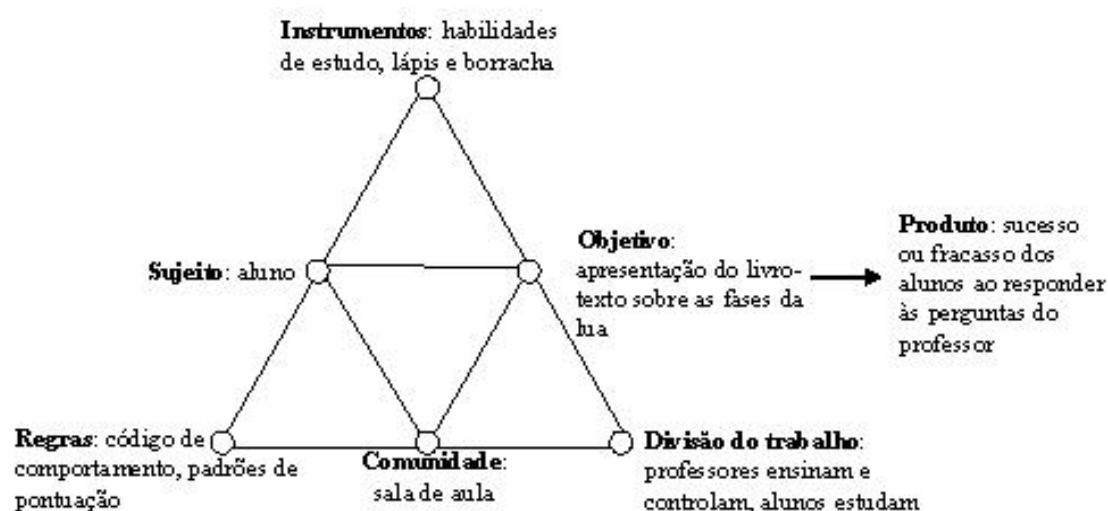


Figura 3.2. Exemplo de modelagem de atividade usando o Triângulo de Engeström

O triângulo de Engeström captura os conceitos da Teoria da Atividade relevantes para a análise de práticas de trabalho e projeto de ferramentas, objetos de estudo da Interação Humano-Máquina [Mwanza, 2000]. A Teoria da Atividade fornece um modo de se estruturar, esclarecer e compreender os dados obtidos através de métodos etnográficos, que descrevem a atividade diária. A padronização e vocabulário comum obtidos dessa estruturação permitem comparações entre trabalhos e generalizações. A Teoria da Atividade provê um *framework* para ajudar projetistas a capturar a prática corrente dos usuários e construir modelos de atividades futuras [Nardi, 2001].

Por enfatizar contexto e artefatos, a Teoria da Atividade revela-se extremamente adequada no processo de desenvolvimento de ferramentas interativas, que podem ser vistas como mediadoras da interação do humano com o mundo. A introdução de novos artefatos em uma atividade afeta os processos individuais e sociais envolvidos. Da mesma forma, os processos sociais da comunidade em que a atividade ocorre e os processos mentais dos sujeitos irão afetar o modo como o novo artefato será utilizado. Fica claro que tecnologia não pode ser projetada isoladamente, sem se considerar a comunidade - com suas regras e divisão do trabalho - em que ela será inserida. Reconhecendo-se a importância da comunidade em relação ao papel mediador de novos artefatos em uma atividade, faz-se necessário dedicar um bom tempo ao estudo do ambiente em que a tecnologia será inserida, além do projeto da tecnologia em si [Bellamy, 2001].

METODOLOGIA

4.1 ETNOGRAFIA

Observation is a process in which we play an intensely active part. An observation is a perception, but one which is planned and prepared. We do not have an observation... but we 'make' an observation.

—POPPER (filósofo, 1979)

Uma das maiores dificuldades dos projetistas de softwares e outras ferramentas interativas atualmente é que eles nunca estarão engajados nas atividades para as quais estão desenvolvendo artefatos, ao contrário de projetistas de carros, que muito provavelmente também são motoristas, ou de arquitetos, que são “usuários” de suas próprias construções. Como os projetistas estão longe do contexto de utilização e funcionamento do seu produto, precisam recorrer aos futuros usuários para obter ajuda no processo de desenvolvimento [Macaulay et al., 2000].

Mais do que simplesmente realizar entrevistas com os usuários e perguntar-lhes o que esperam e/ou desejam, a tendência atual tem incentivado a penetração no mundo do usuário de forma mais completa. Muitas vezes, o usuário é incapaz de verbalizar suas dificuldades, necessidades e desejos, ou mesmo de descrever fielmente suas atividades. Entrando no mundo do usuário, observando seus atos, ouvindo seus comentários e queixas diárias em seu ambiente natural, o projetista pode ser capaz de ter idéias e gerar produtos que o usuário por si só jamais seria capaz de sugerir [Arnal, 2003].

A novidade não é a única qualidade que uma inovação deve ter. Além disso, o produto precisa ser eficiente, útil, conveniente e satisfazer as necessidades reais do usuário. A investigação qualitativa vem ganhando força apoiada no objetivo de desenvolver produtos coerentes com a vida do usuário. Este tipo de investigação ajuda a entender o usuário como ele é, suas motivações, formas de vida, valores e outras características, juntamente com o contexto sócio-cultural em que ele está inserido [Arnal, 2003].

Não só a investigação qualitativa, mas a maioria dos estudos de prática de trabalho, são geralmente embasados em métodos de pesquisa etnográfica [Macaulay et al., 2000]. A etnografia pode ser definida como “*uma tentativa de se entender a vida daqueles que estão sendo estudados*” [Laureau and Shultz, 1996] (tradução minha). De acordo com o Novo Dicionário Aurélio, etnografia é uma “*disciplina que tem por fim o estudo e a descrição dos povos, sua língua, raça, religião, etc., e manifestações materiais de sua atividade*”. Em projetos de artefatos interativos, a etnografia é um conjunto de métodos que inclui, entre outros, observações no ambiente real a ser analisado, entrevistas e coleta de materiais. O etnógrafo que participa destes projetos tem um objetivo ligeiramente diferente do etnógrafo tradicional. Enquanto o etnógrafo tradicional descreve e interpreta culturas,

o etnógrafo de projeto deve descrever e interpretar culturas com o propósito de projetar artefatos futuros que introduzirão mudanças nestas culturas [Macaulay et al., 2000].

Pesquisadores da área de Interação Humano-Máquina têm recorrido à etnografia em busca de *insights* dentro do contexto do trabalho observado e da prática humana situada. O contexto de uso do futuro artefato abrange os fatores ambientais, sociais, culturais, individuais e históricos que afetam o desenrolar da prática humana, e a etnografia permite captar aspectos que poderiam ser esquecidos. O interesse por técnicas etnográficas nesta área tem crescido à medida que a relação entre o fracasso de sistemas e a lacuna existente entre usuários e projetistas vai sendo percebida mais claramente. O etnógrafo, agindo como porta-voz ou representante dos usuários, pode ajudar a preencher esta lacuna [Macaulay et al., 2000].

De forma geral, uma pesquisa etnográfica inclui: trabalho de campo nos ambientes naturais do usuário, estudo global para se entender o contexto completo da atividade, descrições ricas de pessoas, ambientes e interações, e tentativa de se compreender as atividades sob a ótica do usuário. Mais do que um simples “coletor de dados”, o etnógrafo tem o papel de um tradutor cultural entre o projetista e o grupo sob estudo. Ele fornece ao projetista uma compreensão rica do contexto de uso do artefato a ser produzido e das interações entre usuários individuais e grupos, além de permitir a eliciação de requisitos que dificilmente seriam expressos pelo usuário. Cabe ao etnógrafo decidir o que estudar, quem observar, que atividades registrar e como analisar e integrar os dados de forma a possibilitar *insights* [Millen, 2000].

No entanto, a ponte entre os métodos etnográficos e os métodos de projeto de artefatos ainda não está muito firme. As técnicas subjetivas da etnografia, juntamente com sua linguagem ‘íntima’ muitas vezes não parecem confiáveis aos olhos dos projetistas, acostumados a análises estatísticas e protocolos experimentais formais. Além disso, enquanto etnógrafos costumam reportar suas observações em longos textos, projetistas têm uma preferência por diagramas com textos reduzidos. Uma terceira dificuldade é a pressa característica dos projetistas, ansiosos por cumprir o cronograma previsto entregando-se o mais rápido possível ao processo de desenvolvimento propriamente dito da ferramenta, contrastada à crença dos etnógrafos sobre a importância de se dedicar um bom tempo ao trabalho de campo [Macaulay et al., 2000].

Na tentativa de se resolver estas questões, foi desenvolvido um método de etnografia rápida (*quick and dirty ethnography*) que busca melhor se adaptar aos projetos de sistemas interativos [Macaulay et al., 2000]. A etnografia rápida é caracterizada por estudos com focos mais dirigidos para se captar o ambiente analisado de forma mais direta e em menos tempo. O princípio-chave desta técnica é estreitar o escopo da pesquisa de campo, dando um zoom nas atividades mais relevantes. Além disso, propõe-se buscar o auxílio de informantes chave, usar múltiplos observadores e fazer uma análise qualitativa colaborativa dos dados ou assistida por computador [Millen, 2000].

A etnografia tradicional trabalha com um ângulo de visão extremamente aberto: praticamente tudo que se percebe nas observações é potencialmente valioso. Além das anotações do etnógrafo, a tecnologia tem facilitado várias outras formas de registro, como fotografia digital, vídeo e gravações de áudio, o que aumenta consideravelmente o material coletado. Evidentemente, há vários benefícios em se capturar o máximo de

informações possíveis no trabalho de campo. Quando imerso no ambiente do usuário, o etnógrafo pode ser incapaz de distinguir corretamente o que é relevante do que pode ser desprezado. Importantes padrões de comportamento podem ser percebidos apenas após longas observações de um grande conjunto de atividades. No entanto, existem também dificuldades trazidas por esta abordagem. Muito tempo e energia são gastos neste tipo de observação, para se capturar dados de pouco ou nenhum interesse, que podem vir a sequer serem usados pelos projetistas. Além disso, a vasta quantidade de dados pode mesmo impedir que padrões de comportamento sejam identificados.

A etnografia rápida propõe que a pesquisa seja estreitada de forma que os dados coletados sejam predominantemente úteis e relevantes. Para isso, a área de pesquisa deve estar bem definida e o etnógrafo deve ter em mente o tipo de dado que ele busca capturar para responder às questões de projeto em aberto. A etnografia será, portanto, dirigida por interesses específicos do projeto e o olhar do etnógrafo será motivado por estes mesmos interesses [Millen, 2000].

A etnografia rápida também propõe que sejam usados informantes-chave no processo de coleta de dados. Tais informantes devem ser identificados pelo etnógrafo como pessoas que poderiam servir de “guias de campo”: seriam pessoas com acesso a muitos usuários e atividades, que poderiam indicar situações e atividades interessantes dentro do funcionamento do trabalho do grupo. Os guias podem reduzir o tempo gasto pelo etnógrafo, apontando quando, para onde e para quem ele deve olhar [Millen, 2000].

Um terceiro aspecto da etnografia rápida é o trabalho em conjunto de mais de um observador. Apesar do risco de se alterar demasiadamente o funcionamento natural das atividades ao se introduzir mais de uma pessoa no ambiente de trabalho dos usuários, acredita-se que os benefícios resultantes da técnica justifiquem o risco corrido.

Os pesquisadores podem, ao observar um mesmo ambiente, dirigir sua atenção para diferentes grupos e atividades. Além disso, múltiplas visões dos mesmos eventos podem contribuir para formar uma melhor representação e compreensão dos fatos observados [Millen, 2000].

Por fim, a etnografia rápida propõe uma aceleração também na análise dos dados obtidos, através de duas técnicas: análise assistida por computador e análise colaborativa [Millen, 2000].

A análise assistida por computador permite o tratamento e exploração de grandes quantidades de dados. Para isso, existem diversas ferramentas computacionais de análise baseada em texto (úteis para transcrições de entrevistas, anotações...) ou análise multimídia (trabalho com imagens e áudio) [Millen, 2000]. Ambos tipos de análise permitem uma maior rapidez no tratamento dos dados.

Já na segunda técnica, são usados processos analíticos para se compreender colaborativamente os dados. Alguns desses processos são: mapeamento cognitivo, narração de histórias e análise de cenários. Estas técnicas oferecem uma redução eficiente e uma rica visualização dos dados (através de imagens, diagramas, narrações...) [Millen, 2000].

Como foi dito anteriormente, a etnografia é geralmente aceita como um conjunto de métodos, e não uma teoria [Hammersley and Atkinson, 1995]. Existe, portanto, uma polêmica em torno da necessidade ou não de se agregar um referencial teórico aos métodos

de pesquisa etnográfica. Apesar da fundamentação teórica não ser indispensável ao método etnográfico, ela traz vantagens impossíveis de serem conseguidas na sua ausência: uma base teórica serve de âncora para o trabalho etnográfico, amenizando a sua tendência a tornar-se interminável, provê meios de generalização ao permitir ligações e comparações entre diferentes trabalhos e suscita uma perspectiva crítica evidenciando problemas que necessitem de maior atenção [Wolcott, 1995].

A teoria guia as escolhas dos etnógrafos acerca de quais eventos descrever e em que estilo fazê-lo [Layton, 1997]. Alguns autores [Macaulay et al., 2000] defendem o argumento de que a teoria é uma ferramenta sem a qual a tarefa etnográfica não poderia ser realizada.

