

**LEILA SOUTO DE ASSIS**

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA QUANTO À  
UTILIZAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UM ESTUDO DE  
CASO DO PROJETO RIVED-BRASIL**

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**PUC/SP  
São Paulo  
2005**

LEILA SOUTO DE ASSIS

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA QUANTO À  
UTILIZAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UM ESTUDO DE  
CASO DO PROJETO RIVED-BRASIL**

*Dissertação apresentada à Banca Examinadora da  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo,  
como exigência parcial para a obtenção do título  
de **MESTRE EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, sob  
a orientação da **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Celina Aparecida  
Almeida Pereira Abar.***

**PUC/SP  
São Paulo  
2005**

**Banca Examinadora**

---

---

---

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

**Assinatura:** \_\_\_\_\_ **Local e Data:** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Celina Aparecida Almeida Pereira Abar, pela compreensão nos momentos de maiores crises pessoais e profissionais e também pela constante confiança, apoio e sugestões na elaboração deste projeto.

Ao Programa de Estudos Pós-Graduados da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, que me proporcionou a oportunidade de estudar e concluir este Mestrado.

À banca examinadora, que com muita compreensão, sugeriu valiosas sugestões e crítica.

Aos professores entrevistados pela participação e contribuição imensuráveis a meu trabalho assim como pela colaboração com sugestões enriquecedoras.

Aos colegas de mestrado que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional, durante o tempo em que estivemos juntos.

E, finalmente, à família e amigos pela presença constante nesta caminhada, lembrando-me que não estou sozinha, e que todos, com humildade, são capazes de grandes conquistas.

## RESUMO

A presente pesquisa aborda as concepções de professores de Matemática frente à possível utilização de objetos de aprendizagem do projeto RIVED-Brasil como recurso potencialmente auxiliador no processo de ensino-aprendizagem presencial da Matemática realizado em ambientes informatizados.

A fim de identificar tais concepções, adotamos uma abordagem qualitativa através do estudo de caso, na visão de GODOY (1995) e CHIZZOTTI (2003), do projeto RIVED-Brasil, utilizando como técnica de coleta de dados entrevistas semi-estruturadas apoiadas em TRIVIÑOS (1987).

No enfoque desta reflexão, analisamos as práticas atuais dos educadores entrevistados, suas pretensões e expectativas ideais em termos de ferramentas, recursos, tecnologias e ambientes bem como, após estas considerações, apresentamos os dois módulos educacionais selecionados para esta pesquisa, buscando estabelecer quais são as possibilidades que, nas visões destes professores de Matemática, podem surgir a partir de seu uso.

Nosso objetivo é estudar as potenciais contribuições que poderão emergir da integração entre uso dos objetos de aprendizagem de Matemática pertencentes aos módulos educacionais selecionados e as expectativas e práticas de ensino dos docentes entrevistados. Para esta verificação, contamos com a participação de três professores de Matemática e utilizamos dois módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil, analisados sob alguns aspectos da Teoria da Atividade segundo a perspectiva de ENGSTRÖM (1999), principalmente quanto ao conceito de ciclo expansivo.

**Palavras-Chave:** Educação Matemática, Objeto de Aprendizagem, Concepção de Professores de Matemática, Informática Educacional e RIVED.

## ABSTRACT

The present study investigates the Mathematics teachers' conceptions about the possible uses of learning objects from RIVED-Brazil project as potential aided resources in the Mathematics presential teaching and learning process using computational environments.

In order to identify such conceptions, we assumed a qualitative approach through case study, under GODOY (1995) and CHIZZOTTI (2003) perspectives, of RIVED-Brazil project, adopting semi-structured interviews as our data collecting technique based on TRIVIÑOS (1987) perspective.

Interested in this reflection, we analyze the current practices of the interviewed teachers, their intentions and ideal expectations about the tools, resources, technologies and environments as well as, after these points of view, we present the two educational modules selected for this research, intending identify which are the possibilities that, for these Mathematics teachers, can immerge from the use of them.

Our aim is to study the potential contributions that can occur from the integration among the use of Mathematics learning objects, which belong to the educational modules selected for this research, and the expectations and current teaching practices of the interviewed teachers. In order to do that, three Mathematics teachers were interviewed and two educational modules were selected from RIVED-Brazil project, analyzing all of that under some aspects related to Activity Theory based on ENGSTRÖM (1999) perspective, mainly focusing on the expansive cycle definition.

**Keywords:** Mathematics Education, Learning Objects, Mathematics Teachers' Conceptions, Technological Education and RIVED.

## SUMÁRIO

<b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	12
<b><u>1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA</u></b> .....	18
<b><u>1.1 OBJETIVOS</u></b> .....	18
<b><u>1.2 QUESTÕES NORTEADORAS</u></b> .....	18
<b><u>1.3 JUSTIFICATIVAS</u></b> .....	19
<b><u>1.4 HIPÓTESES</u></b> .....	21
<b><u>2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM</u></b> .....	23
<b><u>2.1 ESBOÇO HISTÓRICO</u></b> .....	23
<b><u>2.2 CARACTERÍSTICAS</u></b> .....	31
<b><u>3 PROJETO RIVED</u></b> .....	43
<b><u>3.1 ESBOÇO HISTÓRICO</u></b> .....	43
<b><u>3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO RIVED NO BRASIL</u></b> .....	47
<b><u>3.3 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO RIVED-BRASIL SOBRE O CONCEITO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM</u></b> .....	49
<b><u>3.4 OUTROS PROJETOS SIMILARES NO BRASIL</u></b> .....	51
<b><u>4 MÓDULOS EDUCACIONAIS SELECIONADOS DO PROJETO RIVED-BRASIL</u></b> .....	55
<b><u>4.1 MÓDULO EDUCACIONAL 1: FUNÇÕES LINEARES E QUADRÁTICAS</u></b> .....	55
<b><u>4.2 MÓDULO EDUCACIONAL 2: INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ESPACIAL</u></b> .....	64
<b><u>5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: TEORIA DA ATIVIDADE</u></b> .....	72
<b><u>5.1 EVOLUÇÃO SEGUNDO ENGSTRÖM (1999)</u></b> .....	72
<b><u>5.2 O CICLO EXPANSIVO</u></b> .....	78
<b><u>6 METODOLOGIA</u></b> .....	82