A questão que surge então é qual referencial teórico seria o mais adequado para ser aplicado à etnografia. Pesquisadores da área de Interação Humano-Máquina destacam três pontos nos projetos de sistemas interativos que deveriam ser cobertos por este referencial: como entender indivíduos em ação, como lidar com mudanças e como lidar com multidisciplinaridade. Para muitos destes pesquisadores [Kuutti, 2001], a Teoria da Atividade (ver Capítulo 3) é perfeitamente compatível com estas necessidades. Ao aplicar os conceitos da Teoria da Atividade, o etnógrafo é forçado a refletir ativamente sobre o objeto de estudo, podendo assim vir a ter valiosos *insights*.

Em resumo, a etnografia é uma técnica que, quando adaptada às limitações e restrições dos projetos de desenvolvimento de artefatos interativos e preferencialmente apoiada em um referencial teórico, mostra-se extremamente adequada para preencher a lacuna entre projetistas e usuários. Os dados coletados em uma etnografia rápida, ao serem compilados de acordo com conceitos teóricos como os da Teoria da Atividade, podem ser comparados e melhor manipulados, além de forçar uma reflexão ativa dos próprios etnógrafos e dos projetistas, permitindo a idealização de artefatos que se encaixem na vida do usuário, atendendo às suas necessidades e permitindo-lhe realizar melhor as suas atividades.

4.2 CENÁRIOS

Scenarios are like expressionist paintings. They can evoke much more than they literally present.

—J.M. CARROLL (Making Use: Scenario-based Design of Human-Computer Interactions (2000))

Na seção anterior, vimos como a etnografia traz dados preciosos sobre a prática humana que se deseja analisar em projetos de sistemas interativos e como esses dados podem ser organizados de acordo com conceitos teóricos. Uma outra forma de se trabalhar com os dados coletados é através da construção de cenários a partir destas informações obtidas com o método etnográfico. Cenários na área de Interação Humano-Máquina ajudam a entender e criar sistemas computacionais que sirvam como artefatos mediadores da atividade humana (como ferramentas educacionais, ferramentas de trabalho, mídia para interação entre pessoas, etc.) [Carroll, 2000a]. A partir do trabalho de campo, pode-se tanto montar cenários que retratem a prática humana situada como ela ocorre no pre-

sente (o que ajuda a ter *insights* e evidenciar requisitos e limitações para o novo artefato), quanto criar cenários futuros nos quais a inovação já estaria inserida (facilitando assim a derivação de mais requisitos e a identificação de possíveis problemas e dificuldades).

Cenários são histórias - passadas ou futuras - sobre pessoas e suas atividades, as quais permitem raciocinar sobre situações de uso de um artefato mesmo antes destas situações existirem de fato [Carroll, 2000a]. Estas histórias são descrições narrativas informais, que vêm sendo usadas em ciências humanas e sociais para descrever e analisar o comportamento humano nas mais diversas situações [Carroll, 2000b]. Atualmente, cenários são muito utilizados no projeto e desenvolvimento de artefatos tecnológicos e aplicações computacionais. Eles provêm uma visualização concreta das várias possibilidades futuras de uso do novo produto, permitindo identificar requisitos e possíveis dificuldades [Carroll, 2000b]. O contexto de uso do futuro sistema pode ser descrito, em forma de cenários, logo no início do processo de desenvolvimento, através de diversos episódios de uso. O foco destas descrições não são as operações do sistema, mas o modo de utilização do mesmo pelas pessoas para realizar suas atividades [Carroll, 2002]. Dessa forma, o projeto será orientado pelas ações e experiências das pessoas que irão de fato utilizar a tecnologia [Carroll, 2000b].

Cenários podem ser utilizados em diversas fases do ciclo de desenvolvimento do produto: elicitação, análise, verificação e validação de requisitos, projeto de interface, prototipação, testes de usabilidade, implementação, documentação, treinamento e avaliação [Carroll, 2002]. Eles podem apresentar e situar soluções, ilustrar soluções alternativas, e identificar problemas em potencial. Eles podem mesmo ser usados como o ponto de partida para projetos, descrevendo necessidades e inspirando projetistas a satisfazê-las (o que provocaria a criação de novos cenários, agora com as soluções criadas embutidas). O uso de cenários deve permitir que os projetistas tenham idéias, além de facilitar a comunicação entre usuários e projetistas (através de sua linguagem simples e informal) [Bødker, 2000].

Segundo Carroll [Carroll, 2000a], os elementos característicos de um cenário são:

- o ambiente (*setting*) - estabelece-se um estado inicial do ambiente onde o episódio descrito se desenrola: além de identificar as pessoas presentes, caracteriza-se o ambiente fisicamente (dimensões físicas e posições relativas dos objetos presentes). Em resumo, é uma descrição de quem e o que está presente, como e onde;
- os atores ou agentes - aqueles que participam do episódio descrito. Pode haver vários agentes e cada um possui objetivos (mudanças que desejam alcançar naquelas circunstâncias específicas). Em um cenário, é preciso haver pelo menos um agente, com um objetivo. Quando há mais de um agente e objetivo, geralmente há um agente principal e um objetivo definidor do cenário;
- o roteiro (*plot*) - seqüência de ações e eventos, representando o que os atores fazem durante todo o episódio, o que lhes acontece e que mudanças ocorrem no ambiente. Eventos descritos podem tanto obstruir, facilitar ou serem irrelevantes para os objetivos dos atores.

Para exemplificar tais elementos de forma simples e superficial, tomemos o episódio de consulta de um livro em uma biblioteca universitária.

- Ambiente: parte interna da biblioteca, onde há estantes de livros e arquivos repletos de fichas nas quais cada livro está catalogado por seu título e autor, juntamente com um número de identificação único que o localiza nas prateleiras. Há também um terminal em que se pode consultar o catálogo de livros digitalmente. Há vários alunos procurando livros nas prateleiras e outros consultando os arquivos.
- Atores: O ator principal é um estudante, cujo objetivo é encontrar um determinado livro. O funcionário da biblioteca é outro ator do cenário.
- Roteiro: o estudante chega à biblioteca e vê os arquivos e o terminal de consulta. Ele opta por usar o terminal, e senta-se em frente à tela. Por não ter muita familiaridade com o sistema, ele leva algum tempo pressionando diferentes teclas sem saber ao certo qual usar. Finalmente, ele chega à tela de consulta por título e digita o título do livro. O resultado da consulta aparece na tela e o estudante toma nota do número identificador do livro. O estudante gostaria de fazer uma nova consulta, mas não consegue voltar à tela inicial. Ele olha em volta e pede ajuda a um funcionário da biblioteca. O funcionário rapidamente faz o sistema voltar à tela inicial e o estudante faz sua nova consulta. Ele então se levanta e vai às estantes procurar pelos seus livros.

Cenários são flexíveis e podem ser adaptados para o interesse específico dos projetistas. Por exemplo, cenários fechados fornecem respostas mais detalhadas e restritas a uma determinada situação, enquanto cenários abertos dão respostas conceituais e amplas [Bødker, 2000]. No desenvolvimento do produto, as necessidades variam, e os cenários devem acompanhá-las. Uma forma, por exemplo, de forçar a reflexão tanto de projetistas quanto de usuários é levar aos extremos o desenrolar das atividades dos usuários, caricaturando o cenário para explicitar os prós e contras do novo artefato. São os chamados cenários positivos (extremamente otimistas, nos quais a vida do usuário parece perfeita com a introdução da nova tecnologia) e negativos (ênfatisando as situações indesejáveis e os possíveis problemas) (*plus / minus scenarios*) [Bødker, 2000].

Em resumo, a utilização de cenários é uma técnica de ampla aplicação, e fica a cargo dos projetistas saber tirar o melhor proveito dela. Cenários podem variar de descrições da vida real e atual do usuário até construções imaginárias de situações futuras, podem ser extremamente específicos ou bem mais genéricos, representar situações típicas ou críticas, serem caricaturados positiva ou negativamente e serem usados em diversas fases de projeto. Em todos os casos porém, eles descrevem a atividade do usuário em seu ambiente, permitindo a visualização concreta de sua prática situada, levando em consideração sua interação com o grupo e com os artefatos e todos os fatores externos que afetam suas atividades.

Daí não é difícil constatar a relação existente entre a técnica de cenários e a Teoria da Atividade, a qual defende, como visto no Capítulo 3, que a atividade humana não pode ser entendida isoladamente e fora de seu contexto. Em um cenário, seja ele atual

ou futuro, todos os elementos definidos pela Teoria da Atividade estão presentes, porém de forma implícita e natural, em uma descrição informal. Descrição esta que pode, no entanto, contar com o respaldo do referencial teórico para justificar a sua validade.

CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Clientes não mudam suas motivações básicas só porque apareceu um novo produto. Novos produtos só são adotados quando ajudam os clientes a fazerem melhor aquilo que eles já estavam fazendo(...)
Einstein uma vez disse: 'tudo deve ser feito tão simples quanto possível, mas não mais simples que isso'. Um princípio análogo vale para qualquer produto: 'um produto deve ter a melhor performance possível para realizar a tarefa a que se propõe, mas não mais que isso.
—CLEMENTE NÓBREGA (A ciência da gestão)

5.1 METODOLOGIA EMPREGADA

Neste capítulo, serão mostrados os resultados do trabalho desenvolvido. O referencial teórico em que o trabalho se baseou foi a Teoria da Atividade (ver Capítulo 3) e foram empregadas como técnicas de projeto a pesquisa etnográfica e a construção de cenários (ver Capítulo 4).

O trabalho consistiu de duas fases principais. O primeiro mês foi dedicado à etnografia rápida. Duas escolas particulares e uma escola pública do Recife foram visitadas. As observações em sala de aula foram feitas em turmas do Ensino Fundamental I, durante o período integral de permanência das crianças nas escolas. Devido às condições de realização deste trabalho, a etnografia teve que ser feita individualmente, contrariando uma das diretrizes da técnica de etnografia rápida. Os dados foram registrados apenas em papel, devido tanto a limitações técnicas quanto a falta de experiência da autora na negociação com as coordenadoras das escolas na busca de autorização para realização do trabalho (permissão para gravar e/ou filmar).

Os principais focos das observações foram:

- Mapeamento dos materiais disponíveis nas escolas para serem usados em sala de aula;
- Descrição do espaço físico (organização e infra-estrutura da sala de aula);
- Identificação das atividades realizadas em sala de aula;
- Identificação das regras da sala de aula;
- Descrição das necessidades decorrentes do comportamento dos alunos;
- Identificação de regularidades no funcionamento global da rotina diária em sala de aula;

Durante as visitas, ocorreram conversas esclarecedoras com informantes-chave como professoras e coordenadoras. As professoras mostraram-se interessadas em colaborar com o projeto, acreditando haver espaço para a introdução de muitas inovações que poderiam vir a auxiliar e incrementar o seu trabalho em sala de aula. As explicações, dicas, lamentações e sugestões dadas pelas professoras foram de grande valia.

A análise dos dados obtidos também fugiu às recomendações da etnografia rápida, pois foi feita manual e individualmente, mais uma vez devido às condições em que o projeto foi desenvolvido (dentro de uma disciplina da graduação do curso de Ciência da Computação).

A compilação e organização dos dados deu início à segunda fase do projeto. Primeiramente, todas as atividades identificadas foram modeladas através do Triângulo de Engeström (ver Capítulo 3). Para isso, foi necessário filtrar dos dados coletados o que poderia ser considerado uma atividade, segundo a Teoria da Atividade. Cada uma delas foi então descrita em termos de sujeitos, ferramentas, objetivos, comunidade, regras, divisão do trabalho e produto. Esta modelagem foi fundamental para refinar, organizar e comparar os dados brutos coletados.

O passo seguinte foi montar os cenários descrevendo estas atividades. O objetivo aqui era encaixar todos os elementos identificados no Triângulo de Engeström em uma descrição narrativa informal que facilitasse a visualização e entendimento do desenrolar da atividade em questão.

A partir destes cenários, foram identificados os problemas e as necessidades dos usuários e foi construída uma tabela em que as necessidades correspondentes a cada fase da atividade são mostradas (tabela de necessidades dos usuários, [Kujala et al., 2001]).

Os cenários montados, reforçados pelas tabelas de necessidades, geraram *insights* e inspiraram a criação de protótipos de produtos que pudessem encaixar-se nas atividades, permitindo aos usuários melhor realizá-las. O projeto destes produtos tentou ao máximo introduzir as vantagens da tecnologia sem causar as dificuldades de usabilidade e aceitação comuns entre professores. Para isso, os produtos foram projetados de forma a serem o mais independentes possível do professor, minimizando o esforço e trabalho deste último ao adotar tais produtos. A justificativa para esta linha de projeto vem da computação ubíqua (ver Seção 2.1).

Os produtos gerados foram incorporados às atividades, construindo-se três tipos de cenários futuros. O primeiro teve a intenção de fornecer uma visão geral do possível funcionamento e utilização do produto na realização das atividades descritas anteriormente. Os objetivos das atividades não foram alterados, e sim o seu desenrolar para atingir tais objetivos. Este cenário busca ilustrar como a introdução do produto atenderia às necessidades dos usuários. Além disso, ele é acompanhado de um Diagrama de Atividades UML (não confundir os dois conceitos do termo *atividade*: aquele definido pela Teoria da Atividade e aquele usado em UML) que provê a visualização gráfica da atividade descrita, mostrando suas principais etapas e as ligações entre elas.

Além deste cenário futuro “padrão”, foram gerados dois outros tipos de cenários futuros: os cenários caricaturados (cenários positivos e negativos - [Bødker, 2000]). A função dos cenários caricaturados é levar aos extremos as situações de uso dos produtos. O cenário positivo ilustra uma situação tão perfeita que faz até mesmo o leitor mais otimista

parar para pensar, enquanto o cenário negativo enfatiza todos os possíveis problemas que podem vir a ocorrer. Neste trabalho, os cenários caricaturados foram de fundamental importância para a derivação dos requisitos funcionais e não-funcionais do produto. Eles evidenciaram claramente as necessidades que o produto deveria suprir e os problemas que ele estaria passível de sofrer e/ou causar.

O passo seguinte foi, portanto, descrever os requisitos funcionais (acompanhados do um Diagrama de Casos de Uso UML para mostrar graficamente os atores - mais uma vez não confundir os conceitos do termo *ator* usados em Cenários e UML - interagindo com os requisitos e as conexões e dependências entre estes últimos) e os requisitos não-funcionais dos produtos.

Nas seções seguintes, todos os passos do processo aqui descrito são aplicados em duas atividades escolhidas dentre os dados coletados durante a etnografia: **Momento de leitura em grupo** e **Ditado**.

5.2 ATIVIDADES E PROTÓTIPOS

5.2.1 Atividade 1: Momento de leitura em grupo

5.2.1.1 Descrição da atividade segundo a Teoria da Atividade (Modelo do Triângulo de Engeström)

- **Descrição:** Após voltar do recreio, os alunos já sabem que é o momento de repouso e leitura. Cada um pega um livro paradidático na sala ou um que tenha trazido de casa. A professora escolhe um dos livros dos alunos para ler para a turma. Ao final da leitura, professora relaciona aquele livro com outros já lidos antes.
- **Objetivo:** ler um livro paradidático em grupo, estimulando nos alunos o hábito de ler, o gosto e a curiosidade pela leitura.
- **Sujeitos:** Alunos e professora. Os alunos são crianças de 8 anos de idade, de ambos os sexos, pertencentes a famílias de classe média do Recife. As crianças são muito ativas, participativas, curiosas, exigentes, atualizadas, bem-informadas e com alto poder de observação, crítica e retenção de conhecimento. A professora é jovem, também de classe média, com curso superior completo. Ela demonstra interesse, prazer e organização em seu trabalho, oferecendo diversidade de materiais e atividades no decorrer da aula e mantendo os alunos sob controle.
- **Comunidade:** turma de 2ª série (Ensino Fundamental I), de uma escola particular de classe média da cidade do Recife. A turma é composta de 30 alunos. A ansiedade em compartilhar seus conhecimentos com a turma e a professora torna as crianças barulhentas e propensas a quebrar as regras de comportamento em sala de aula. A professora mantém uma postura amigável porém suficientemente autoritária para controlar a turma. A quantidade de alunos impede que a professora dê uma maior atenção individual aos alunos.
- **Divisão do trabalho:** durante a atividade, a professora primeiramente solicita silêncio e atenção da turma. Então ela escolhe um livro, e o lê em voz alta para a

turma, ao mesmo tempo em que tenta manter a atenção de todos os alunos, pedindo novamente silêncio e desencorajando interrupções dos alunos. Os alunos, por sua vez, escutam a leitura do livro e observam, de seus lugares, as gravuras do mesmo. Em alguns momentos, fazem perguntas, interrompem a leitura para contar histórias de que se lembraram, dar opiniões ou fazer comentários sobre o livro.

- **Ferramentas:** livro paradidático (ferramenta técnica), linguagem (ferramenta conceitual).
- **Regras:** regras de comportamento em sala de aula (fazer silêncio, sentar-se corretamente, ouvir e respeitar a professora e os colegas, prestar atenção à atividade, esperar sua vez para falar respeitando a vez do colega, não falar palavrões). As regras já são de conhecimento da comunidade, e as crianças sabem que têm a obrigação de respeitá-las. No entanto, isso não impede que a professora seja constantemente forçada a lembrá-las desta obrigação.
- **Produto:** ao final da atividade, a turma terá conhecimento sobre um novo livro e, possivelmente, um maior interesse e intimidade com a leitura.

5.2.1.2 Cenário atual No roteiro deste cenário, estão referenciadas as necessidades dos usuários identificadas e mostradas na Tabela 5.1, na Seção 5.2.1.3.

- **Atores:** Alunos e professora
- **Ambiente** (*setting*): sala de aula (Figura 5.1) - há um quadro branco na parede, e nas outras paredes da sala há murais e cartazes, com produções anteriores dos alunos, fotos de atividades externas, mapas geográficos, o alfabeto, o esqueleto humano e um calendário. Há também um barbante esticado na parede, no qual estão pendurados vários livros paradidáticos. Em frente ao quadro, estão a mesa e cadeira da professora. Ao lado do quadro, há um armário com materiais de sala de aula como papel, lápis de cor, grampeador, livros do professor, lápis para quadro, cartolina, etc. Junto às outras paredes, há estantes, onde estão: o globo terrestre, um aquário, um aparelho de som, alguns frascos com plantas colhidas para realização de um trabalho de ciências, mais livros paradidáticos, cestas com revistas científicas, dicionários, jogos educativos como dominó matemático, quebra-cabeças, jogos de montagem, e outros materiais educativos como Conjunto Dourado e Escala Cuisinaire. No fundo da sala, há um garrafão de água e copos plásticos. A sala é climatizada, através de dois aparelhos de ar condicionado. Os alunos sentam-se em torno de mesas para quatro ou cinco crianças. Alguns ficam voltados para o quadro, outros ficam de lado, mas nenhum dá as costas ao quadro branco.
- **Roteiro** (*plot*): A turma volta do recreio para o momento de leitura. Os alunos pegam livros paradidáticos e começam a folheá-los, ainda em meio a muito barulho. A professora rapidamente escolhe um dos livros dos alunos e chama a atenção da turma para que todos prestem atenção à história que ela vai ler. Aos poucos os alunos deixam de lado seus livros, em meio a alguns protestos contra o livro

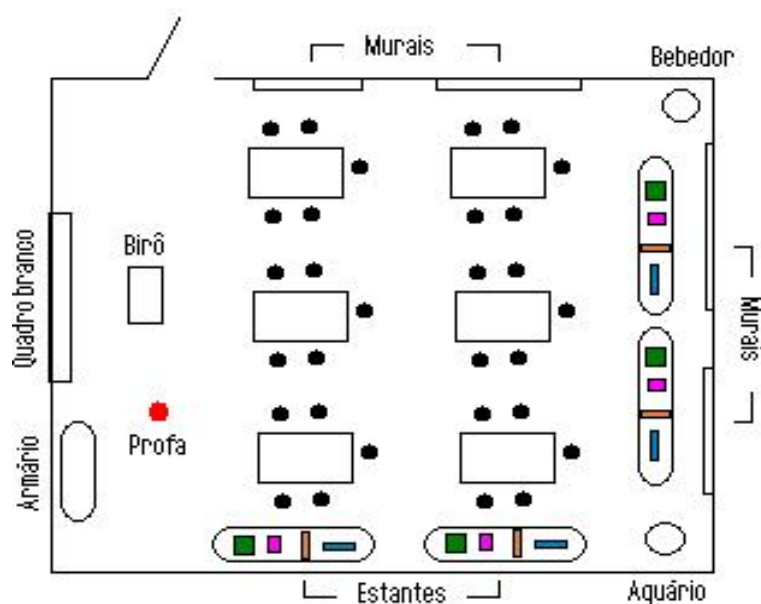


Figura 5.1. Sala de aula da 2ª série

escolhido [NEC 1.1] e pedidos para que os seus próprios livros sejam lidos também [NEC 1.2]. Conseguindo silêncio, a professora se posiciona em um canto da sala e abre o livro à altura de seu rosto, voltando-o o máximo possível para os alunos, mas de forma que ela também possa vê-lo. Os alunos que estão perto da professora têm uma boa visão do livro, outros conseguem apenas ver as figuras maiores, enquanto os mais distantes não conseguem enxergar quase nada [NEC 1.4], ficando apenas com a narração da professora. Nenhum deles reclama, mas vários se distraem [NEC 1.6], folheiam os livros que têm em mãos [NEC 1.3] ou interrompem a narração com comentários sobre diversos assuntos [NEC 1.7]. A professora pede silêncio e continua a leitura [NEC 1.8], sempre com o braço esticado para sustentar o livro, e inclinando-se para conseguir lê-lo, em uma posição bastante incômoda [NEC 1.5]. Ao fim da leitura, a professora pergunta aos alunos que outras histórias já lidas em sala de aula se assemelham àquela história. Os alunos dão várias respostas. O debate é encerrado e a professora pede que todos guardem os livros para que seja iniciada outra atividade. Sem ter tido oportunidade de explorar os livros que tinham escolhido, os alunos obedecem.

5.2.1.3 Necessidades do usuário [Kujala et al., 2001] São mostradas, na Tabela 5.1, as necessidades dos usuários (professora e alunos) derivadas de cada fase na execução da atividade descrita. As necessidades estão rotuladas de acordo com as referências feitas a elas no cenário atual, na Seção 5.2.1.2.

5.2.1.4 Protótipo *Livro Vivo* *Livro Vivo* seria um kit composto de um aparelho projetor, munido também de gravador e auto-falante e um conjunto de livros associados.

Ações	Problemas e possibilidades
Cada aluno pega um livro e professora escolhe um deles para ler.	<ul style="list-style-type: none"> • [NEC 1.1] Alunos protestam contra o livro escolhido. • [NEC 1.2] Alunos pedem que seu livro seja lido também.
Professora pede silêncio e atenção para iniciar a leitura.	<ul style="list-style-type: none"> • [NEC 1.3] Alguns alunos não guardam os livros que tinham escolhido e distraem-se com eles.
Professora lê o livro em voz alta, segurando-o à altura de seu rosto, voltando-o o máximo possível para os alunos.	<ul style="list-style-type: none"> • [NEC 1.4] Alunos não têm uma boa visão do livro (alguns deles identificam as figuras, outros nada vêem, e nenhum deles consegue ler o texto). • [NEC 1.5] Professora cansa da posição incômoda e vai relaxando o braço, o que faz com que os alunos tenham uma visão ainda pior do livro. • [NEC 1.6] Alunos, por não terem uma boa visão do livro, se desconcentram e interrompem a leitura. • [NEC 1.7] Alunos não lêem com a professora, tendo uma função estritamente passiva de apenas escutar a leitura. • [NEC 1.8] Apenas a voz da professora fala por todos os personagens e não há qualquer outro efeito sonoro que ajude na ambientação da história narrada.

Tabela 5.1. Tabela de necessidades do usuário - *Livro Vivo*

O projetor teria um banco de dados com um certo número de livros cadastrados. Para cada livro, ele teria um conjunto de imagens e uma narração gravada associada. O projetor e os livros estariam equipados com a tecnologia de comunicação sem fio *Bluetooth*, que é baseada em idéias da computação ubíqua. Ao ser ligado, o projetor automaticamente procuraria outro dispositivo *Bluetooth* (no caso, um livro) que estivesse cadastrado na sua lista. O livro presente no ambiente seria detectado e o projetor selecionaria em sua base de dados as imagens e gravação correspondentes. Os cantos superiores das páginas do livro seriam sensíveis ao toque e enviariam um sinal ao projetor quando os dedos do manuseador do livro encostassem na área. Para cada página tocada, o projetor mostraria a imagem desta página e reproduziria a gravação associada. Além disso, o aparelho projetor poderia também gravar vozes externas e cada trecho gravado estaria associado a uma página, podendo ser, por sua vez, reproduzido.

Na seção seguinte, o uso do *Livro Vivo* é ilustrado através de um cenário futuro, mostrando como o produto atenderia às necessidades dos usuários, identificadas anteriormente.

5.2.1.5 Cenário futuro No roteiro deste cenário, estão referenciadas as necessidades dos usuários mostradas na Tabela 5.1, na Seção 5.2.1.3. O aparecimento no texto de uma referência (por exemplo, [NEC 1.1]) indica que tal necessidade está sendo atendida.

- **Atores:** Alunos e professora
- **Ambiente (*setting*):** a mesma sala de aula do cenário atual, com a diferença que haveria um projetor posicionado em cima do birô da professora (Figura 5.2).

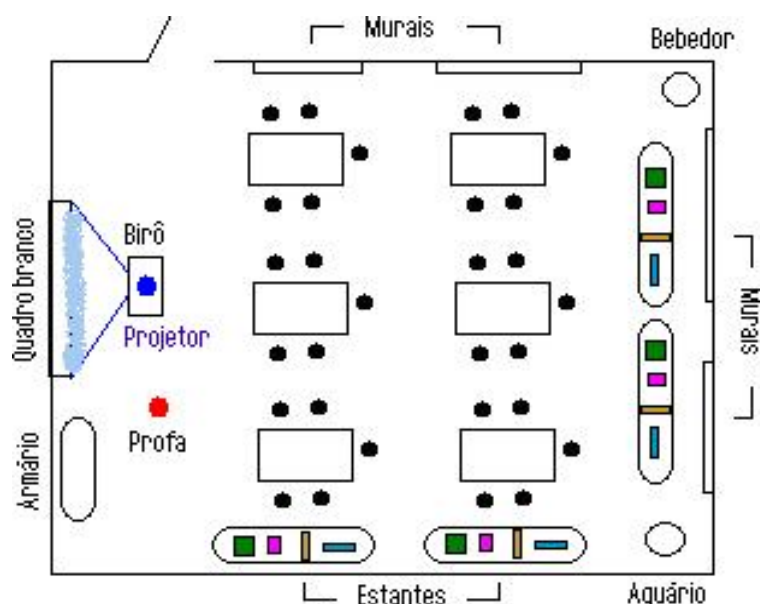


Figura 5.2. Sala de aula da 2ª série com o novo produto

- **Roteiro (*plot*):** A turma volta do recreio para o momento de leitura. Os alunos sabem que só um livro será lido e este já está em poder da professora [NEC 1.1], [NEC 1.2], [NEC 1.3]. Os alunos sentam-se, ainda em meio a muito barulho. A professora pede silêncio e atenção. Aos poucos os alunos se acalmam. A professora liga o projetor que está em cima da sua mesa, voltado para o quadro branco. O projetor automaticamente “procura” (através de rede sem fio) um livro ao seu redor e, ao detectá-lo, projeta a capa do mesmo no quadro, aguardando que uma das páginas seja selecionada. A professora escolhe opção “com narração original” pressionando um botão no projetor. A professora mostra o livro fechado à turma, e quando todos estão prestando atenção, ela abre o livro, voltado para ela [NEC 1.5]. Ao tocar no canto superior da página em que o livro está aberto, a mesma aparece projetada no quadro [NEC 1.4], [NEC 1.6], e uma gravação narra a história do livro [NEC 1.8]. A gravação pára ao fim de cada página e só recomeça quando a professora seleciona uma nova página. A história vai assim sendo contada até o fim. A professora designa então um certo número de alunos para ler as falas dos personagens e do narrador [NEC 1.7]. A professora pressiona, no projetor, a opção “gravar”. Ela recomeça então a passar as páginas do livro, que vão sendo projetadas. Os alunos lêem suas falas, que vão sendo gravadas [NEC 1.7]. Ao fim da leitura, a professora pressiona o botão “com narração gravada”. Ela recomeça a passar as páginas do livro, atividade agora acompanhada pela narração dos próprios alunos. Ao fim da leitura, a professora desliga o projetor e guarda o livro, dando a atividade por encerrada.
- **Diagrama de atividades:** Na Figura 5.3, a seqüência de ações descritas no cenário futuro acima é representada graficamente, fornecendo uma melhor visualização da seqüência das etapas da atividade.

5.2.1.6 Cenários futuros caricaturados [Bødker, 2000] Nos roteiros abaixo, estão referenciados os requisitos do produto, descritos na Seção 5.2.1.7. As referências indicam os pontos de onde foram derivados os requisitos.

- **Cenário positivo (*plus scenario*)**
Roteiro: A turma volta do recreio para o momento de leitura. Os alunos sabem que só um livro será lido e este já está em poder da professora. Os alunos sentam-se, ansiosos para que a atividade seja iniciada, e fazem silêncio. A professora liga o projetor que está em cima da sua mesa, voltado para o quadro branco. O projetor automaticamente “procura” [RF 1.1] (através de rede sem fio) um livro ao seu redor e, ao detectá-lo, projeta a capa do mesmo no quadro, aguardando que uma das páginas seja selecionada. Todos os alunos têm uma boa visão da projeção do livro. A professora escolhe opção “com narração original” [RF 1.3] pressionando um botão no projetor. A professora abre o livro, voltado para ela. Ao tocar no canto superior da página em que o livro está aberto, a mesma aparece projetada no quadro [RF 1.2], e uma gravação narra a história do livro. Além das vozes dos personagens, há também todo um conjunto de efeitos sonoros que prende a atenção dos alunos e ajuda a ambientar a história. A gravação pára ao fim de cada página

e só recomeça quando a professora seleciona uma nova página. A história vai assim sendo contada até o fim. A professora designa então um certo número de alunos para ler as falas dos personagens e do narrador. Há vários voluntários, mas todos aceitam a escolha da professora, sabendo que terão outras oportunidades de participar. A professora pressiona, no projetor, a opção “gravar” [RF 1.4]. Ela recomeça então a passar as páginas do livro, que vão sendo projetadas. Os alunos respeitam sua vez na leitura e ordenadamente lêem as falas dos seus personagens, que vão sendo gravadas [RNF 1.3]. Ao fim da leitura, a professora pressiona o botão “com narração gravada” [RF 1.5]. Ela recomeça a passar as páginas do livro, atividade agora acompanhada pela narração dos próprios alunos, recém-gravada. A narração é clara e em bom volume [RNF 1.3], e todos mostram-se satisfeitos com o resultado e orgulhosos de sua produção. Ao fim da leitura, a professora desliga o projetor e guarda o equipamento, dando a atividade por encerrada. A professora está feliz com o andamento da atividade e faz planos de repeti-la com frequência. A professora percebe a motivação que a tecnologia trouxe aos alunos na atividade de leitura em grupo, permitindo-lhes ter uma participação muito mais ativa e aumentando a sua concentração. Os alunos estão empolgados com a atividade e anseiam pelo próximo livro a ser trabalhado.

- **Cenário negativo** (*minus scenario*)

Roteiro: A turma volta do recreio para o momento de leitura. Os alunos sabem que só um livro será lido e este já está em poder da professora. Os alunos sentam-se, ainda em meio a muito barulho. Alguns aproximam-se do projetor, em cima da mesa da professora, e mexem nos botões, tentando fazê-lo funcionar. A professora tem trabalho em afastar os alunos do equipamento, enquanto pede silêncio e atenção. Aos poucos os alunos acalmam-se. A professora liga o projetor, que está voltado para o quadro branco. O projetor automaticamente “procura” [RF 1.1] (através de rede sem fio) um livro ao seu redor. Há mais de um livro do kit na sala e ambos são detectados. O conflito faz o equipamento travar e a professora é obrigada a reiniciá-lo [RF 1.1]. Os alunos impacientam-se e a professora sai da sala para guardar um dos livros em outro cômodo. As crianças levantam-se, voltam a fazer barulho e a mexer no projetor. A professora volta e precisa conseguir a atenção dos alunos mais uma vez. O projetor agora detecta corretamente o livro e projeta a capa do mesmo no quadro, aguardando que uma das páginas seja selecionada. A professora escolhe opção “com narração original” [RF 1.3] pressionando um botão no projetor. A professora abre o livro, voltado para ela. Ao tocar no canto superior da página em que o livro está aberto, a mesma aparece projetada no quadro [RF 1.2], e uma gravação narra a história do livro. A gravação pára ao fim de cada página e só recomeça quando a professora seleciona uma nova página. Alguns alunos, mais distantes do projetor, reclamam do volume baixo, outros discordam, dizendo-se satisfeitos com o volume [RNF 1.3]. A professora tenta conciliar os pedidos. Em alguns momentos, o toque da professora não é suficiente para o projetor captar o sinal da página, o que deixa a professora nervosa e impaciente [RNF 1.1], [RNF 1.2]. Apesar dos percalços, a história vai sendo contada até o fim. A professora designa

então um certo número de alunos para ler as falas dos personagens e do narrador. A professora pressiona, no projetor, a opção “gravar” [RF 1.4]. Ela recomeça então a passar as páginas do livro, que vão sendo projetadas. Os alunos lêem as falas dos seus personagens, que vão sendo gravadas [RF 1.4]. Acontece dos alunos errarem suas falas, ou falarem por engano fora da sua vez, e a professora precisa repetir a gravação para aquela página. Ao fim da leitura, a professora pressiona o botão “com narração gravada” [RF 1.5]. Ela recomeça a passar as páginas do livro, atividade agora acompanhada pela narração dos próprios alunos. As vozes de alguns alunos não ficam muito nítidas quando reproduzidas, e a turma reclama da pouca clareza da narração [RNF 1.3]. Ao fim da leitura, a professora desliga o projetor e guarda o equipamento, dando a atividade por encerrada. A professora sente-se aliviada com o fim da atividade, que apesar de render bons frutos e deixar os alunos empolgados, é cansativa devido aos eventuais problemas técnicos. Ela ainda se sente insegura para fazer um uso mais freqüente da tecnologia, tendo a impressão de que sempre algo vai dar errado [RNF 1.1], [RNF 1.2].

5.2.1.7 Requisitos do produto

- **Requisitos funcionais**

- [RF 1.1] **Detectar livros:** ao ser ligado, o projetor deve procurar um livro presente no ambiente, em um raio de no máximo 5 metros, e, ao detectá-lo, automaticamente projetar sua capa. Detectando um primeiro livro, a busca deve ser interrompida, para que não haja conflitos. A imagem projetada é perdida no momento em que o livro sai da área de alcance do projetor.
- [RF 1.2] **Enviar sinal e Projetar páginas:** as páginas dos livros devem possuir uma pequena área, no canto superior da folha, sensível ao toque. Ao ser tocada, esta área envia um sinal (correspondente ao número da página) ao projetor, que então mostra a imagem da página no quadro.
- [RF 1.3] **Narrar:** a cada livro cadastrado no banco de dados do projetor, está associada uma gravação, seccionada por páginas do livro, narrando a história. A narração é reproduzida por página, segundo o comando recebido pelo sinal da área da página sensível ao toque.
- [RF 1.4] **Gravar:** o aparelho deve ser capaz de gravar vozes, em trechos associados às páginas do livro. A gravação será feita para a página selecionada pelo toque e uma nova gravação para a mesma página deve anular a gravação anterior.
- [RF 1.5] **Reproduzir gravação:** o aparelho deve ser capaz de reproduzir as gravações feitas, por páginas.

Diagrama de casos de uso: na Figura 5.4 é mostrado o diagrama de casos de uso relativo ao funcionamento do sistema *Livro Vivo*

- **Requisitos não-funcionais**

- **[RNF 1.1] Interface amigável:** é essencial que a professora não encontre dificuldades para lidar com o produto, pois ela não pode ter sua atenção desviada das crianças. Ela deve ser capaz de manusear o equipamento sem perder o controle da aula, nem dedicar demais sua atenção ao aparelho. A interface deve ser a mais simples e sucinta possível, com opções claras e práticas. Deve haver três botões rotulados da seguinte forma: “narração original”, “gravação” e “narração gravada”, que são as três opções oferecidas pelo dispositivo. Além disso, um botão de liga/desliga. Nada mais é necessário como interface para este produto. Os livros devem ter a mesma aparência de um livro comum, apenas com uma discreta demarcação (através de linha pontilhada) da área sensível ao toque em cada página.
- **[RNF 1.2] Tempo de resposta:** um outro fator fundamental para que a professora não perca o controle da aula é o tempo de resposta do sistema. As crianças impacientam-se muito rapidamente, e pedir-lhes que aguardem enquanto o produto não está pronto prejudicaria o andamento da atividade.
- **[RNF 1.3] Eficiência na gravação e reprodução:** O equipamento gravador embutido no projetor deve ser capaz de captar bem vozes a até 5 metros de distância e reproduzi-las também com clareza, fazendo com que a gravação possa ser bem escutada em todos os lugares da sala de aula.

5.2.2 Atividade 2: Ditado

5.2.2.1 Descrição da atividade segundo a Teoria da Atividade (Modelo do Triângulo de Engeström)

- **Descrição:** Como revisão de assunto estudado anteriormente, a professora faz um ditado apenas com palavras que contenham *LH*. Primeiramente, ela informa um número a cada aluno e pede que eles memorizem seu número. Em seguida, a professora dita um número de palavras igual ao número de alunos presentes na sala de aula. Os alunos copiam as palavras em seus cadernos. Ao fim do ditado, cada aluno deve, segundo a ordem estabelecida inicialmente, escrever no quadro branco a palavra correspondente ao seu número, para que toda a turma faça a correção em grupo.
- **Objetivo:** fazer ditado de palavras com *LH*, verificando assim a aprendizagem dos alunos e revisando o conteúdo estudado.
- **Sujeitos:** Alunos e professora. Os alunos são crianças de 9 a 12 anos de idade, de ambos os sexos, pertencentes a famílias de classe baixa do Recife. Várias das crianças têm uma vida difícil e refletem os problemas que trazem de casa em seu comportamento, sendo muito inquietas, barulhentas e agressivas. Elas têm grande dificuldade de concentração e mantêm-se dispersas durante a maior parte do tempo. A professora é jovem, pertencente à classe média, com curso superior completo. Ela demonstra interesse e organização em seu trabalho, oferecendo diversidade de

materiais e atividades no decorrer da aula, porém tem muita dificuldade em manter os alunos sob controle, o que provoca cansaço, desânimo e irritação.

- **Comunidade:** sala de aula de 3ª série (Ensino Fundamental I) de uma escola pública municipal do Recife. A turma é composta de 25 alunos. As regras de comportamento são conhecidas por todos, mas seguidas apenas por poucos. Os alunos desrespeitam os colegas e a professora e em diversos momentos não seguem as atividades propostas. Atitudes como brigas corporais, insultos, gritos e brincadeiras indevidas repetem-se com frequência. A professora esforça-se para manter uma postura amigável na tentativa de envolver os alunos nas atividades, porém em muitos momentos ela se vê obrigada a usar a autoridade e entra em confronto com os alunos. A quantidade de alunos impede que a professora lhes dê atenção individual e os alunos mais inquietos acabam polarizando a atenção da professora. A turma é extremamente desnivelada: há desde alunos ainda não alfabetizados até alunos que já lêem com desenvoltura. Isso gera um grande desafio para a professora, que precisa conciliar as dificuldades de cada um dentro de cada atividade.
- **Divisão do trabalho:** durante a atividade, a professora primeiramente solicita silêncio e atenção à turma. Então, ela diz um número a cada aluno, em sequência. Feito isso ela inicia o ditado, ao mesmo tempo em que tenta manter a atenção de todos os alunos, pedindo novamente silêncio. Os alunos memorizam seus números e copiam em seus cadernos as palavras ditadas pela professora. Após o fim do ditado, a professora coordena a ida de alunos ao quadro para que cada um escreva a palavra correspondente ao seu número. A turma deve corrigir as palavras.
- **Ferramentas:** ferramentas técnicas - quadro branco e lápis para o quadro, cadernos, lápis, revista com vários textos da qual a professora retira as palavras; ferramenta conceitual - linguagem.
- **Regras:** regras de comportamento geral em sala de aula (fazer silêncio, sentar-se corretamente, ouvir e respeitar a professora e os colegas, prestar atenção à atividade, esperar sua vez para falar respeitando a vez do colega, não falar palavrões, não correr na sala de aula, não agredir os colegas) e regras específicas daquela atividade (estar com o caderno aberto na página correta e um lápis à mão, escutar as palavras ditadas e copiá-las no caderno). As regras já são de conhecimento da comunidade e as crianças sabem que têm a obrigação de respeitá-las. No entanto, isso não impede que a professora seja forçada a constantemente lembrá-las desta obrigação, pois são poucos os que seguem as regras.
- **Produto:** ao final da atividade, a turma terá, possivelmente, um maior conhecimento acerca da grafia de várias palavras que são escritas com *LH*.

5.2.2.2 Cenário atual No roteiro deste cenário, estão referenciadas as necessidades dos usuários identificadas e mostradas na Tabela 5.2, na Seção 5.2.2.3.

- **Atores:** Alunos e professora

- **Ambiente** (*setting*): sala de aula - há um quadro branco na parede e nas outras paredes da sala há murais e cartazes, com produções anteriores dos alunos, o alfabeto e listas de palavras agrupadas por semelhanças ortográficas (por exemplo, palavras com NH e LH). Em frente ao quadro, estão a mesa e cadeira da professora. Ao fundo da sala, há duas mesas baixas retangulares, com cadeiras pequenas em volta e uma estante com revistas velhas e livros paradidáticos em mau estado. Há dois ventiladores nas paredes da sala. Os alunos sentam-se em bancas individuais, todos voltados para o quadro branco, em fileiras mal organizadas.
- **Roteiro** (*plot*): Após uma atividade de compreensão de texto, a professora anuncia que fará um ditado. Ela pede que os alunos peguem seus cadernos e lápis. Os alunos levam muito tempo para ficarem prontos, pois muitos deles sequer escutam as ordens da professora [NEC 2.1]. A professora faz questão de que todos os alunos estejam com caderno e lápis à mão para iniciar o ditado. Alguns alunos são obrigados a esperar aproximadamente 10 minutos até que os outros parem de brincar ou brigar e sigam as instruções da professora. Vários impacientam-se e, de lápis na mão, pedem para a professora iniciar logo o ditado [NEC 2.2]. Antes de começar, a professora explica que atribuirá um número a cada aluno e que eles devem memorizá-lo para posteriormente escreverem no quadro a palavra ditada correspondente àquele número. A professora vai atribuindo números aos alunos sequencialmente, de acordo com suas posições na sala. Quando todos os alunos receberam números, a professora pega uma revista em cima de sua mesa e, abrindo-a aleatoriamente, começa a ditar palavras que contenham *LH*. O comportamento dos alunos é diverso: alguns prestam atenção e escrevem as palavras com facilidade e muito rapidamente [NEC 2.3], outros copiam do caderno do vizinho por não saberem escrever sós [NEC 2.4], outros ainda olham para o vazio ou brincam com colegas e não seguem a atividade [NEC 2.5]. A professora tem muita dificuldade em verificar se todos os alunos estão engajados na atividade. Ela não consegue silêncio e em certo momento é obrigada a interromper o ditado para retirar um aluno da sala [NEC 2.6].

A professora dita um número de palavras igual ao número de alunos da sala. Ao fim do ditado, a professora pede que o aluno com o número 1 vá ao quadro escreva a sua palavra. Ela repete o procedimento para todos os alunos. Alguns deles não lembram de seu número [NEC 2.7] ou não sabem qual a palavra correspondente [NEC 2.8]. A professora recorre aos alunos mais atentos, perguntando-lhes que palavra deve ser escrita por cada aluno. Alguns alunos não conseguem escrever sozinhos [NEC 2.9], e a professora precisa segurar suas mãos e escrever junto com eles, ou soletrar a palavra. Alguns alunos com mais facilidade impacientam-se e ridicularizam os colegas [NEC 2.10]. Grande parte da turma não presta atenção às palavras que vão sendo escritas no quadro [NEC 2.11].

Depois que todos os alunos escreveram suas palavras no quadro, a professora dá a atividade por encerrada e a turma é liberada.

5.2.2.3 Necessidades do usuário [Kujala et al., 2001] São mostradas, na Tabela 5.2, as necessidades dos usuários (professora e alunos) derivadas de cada fase na execução da atividade descrita. As necessidades estão rotuladas de acordo com as referências feitas a elas no cenário atual, na Seção 5.2.2.2.

5.2.2.4 Protótipo *Ditakit* *Ditakit* seria um kit com dois tipos de aparelhos: um projetado para o professor e outro projetado para o aluno, cada um acompanhado de uma caneta especial. Ambos teriam uma tela de aproximadamente 20 centímetros de largura por 25 centímetros de altura, sensível a interação com a caneta apropriada. Os aparelhos seriam dotados de tecnologia *Bluetooth*.

O *Ditakit aluno* teria sua tela dividida em vinte células (dez linhas, duas colunas). Ao lado de cada célula (nas partes laterais exteriores da tela) haveria dois botões: um para apagar o seu conteúdo (“apagar”) e outro para ouvir de novo a palavra correspondente (“repetir”). Abaixo da tela, haveria três botões: “liga/desliga”, “ditado” e “acabei”. O aparelho teria auto-falante e entrada para fone de ouvido. O *Ditakit professor* teria apenas um botão “liga/desliga” e não haveria divisões na tela.

O *Ditakit* funcionaria da seguinte forma: a professora ligaria seu aparelho, que mostraria na tela as seguintes opções: “criar ditado”, “disponibilizar ditado” (para todos ou para aparelhos selecionados) e “analisar resultados”. Selecionando a primeira opção com a caneta, a professora teria então de optar entre “escolher categoria”, “capturar palavras” e “escrever palavras”. No primeiro caso, ela poderia escolher palavras do banco de dados do produto (selecionando primeiramente uma categoria de palavras - palavras com *LH*, por exemplo - e então palavras de uma lista). No segundo caso, o aparelho buscaria as palavras em outro equipamento *Bluetooth* - como um computador pessoal ou um *laptop* - onde estaria o arquivo desejado. Finalmente, a professora poderia optar por simplesmente escrever ela mesma as palavras desejadas. Dessa forma, seria montado um ditado que ficaria armazenado sob um nome por ela escolhido. A professora então poderia disponibilizar este ditado como dado passível de ser capturado pelos aparelhos *Ditakit aluno*, os quais estariam cadastrados no *Ditakit professor*. Cada *Ditakit aluno* poderia ser cadastrado no *Ditakit professor* sob o nome de um aluno. Este aluno seria o “dono provisório” daquele aparelho (durante aquele ano ou semestre, digamos). O aparelho seria identificado através de uma etiqueta com o nome do aluno e com isso a professora poderia manter o histórico de atividades de cada aluno e identificar grupos de alunos para receber diferentes ditados.

Ao ligar seu *Ditakit*, o aluno precisaria apenas esperar que o aparelho capturasse o ditado. Ele deveria então pressionar o botão “ditado” para começar a ouvir as palavras, escrevendo cada uma na célula correspondente, com a caneta apropriada. Ao perder uma palavra, o aluno deveria pular uma célula, deixando-a vazia. O ditado seria feito todo de uma vez sem interrupções, mas ao final o aluno poderia ouvir de novo cada palavra individualmente, pressionando os botões “repetir” ao lado das células desejadas. Ele poderia apagar e reescrever palavras. Quando estivesse satisfeito, o aluno pressionaria o botão “acabei” - com isso o seu trabalho seria enviado ao *Ditakit professor*.

A professora iria sendo notificada sempre que um novo resultado de um aluno chegasse. Ela poderia acessar a lista de trabalhos recebidos e ir analisando os mesmos um a um,

Ações	Problemas e possibilidades
A professora pede que os alunos peguem caderno e lápis.	<ul style="list-style-type: none"> • [NEC 2.1] Alunos não prestam atenção ou não atendem à solicitação da professora, levando muito tempo para se organizarem. • [NEC 2.2] Alunos mais disciplinados ficam prontos e impacientes para começar a atividade.
Professora faz o ditado.	<ul style="list-style-type: none"> • [NEC 2.3] Aqueles alunos que já sabem escrever acham o ritmo da atividade lento e têm que esperar muito entre uma palavra ditada e outra. • [NEC 2.4] Alguns alunos não sabem escrever as palavras e copiam dos colegas. • [NEC 2.5] Alguns alunos não acompanham a atividade, distraíndo-se com os colegas e atrapalhando o andamento do ditado. • [NEC 2.6] A professora tem dificuldade em manter o silêncio, precisa gritar as palavras e interromper o ditado para controlar os alunos.
Professora pede que os alunos venham ao quadro um a um e escrevam suas palavras.	<ul style="list-style-type: none"> • [NEC 2.7] Alguns alunos não lembram de seus números. • [NEC 2.8] Alguns alunos não sabem qual a palavra que devem escrever. • [NEC 2.9] Alguns alunos não sabem escrever as palavras. • [NEC 2.10] Alguns alunos com mais facilidade se impacientam e ridicularizam os colegas. • [NEC 2.11] A turma não presta atenção.

Tabela 5.2. Tabela de necessidades do usuário - *Ditakit*

selecionando uma opção de acordo com a próxima tarefa daquele aluno: corrigir o trabalho (essa opção faria com que o *Ditakit aluno* ressaltasse de vermelho as palavras incorretas para que o aluno as revisasse) ou disponibilizar novo ditado (neste caso o *Ditakit aluno* limparia a tela e capturaria outro ditado).

O *Ditakit professor* armazenaria o histórico de atividades para cada aluno, para análise posterior pela professora.

Na seção seguinte, o uso do *Ditakit* é ilustrado através de um cenário futuro, mostrando como o produto atenderia às necessidades dos usuários, identificadas anteriormente.

5.2.2.5 Cenário futuro No roteiro deste cenário, estão referenciadas as necessidades dos usuários mostradas na Tabela 5.2, na Seção 5.2.2.3. O aparecimento no texto de uma referência (por exemplo, [NEC 2.1]) indica que tal necessidade está sendo atendida.

- **Atores:** Alunos e professora
- **Ambiente** (*setting*): a mesma sala de aula do cenário atual, com a diferença que a professora e cada aluno terão um *Ditakit* em cima de sua banca.
- **Roteiro** (*plot*): Após uma atividade de compreensão de texto, a professora anuncia que fará um ditado. Ela distribui os aparelhos *Ditakit* para os alunos, volta à sua mesa e liga o seu aparelho. Como a turma é desnivelada, a professora preparou, antes da aula, três versões de ditados para diferentes grupos de alunos [NEC 2.4], [NEC 2.5]. Ela pede que todos liguem seus aparelhos. Os alunos pressionam o botão para ligar o *Ditakit* e colocam os fones de ouvido [NEC 2.5]. A professora seleciona com a caneta a opção “disponibilizar ditado” e em seguida escolhe um dos ditados já criados. O *Ditakit* mostra então a lista de alunos e a professora seleciona aqueles que devem receber aquele ditado. Ela repete o procedimento para os outros grupos e anuncia que a turma já pode iniciar o trabalho [NEC 2.1], [NEC 2.2]. Os alunos pressionam o botão “ditado” e vão escrevendo na tela as palavras que escutam [NEC 2.5], [NEC 2.6].

A professora circula pela classe, certificando-se de que todos os alunos estão engajados na atividade e observando seu trabalho [NEC 2.6]. Os alunos sabem que o ditado será feito sem interrupções e alguns esforçam-se para concentrarem-se e não perderem as palavras [NEC 2.5]. Outros distraem-se e não conseguem escrever todas as palavras.

Aos poucos, os alunos vão acabando o ditado e pressionando o botão “acabei” para enviar o resultado à professora [NEC 2.3], [NEC 2.7], [NEC 2.8], [NEC 2.10]. Esta volta à sua mesa e passa a analisar os trabalhos recebidos. Ao encontrar erros em um trabalho, a professora seleciona a opção “corrigir”, e o *Ditakit aluno* correspondente resalta em vermelho as palavras incorretas [NEC 2.7], [NEC 2.8], [NEC 2.10]. O aluno então tenta corrigir tais palavras, apagando-as e escutando-as novamente. Para os alunos que não apresentaram dificuldades, a professora seleciona um outro ditado que é enviado aos aparelhos destes alunos individualmente [NEC 2.3],[NEC 2.10],[NEC 2.11].

Quando esgota-se o tempo definido para a atividade ou quando a professora está satisfeita com os resultados de todos os alunos, ela recolhe todos os aparelhos e passa para outra atividade. Ela pode usar o histórico registrado em seu *Ditakit* para elaborar os próximos ditados ou outras atividades para a turma, identificando as deficiências dos alunos.

- **Diagrama de atividades:** Na Figura 5.5, a seqüência de ações descritas no cenário futuro acima é representada graficamente, fornecendo uma melhor visualização da seqüência das etapas da atividade.

5.2.2.6 Cenários futuros caricaturados [Bødker, 2000] Nos roteiros abaixo, estão referenciados os requisitos do produto, descritos na Seção 5.2.2.7. As referências indicam os pontos de onde foram derivados os requisitos.

- **Cenário positivo** (*plus scenario*)

Roteiro: Após uma atividade de compreensão de texto, a professora anuncia que fará um ditado. Ela distribui os aparelhos *Ditakit* para os alunos [RF 2.5], volta à sua mesa e liga o seu aparelho. Como a turma é desnivelada, a professora preparou, antes da aula, três versões de ditados para diferentes grupos de alunos [RF 2.3],[RF 2.4]. Ela pede que todos liguem seus aparelhos. Os alunos pressionam o botão para ligar o *Ditakit* e colocam os fones de ouvido. A professora seleciona com a caneta a opção “disponibilizar ditado” [RF 2.5] e em seguida escolhe um dos ditados já criados. O *Ditakit* mostra então a lista de alunos e a professora seleciona aqueles que devem receber aquele ditado [RF 2.5]. Os alunos aguardam em silêncio. A professora repete o procedimento para todos os grupos que ela definiu e, então, anuncia que a turma já pode iniciar o trabalho. Os alunos pressionam o botão “ditado” [RF 2.10] e vão escrevendo na tela as palavras que escutam [RF 2.1].

A professora circula pela classe, certificando-se de que todos os alunos estão engajados na atividade e observando seu trabalho. Os alunos sabem que o ditado será feito sem interrupções, por isso fazem silêncio e concentram-se para não perder as palavras. Cada aluno trabalha satisfeito com o seu *Ditakit*, mantendo-o adequadamente em cima da banca e manuseando corretamente a caneta.

Aos poucos, os alunos vão acabando o ditado e pressionando o botão “acabei” [RF 2.2], [RF 2.13] para enviar o resultado à professora [RF 2.14]. Esta volta à sua mesa e passa a analisar os trabalhos recebidos [RF 2.7], [RF 2.8]. Os alunos que terminaram esperam, sentados e em silêncio, a resposta da professora. Ao encontrar erros em um trabalho, a professora seleciona a opção “corrigir” [RF 2.6], e o *Ditakit aluno* correspondente resalta em vermelho as palavras incorretas [RF 2.15]. O aluno imediatamente percebe e então tenta corrigir tais palavras, apagando-as [RF 2.11] e escutando-as novamente [RF 2.12]. Para os alunos que não apresentaram dificuldades, a professora seleciona um outro ditado que é enviado aos aparelhos destes alunos individualmente. Estes começam o novo trabalho, satisfeitos com seus resultados.

Quando esgota-se o tempo definido para a atividade ou quando a professora está satisfeita com os resultados de todos os alunos, ela recolhe todos os aparelhos e passa para outra atividade. Ela pode usar o histórico registrado em seu *Ditakit* [RF 2.9] para elaborar os próximos ditados ou outras atividades para a turma, identificando as deficiências dos alunos. A professora mostra-se extremamente satisfeita com o uso do *Ditakit*, pois com isso ela pode acompanhar melhor cada aluno individualmente. A professora não sente dificuldade em utilizar a nova tecnologia [RNF 2.1], [RNF 2.2] e acredita que seu trabalho se tornou mais prático e menos cansativo e que os alunos estão mais interessados e rendendo muito mais [RNF 2.1],[RNF 2.2]. Com o *Ditakit*, os alunos podem seguir seu próprio ritmo, sem que nenhum deles seja forçado a render aquém do que é capaz, nem seja ridicularizado por não atingir o mesmo nível dos colegas. Os alunos sentem-se mais confiantes e interessados em realizar a atividade corretamente.

- **Cenário negativo** (*minus scenario*)

Roteiro: Após uma atividade de compreensão de texto, a professora anuncia que fará um ditado. Ela distribui os aparelhos *Ditakit* para os alunos [RNF 2.5], volta à sua mesa e liga o seu aparelho. Os alunos pressionam os botões aleatoriamente e sem cuidado, divertindo-se em testar o aparelho [RNF 2.4]. Como a turma é desnivelada, a professora preparou, antes da aula, três versões de ditados para diferentes grupos de alunos [RF 2.3]. Ela pede que todos liguem seus aparelhos. Os alunos pressionam o botão para ligar o *Ditakit* e colocam os fones de ouvido. Alguns aparelhos, que já sofreram danos, não respondem [RNF 2.4]. Os alunos reclamam enquanto a professora sugere que alguns deles trabalhem em duplas [RNF 2.4]. Os alunos recusam-se inicialmente a aceitar a sugestão e exigem um *Ditakit* que funcione. A professora explica que não há outros aparelhos e que os alunos deveriam ser mais cuidadosos [RNF 2.4]. Finalmente a professora consegue que todos os alunos se acomodem e, voltando ao seu *Ditakit*, seleciona com a caneta a opção “disponibilizar ditado” [RF 2.5]. Em seguida, escolhe um dos ditados já criados [RF 2.3], [RF 2.4]. O *Ditakit* mostra então a lista de alunos e a professora seleciona aqueles que devem receber aquele ditado [RF 2.5]. Os alunos se impacientam enquanto esperam e alguns continuam mexendo no aparelho, passando a caneta na tela repetidamente e pressionando os botões [RNF 2.1], [RNF 2.2]. A professora escolhe os ditados de cada grupo por ela definido e então anuncia que a turma já pode iniciar o trabalho. Os alunos pressionam o botão “ditado” [RF 2.10] e vão escrevendo na tela as palavras que escutam [RF 2.1].

A professora circula pela classe, certificando-se de que todos os alunos estão engajados na atividade e observando seu trabalho. Alguns alunos fazem barulho, imitando as palavras que ouvem por acharem a gravação feia ou engraçada [RNF 2.3], ou brincando uns com os outros. Outros alunos reclamam que não conseguem ouvir o seu ditado [RNF 2.3]. A professora pede silêncio, tentando controlar os alunos e fazer com que eles manuseiem corretamente o equipamento [RNF 2.4].

Aos poucos, os alunos vão acabando o ditado e pressionando o botão “acabei” [RF 2.2], [RF 2.13] para enviar o resultado à professora [RF 2.14]. Esta volta à

sua mesa e passa a analisar os trabalhos recebidos [RF 2.7], [RF 2.8]. Os alunos que terminaram saem de seus lugares e fazem barulho [RNF 2.1], [RNF 2.2]. A professora tenta manter todos sentados ao mesmo tempo que analisa os trabalhos [RNF 2.1], [RNF 2.2]. Ao encontrar erros em um trabalho, a professora seleciona a opção “corrigir” [RF 2.6], e o *Ditakit aluno* correspondente resalta em vermelho as palavras incorretas [RF 2.15]. Alguns alunos não recebem os resultados em seu *Ditakit* e a professora não sabe qual o problema, e tenta repetir a operação. Isso atrasa o processo e os outros alunos impacientam-se. Alguns dos alunos que receberam a resposta da professora tentam corrigir seus erros [RF 2.11], [RF 2.12], mas outros não seguem a atividade. A professora está ocupada demais com suas tarefas no *Ditakit* para controlar os alunos [RNF 2.1], [RNF 2.2]. Para os alunos que não apresentaram dificuldades, a professora seleciona um outro ditado que é enviado aos aparelhos destes alunos individualmente.

Quando esgota-se o tempo definido para a atividade, a professora recolhe todos os aparelhos e passa para outra atividade. Ela pode usar o histórico registrado em seu *Ditakit* [RF 2.9] para elaborar os próximos ditados ou outras atividades para a turma, identificando as deficiências dos alunos. A professora mostra-se um tanto nervosa com o uso do *Ditakit*, pois ela acha difícil controlar os alunos de forma que eles usem o produto sem danificá-lo [RNF 2.4] e realizem as atividades apropriadamente. Os alunos não têm cuidado ao manusear o produto [RNF 2.4] e reagem muito mal a qualquer defeito apresentado, reclamando da tecnologia e recusando-se a aceitar as alternativas propostas pela professora. Os problemas técnicos atrapalham muito o andamento da atividade e o aparelho acaba exigindo demais a atenção da professora, que para conseguir fazer seu trabalho tem que gastar muita energia dividindo-se entre a tecnologia e os alunos. Há problemas decorrentes do uso da tecnologia que fogem ao controle da professora, deixando-a sem saída. A professora às vezes pensa se não seria mais fácil continuar com o ditado tradicional, sobre o qual ela tem mais controle [RNF 2.1] e que não depende de nada mais que lápis e caderno.

5.2.2.7 Requisitos do produto

- **Requisitos funcionais - *Ditakit professor* e *Ditakit aluno***

- [RF 2.1] **Reagir ao toque da caneta:** a tela de ambos os *ditakits* deve ser sensível ao toque da caneta que faz parte do kit.
- [RF 2.2] **Reconhecer caracteres:** o *Ditakit* deve ser munido de um software de reconhecimento de caracteres capaz de “ler” as palavras escritas na tela. Ou seja, o software deve decodificar os traços feitos na tela, para que possam ser tratados como conjuntos de letras codificadas em ASCII - para que sejam mostrados posteriormente na tela como palavras que tivessem sido escritas através de um teclado ou para que possam ser comparadas (para correção do ditado) com as palavras do banco de dados escolhidas pela professora.

- **Requisitos funcionais - *Ditakit professor***

- [RF 2.3] **Montar ditado:** o usuário deve ter três opções para inserir palavras em um ditado - escrevê-las à mão, selecioná-las do banco de dados do *Ditakit* e buscá-las em outro equipamento *Bluetooth* cadastrado.
- [RF 2.4] **Manipular ditados:** o usuário deve poder salvar os ditados que cria, assim como modificá-los posteriormente e excluí-los.
- [RF 2.5] **Disponibilizar ditado:** os ditados criados devem poder ser disponibilizados na rede *Bluetooth* para captura pelos *Ditakit aluno* cadastrados. Esta disponibilização pode ser para todos, para grupos de aparelhos ou para um aparelho particular apenas.
- [RF 2.6] **Enviar retorno ao aluno:** o *Ditakit professor* deve ter uma opção para enviar ao *Ditakit aluno* que enviou um trabalho com erros uma ordem para ressaltar as palavras erradas na tela.
- [RF 2.7] **Receber resultados do aluno:** o *Ditakit professor* deve capturar os trabalhos enviados pelos aparelhos dos alunos.
- [RF 2.8] **Exibir resultados do aluno:** os trabalhos recebidos dos alunos devem ser organizados em uma lista e exibidos na tela.
- [RF 2.9] **Registrar histórico do aluno:** cada aluno deve estar associado a um aparelho cadastrado no *Ditakit professor* e deve ter um histórico de suas atividades.

- **Requisitos funcionais - *Ditakit aluno***

- [RF 2.10] **Recitar ditado:** o aparelho deve ser dotado de um software que transforme texto em voz (*text to speech*) para ser capaz de recitar qualquer palavra do ditado.
- [RF 2.11] **Apagar palavras:** o conteúdo de cada célula da tela deve poder ser apagado, pressionando-se um botão associado à célula.
- [RF 2.12] **Repetir palavras:** a palavra do ditado que deve ser escrita em cada célula deve poder ser escutada individualmente, pressionando-se um botão associado à célula.
- [RF 2.13] **Gerar relatório do aluno:** quando o aluno pressionar o botão indicando que terminou o ditado, o *Ditakit* deve “ler” as palavras escritas e criar um relatório com o resultado da tarefa do aluno.
- [RF 2.14] **Enviar relatório do aluno:** imediatamente após ser gerado, o relatório do aluno deve ser automaticamente enviado ao *Ditakit professor*.
- [RF 2.15] **Exibir erros do aluno:** ao receber o sinal apropriado do *Ditakit professor*, o *Ditakit aluno* deve ressaltar em vermelho as palavras que o aluno escreveu erradas.

Diagrama de casos de uso: na Figura 5.6 é mostrado o diagrama de casos de uso relativo aos aparelhos *Ditakit*. Os atores *Professor* e *Aluno* foram omitidos por questões de apresentação. O Professor realizaria os casos de uso implementados pelo *Ditakit professor*, ao interagir com ele; o mesmo ocorre no caso do Aluno.

- **Requisitos não-funcionais**

- **[RNF 2.1] Interface amigável:** é essencial que a professora não encontre dificuldades para lidar com o produto, pois ela não pode ter sua atenção desviada das crianças. Ela deve ser capaz de manusear o equipamento sem perder o controle da aula, nem ter que dedicar demais sua atenção ao aparelho. Da mesma forma, os alunos também não podem sentir dificuldades em interagir com o produto, pois isso acrescentaria um obstáculo à realização da atividade inexistente anteriormente. Além disso, os alunos devem ter o mínimo de opções possíveis no seu aparelho para não se distanciarem do seu objetivo. Em resumo, a interface deve ser a mais simples e sucinta possível, com opções claras e práticas.
- **[RNF 2.2] Tempo de resposta:** um outro fator fundamental para que a professora não perca o controle da aula é o tempo de resposta do sistema. As crianças impacientam-se muito rapidamente e quanto mais imediata for a resposta do sistema, menor a probabilidade delas se dispersarem.
- **[RNF 2.3] Eficiência na recitação:** as palavras do ditado devem ser reproduzidas com clareza e com uma voz o mais natural possível, de forma que os alunos não tenham dificuldade para compreendê-las.
- **[RNF 2.4] Resistência:** por ser um produto projetado para crianças, o *Ditakit* deve ser o mais resistente possível a quedas. A tela deve resistir bem a atritos exagerados da caneta do kit e outros instrumentos que possam vir a ser “testados” pelos alunos.
- **[RNF 2.5] Portabilidade:** o *Ditakit* será constantemente deslocado do armário para as bancas dos alunos e de volta para os armários. A professora não deve encontrar dificuldades neste processo, portanto os aparelhos devem ser leves e fáceis de serem transportados.

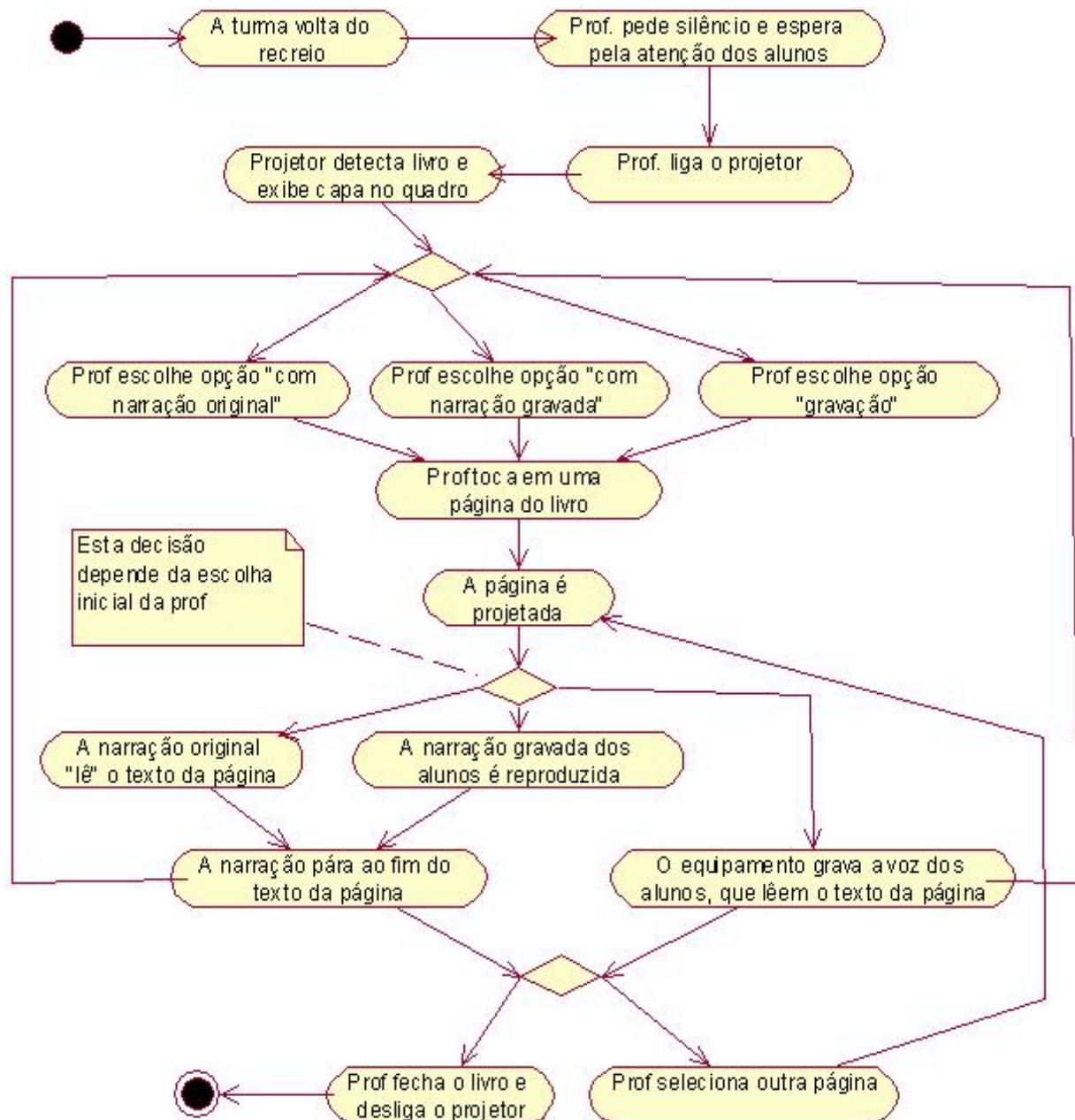


Figura 5.3. Diagrama de atividades do sistema *Livro Vivo*

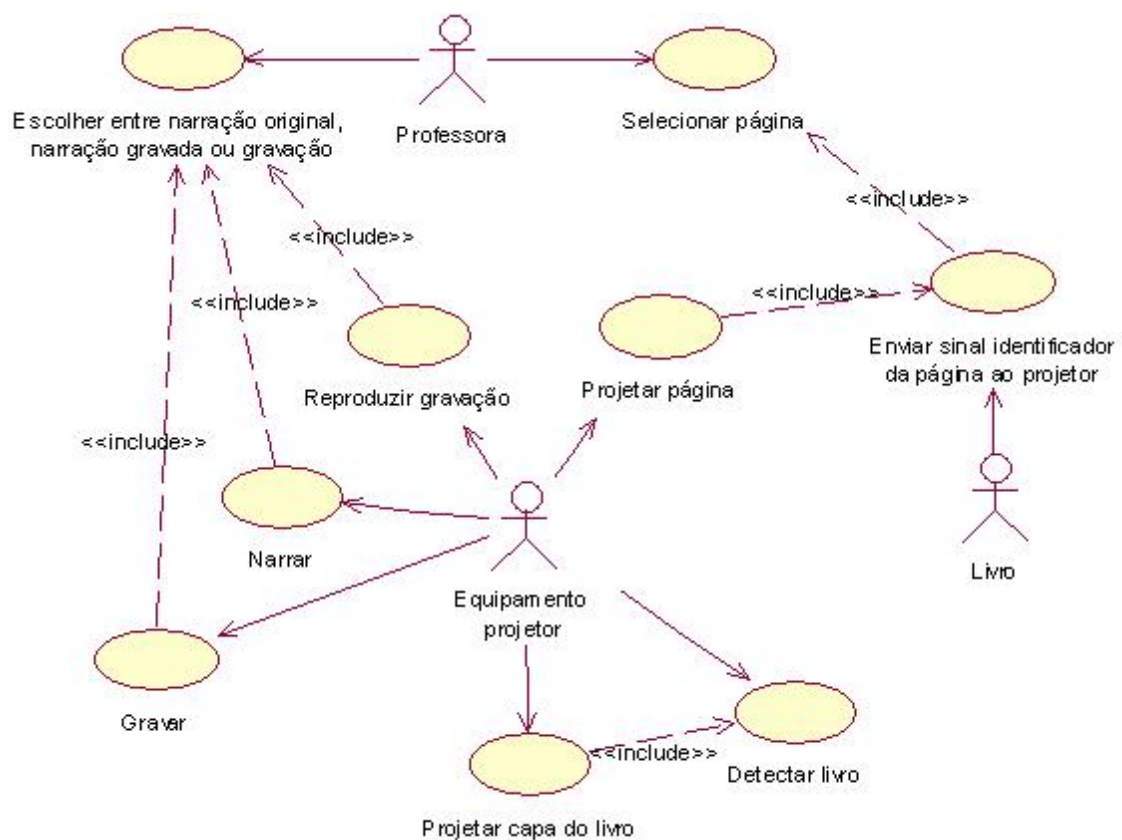


Figura 5.4. Diagrama de casos de uso do sistema *Livro Vivo*

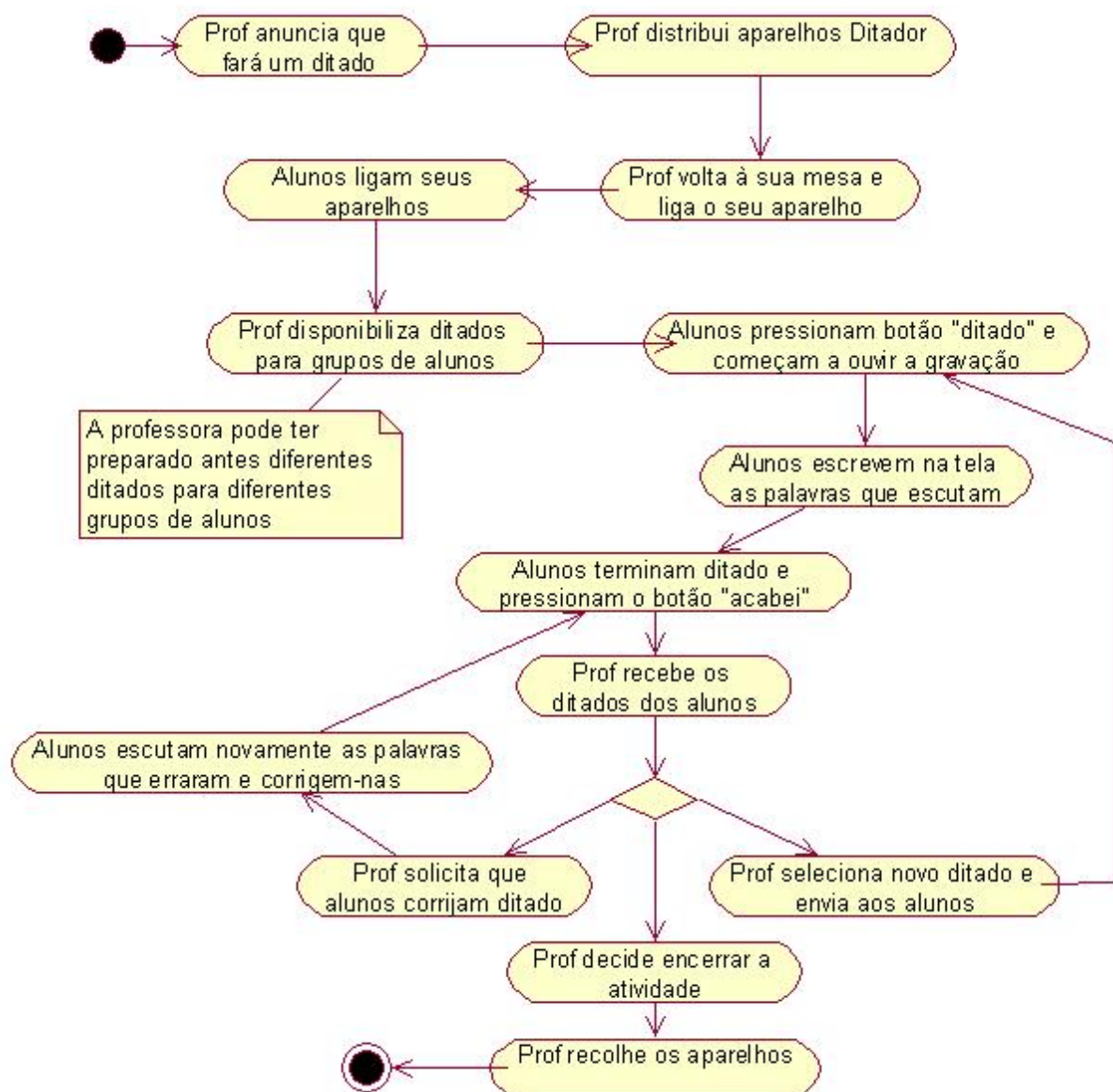


Figura 5.5. Diagrama de atividades do sistema *Ditakit*

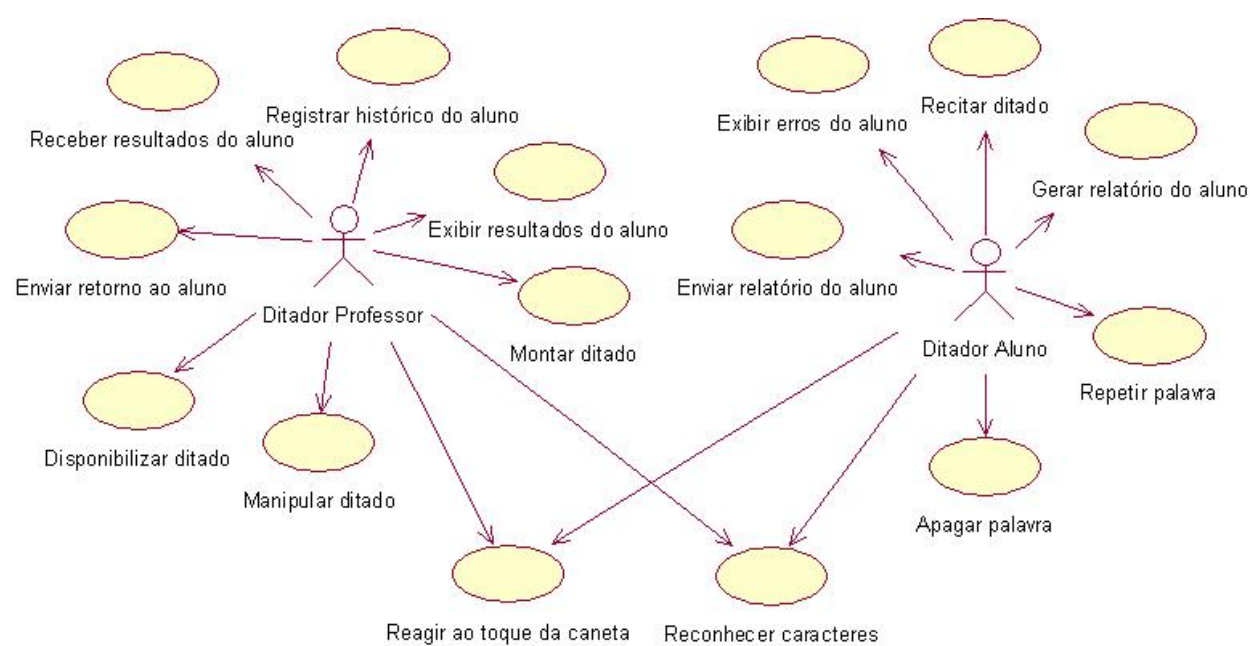


Figura 5.6. Diagrama de casos de uso do sistema *Ditakit*

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

As pessoas grandes têm idéias pré-estabelecidas e nunca imaginam que possa existir alguma coisa além daquilo que já sabem. De vez em quando, surge um cavalheiro que revela um pedaço do desconhecido. Começam por lhe rir na cara. Algumas vezes, levam-no para a cadeia (...). Mais tarde, quando descobrem que ele tinha razão e já está morto, erguem-lhe uma estátua. É o que se chama um gênio.

—MAURICE DRUON (O menino do dedo verde)

Este trabalho teve como objetivo propor artefatos tecnológicos educacionais a serem usados em sala de aula como ferramentas de auxílio e complementação no processo de ensino-aprendizagem, introduzindo a computação nas escolas de forma diferente dos tradicionais computadores pessoais.

A metodologia empregada no desenvolvimento deste projeto revelou-se eficiente para gerar *insights* que levassem à idealização de inovações tecnológicas a serem usadas em salas de aula no Ensino Fundamental.

A primeira fase do projeto, em que foi realizada a etnografia, foi prejudicada por alguns problemas tais como: a equipe de pesquisa de campo reduzida a uma única pessoa (o que impediu uma maior rapidez na coleta de dados), formalidades burocráticas para ter acesso às salas de aula (o que atrasou o início das observações) e coincidência do início do semestre universitário com as férias escolares (o que interrompeu a fase etnográfica prematuramente).

Apesar disso, os dados coletados permitiram ilustrar o *framework* montado pelos autores em dois exemplos concretos.

A metodologia empregada foi baseada, antes de tudo, na Teoria da Atividade, amplamente discutida por pesquisadores da área de Interface Humano-Máquina ([Nardi, 2001], [Bellamy, 2001], [Kaptelinin, 2001], [Kuutti, 2001] e [Mwanza, 2000]), como um referencial teórico válido para o desenvolvimento de sistemas interativos. A Teoria da Atividade permite organizar e visualizar (particularmente através do Triângulo de Engeström [Engeström, 1987]) os dados coletados através da etnografia, organizando-os em unidades básicas denominadas **atividades**.

A Teoria da Atividade mostrou-se adequada para servir de suporte a este trabalho. A partir da modelagem feita baseada em seus conceitos, foram montados cenários das situações correntes observadas em sala de aula, que permitiram identificar as necessidades dos usuários [Kujala et al., 2001] e idealizar inovações que as satisfizessem.

A técnica de cenários foi também utilizada para a visualização do desenrolar das atividades modeladas com a introdução dos produtos criados. Através de caricaturas

[Bødker, 2000], foi possível capturar detalhadamente os requisitos que o produto deveria ter.

Foram feitos também diagramas UML, a saber, diagramas de atividades e diagramas de casos de uso, para fornecer representações gráficas da seqüência de etapas das atividades e dos requisitos do sistema, respectivamente.

O presente trabalho foi encerrado na definição de requisitos dos produtos idealizados. Trabalhos futuros incluem a realização de testes de usabilidade que verifiquem as suposições feitas na elaboração dos cenários futuros. Em outras palavras, faz-se necessário voltar à realidade de sala de aula para solidificar as visões sobre as possibilidades de uso e aceitação das inovações idealizadas.

Além disso, seria essencial fazer uma análise de custos e viabilidade para o desenvolvimento dos produtos. A tecnologia *Bluetooth*, escolhida no projeto, deve ser confrontada com outras alternativas tecnológicas. Questões a respeito de custos, vantagens e desvantagens de cada possibilidade podem mesmo levar a sérias reformulações na concepção dos produtos.

A preocupação com análise de custos, mercado e diferentes alternativas para a prototipação dos produtos não foi levada em consideração neste trabalho, mas é considerada indispensável em uma possível continuação do mesmo.

As observações da rotina de sala de aula nas escolas recifenses e as conversas informais com as professoras revelaram existir um grande espaço no processo ensino-aprendizagem para a introdução de inovações tecnológicas. Cada vez mais, acredita-se no poder motivador e desafiador da computação na educação. Porém, a ansiedade das escolas por novidades é ainda limitada à visão de softwares a serem usados nos laboratórios de informática. Mostrar às escolas e à sociedade em geral como a computação pode ser aproveitada de outras formas através de exemplos concretos de produtos gerados de acordo com as necessidades derivadas de situações reais é o grande objetivo do projeto iniciado com este trabalho.

Assinaturas

Alex Sandro Gomes

Taciana Pontual da Rocha Falcão

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Arnal, 2003] Arnal, L. (2003). Un Big Brother en tu casa. Revista Expansión, México.
- [Bellamy, 2001] Bellamy, R. K. E. (2001). Designing educational technology: Computer-mediated change. In Nardi, B. A., editor, *Activity Theory and Human-Computer Interaction*, pages 123–146, Cambridge, Massachusetts. London, England. Massachusetts Institute of Technology, The MIT Press.
- [Bødker, 2000] Bødker, S. (2000). Scenarios in user-centred design - setting the stage for reflection and action. In *Interacting with Computers*, number 13, pages 61–75. Elsevier Science B.V.
- [Borriello, 2000] Borriello, G. (2000). The challenges to invisible computing. *COMPUTER. Apud* Tripathi, A. K. (2001) Challenges to Invisible Computing (Computing as a performance Art in the Invisible Context).
- [Carroll, 2000a] Carroll, J. (2000a). Five reasons for scenario-based design. In *Interacting with Computers*, number 13, pages 43–60. Elsevier Science B.V.
- [Carroll, 2000b] Carroll, J. (2000b). Introduction to this special issue on ‘scenario-based system development’. In *Interacting with Computers*, number 13, pages 41–42. Elsevier Science B.V.
- [Carroll, 2002] Carroll, J. (2002). Scenario and design cognition. In *Proceedings of the IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering (RE’02)*. IEEE Computer Society.
- [Cavallo et al., 2004] Cavallo, D., Sipitakiat, A., and Blikstein, P. (2004). Gogo board. URL: <http://learning.media.mit.edu/projects/gogo/>. Future of Learning Group - MIT Media Lab.
- [Coley et al., 1997] Coley, R. J., Cradley, J., and Engel, P. K. (1997). Computers and classrooms: The status of technology in U.S. schools. Policy Information Report, Princeton, NJ: Educational Testing Service. *Apud* Hill, J. R., Reeves, T. C. and Heide-meier, H. (2000). Ubiquitous Computing for Teaching, Learning and Communicating: Trends, Issues and Recommendations.
- [DEIED, 2004] DEIED (2004). Departamento de Informática na Educação à Distância. URL: <http://www.proinfo.mec.gov.br>. Consultado em julho de 2004.

- [Eisenberg et al., 2003] Eisenberg, M., Eisenberg, A., Hendrix, S., Blauvelt, G., Butter, D., Garcia, J., Lewis, R., and Nielsen, T. (2003). As we may print: new directions in output devices and computational crafts for children. In *Interaction Design and Children*, Preston, UK. ACM.
- [Engeström, 1987] Engeström, Y. (1987). Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research. *Apud* Mwanza, D. (2000) Mind the gap: Activity Theory and Design.
- [Engeström, 1996] Engeström, Y. (1996). Non scolae sed vitae discimus. Toward overcoming the encapsulation of school learning. In Daniels, H., editor, *An introduction to Vygotsky*, pages 151–170, London and New York. Massachusetts Institute of Technology, Routledge.
- [Hammersley and Atkinson, 1995] Hammersley, M. and Atkinson, P. (1995). *Ethnography: principles in practice*. Routledge, London, 2nd edition. *Apud* Macaulay, C., Benyon, D., Crerar, A. (2000) Ethnography, theory and systems design: from intuition to insight.
- [HCIL, 2001] HCIL (2001). Classroom of the future. URL: <http://www.cs.umd.edu/hcil/kiddesign/cof.shtml>. Consultado em julho de 2004.
- [Hill et al., 2000] Hill, J. R., Reeves, T. C., and Heidemeier, H. (2000). Ubiquitous computing for teaching, learning and communicating: Trends, issues and recommendations. Department of Instructional Technology. The University of Georgia.
- [INF, 2002] INF (2002). Informática na educação: evolução e tendências. Instituto de Informática da PUC Minas. URL: inf.pucminas.br/professores/nobre/computacao3/sbpc02.ppt. Consultado em setembro de 2004.
- [Jain, 2002] Jain, S. (2002). A reading tool for the illiterate. In *Second International Conference on Open Collaborative Design for Sustainable Innovation*, Bangalón, Índia. Thinkcycle, ACM.
- [Kaptelinin, 2001] Kaptelinin, V. (2001). Activity theory: Implications for human-computer interaction. In Nardi, B. A., editor, *Activity Theory and Human-Computer Interaction*, pages 103–116, Cambridge, Massachusetts. London, England. Massachusetts Institute of Technology, The MIT Press.
- [Kujala et al., 2001] Kujala, S., Kauppinen, M., and Rekola, S. (2001). Bridging the gap between user needs and user requirements. In Avouris, N. and Fakotakis, N., editors, *Advances in Human-Computer Interaction I (Proceedings of the Panhellenic Conference with International Participation in Human-Computer Interaction PC - HCI 2001)*, pages 45–50. Typorama Publications.

- [Kuutti, 2001] Kuutti, K. (2001). Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research. In Nardi, B. A., editor, *Activity Theory and Human-Computer Interaction*, pages 17–44, Cambridge, Massachusetts. London, England. Massachusetts Institute of Technology, The MIT Press.
- [Laureau and Shultz, 1996] Laureau, A. and Shultz, J. (1996). Journeys through ethnography: realistic accounts of fieldwork. *Apud* Macaulay, C., Benyon, D., Crerar, A. (2000) *Ethnography, theory and systems design: from intuition to insight*.
- [Layton, 1997] Layton, R. (1997). *An introduction to theory in anthropology*. Cambridge University Press, Cambridge. *Apud* Macaulay, C., Benyon, D., Crerar, A. (2000) *Ethnography, theory and systems design: from intuition to insight*.
- [Macaulay et al., 2000] Macaulay, C., Benyon, D., and Crerar, A. (2000). Ethnography, theory and systems design: from intuition to insight. *Int. J. Human-Computer Studies*, 53:35–60.
- [Marshall et al., 2003] Marshall, P., Price, S., and Rogers, Y. (2003). Conceptualising tangibles to support learning. In *Interaction Design and Children*, Preston, UK. ACM.
- [Millen, 2000] Millen, D. R. (2000). Rapid ethnography: Time deepening strategies for HCI field research. In *Symposium on Designing Interactive Systems - DIS'00*, Brooklyn, New York. ACM.
- [Mukherjee, 2002] Mukherjee, A. (2002). Bringing fun back into Indian classrooms. Center of Robotics and Media Lab Asia - Thinkcycle.
- [Mwanza, 2000] Mwanza, D. (2000). Mind the gap: Activity theory and design. Technical Report KMI-TR-95, KMi.
- [Nardi, 2001] Nardi, B. A. (2001). Activity theory and human-computer interaction. In Nardi, B. A., editor, *Activity Theory and Human-Computer Interaction*, pages 7–16, Cambridge, Massachusetts. London, England. Massachusetts Institute of Technology, The MIT Press.
- [Ovaska et al., 2003] Ovaska, S., Hietala, P., and Kangassalo, M. (2003). Electronic whiteboard in kindergarten: Opportunities and requirements. In *Interaction Design and Children*, Preston, UK. ACM.
- [SECEDUCACAO, 2004] SECEDUCACAO (2004). Secretaria de Educação do Recife. URL: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/seceducacao/tecnologia.html>. Consultado em julho de 2004.
- [SEDUC, 2004] SEDUC (2004). Secretaria de Educação e Cultura de Pernambuco. URL: http://www.educacao.pe.gov.br/educacao_tecnologia.shtml. Consultado em julho de 2004.

- [SQUEAK, 1996] SQUEAK (1996). Squeak. URL: <http://www.squeak.org>. Consultado em julho de 2004.
- [Tripathi, 2001] Tripathi, A. K. (2001). Challenges to invisible computing (computing as a performance art in the invisible context).
- [Vygotsky, 1978] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and Society*. Harvard University Press, Cambridge MA. *Apud* Kaptelinin, Victor (2001) Activity Theory: Implications for Human-Computer Interaction.
- [Weiser et al., 1999] Weiser, M., Gold, R., and Brown, J. (1999). The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s. *IBM Systems Journal*, 38(4).
- [Wolcott, 1995] Wolcott, H. F. (1995). *The art of fieldwork*. Altamira Press, Walnut Creek. *Apud* Macaulay, C., Benyon, D., Crerar, A. (2000) Ethnography, theory and systems design: from intuition to insight.