<u>6.1</u>	<u>ABORDAGEM</u> .....	82
<u>6.2</u>	<u>SUJEITOS</u> .....	84
<u>6.3</u>	<u>INSTRUMENTOS PARA COLETA DOS DADOS</u> .....	87
<u>6.4</u>	<u>CRITÉRIOS DE ANÁLISE</u> .....	91
<u>7</u>	<u>ANÁLISE DOS RESULTADOS</u> .....	93
<u>7.1</u>	<u>PRÁTICAS ATUAIS</u> .....	93
<u>7.2</u>	<u>EXPECTATIVAS E SITUAÇÕES IDEAIS DE ENSINO</u> .....	100
<u>7.3</u>	<u>AVALIAÇÃO DOS DOIS MÓDULOS EDUCACIONAIS DO PROJETO RIVED-BRASIL</u> ....	105
<u>8</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u> .....	116
<u>9</u>	<u>ANEXOS</u> .....	120
<u>9.1</u>	<u>ANEXO 1 – PRIMEIRA VERSÃO DO PROTOCOLO DAS ENTREVISTAS</u> .....	120
<u>9.2</u>	<u>ANEXO 2 – SEGUNDA VERSÃO DO PROTOCOLO DAS ENTREVISTAS</u> .....	122
<u>9.3</u>	<u>ANEXO 3 – VERSÃO FINAL DO PROTOCOLO DAS ENTREVISTAS</u> .....	128
<u>10</u>	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	133

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo conceitual de um objeto de aprendizagem .....	29
Figura 2: Grau de controle, envolvimento e síntese de um estudante no processo de ensino-aprendizagem interativo segundo HAMMOND (1993).....	33
Figura 3: Organização do módulo educacional Funções Lineares e Quadráticas.....	59
Figura 4: Página do módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas.....	61
Figura 5: Atividade 1 do menu “Jogos” do módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas.....	62
Figura 6: Guia do Professor – Funções Lineares e Quadráticas.....	63
Figura 7: Organização do módulo educacional Introdução à Geometria Espacial.....	67
Figura 8: Atividade 1 do módulo educacional de Introdução à Geometria Espacial.....	68
Figura 9: Atividade 2 do módulo educacional de Introdução à Geometria Espacial.....	69
Figura 10: Atividade 3 do módulo educacional de Introdução à Geometria Espacial.....	69
Figura 11: Guia do Professor – Atividade 1 – Introdução à Geometria Espacial.....	71
Figura 12: Elo entre o sujeito e a resposta segundo VYGOTSKY (1999).....	74
Figura 13: Estrutura de uma atividade segundo ENGESTRÖM (1999).....	77
Figura 14: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999).....	78
Figura 15: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999) para as práticas atuais do Professor1 e Professor2 quanto ao uso de recursos digitais em suas atividades na disciplina de Matemática.....	99
Figura 16: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999) para as atividades propostas nas situações ideais de ensino sugeridas pelo Professor2 e Professor3.....	104
Figura 17: Sugestão da mestrandia para o acréscimo da 8ª ação alternativa na seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999) para as atividades propostas nas situações ideais de ensino sugeridas pelo Professor1.....	105
Figura 18: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999) para as atividades propostas com o uso parcial ou total dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil sugeridas pelo Professor2 e Professor3.....	115

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cronograma previsto do processo de seleção da Fábrica Virtual do RIVED-Brasil.....	47
Tabela 2: Objetos de aprendizagem do módulo educacional Funções Lineares e Quadráticas.....	60
Tabela 3: Objetos de aprendizagem do módulo educacional Introdução à Geometria Espacial.....	70

## INTRODUÇÃO

Com as mudanças ocorridas em nossa sociedade em função da passagem da era industrial para a era da informação, novas estruturas e descobertas passaram a ser enfatizadas a fim de sustentar tal transição. Enquanto na era industrial a ênfase concentrava-se no produto e na educação centrada no ensino do fato, na era da informação a ênfase se desloca para a prestação de serviços, com a educação voltada para a formação de alunos capazes de construir sua própria aprendizagem.

O mundo das novas tecnologias é caracterizado por atributos relacionados à interatividade, mobilidade, flexibilidade e também velocidade. Este novo mundo pode disponibilizar aparatos multimídia diversos e conjugar linguagens variadas que ampliam as possibilidades, e também as dificuldades, para apresentação intencional dos conteúdos curriculares aos alunos. As formas diferenciadas que atualmente existem para a busca e apreensão de informações por parte dos indivíduos emergiram como mudanças significativas de valores de nossa sociedade, determinadas, essencialmente, com o intuito de valorizar o potencial de cada um de nós através do enriquecimento de nossas capacitações e habilidades individuais.

Neste contexto, os ambientes informatizados buscam fornecer a integração de diversas formas de apreensão e percepção do mundo que cerca o aluno, apresentando maneiras potencialmente intuitivas para que cada um deles explore o conteúdo em questão assim como possibilite a transmissão do conhecimento, sem que o estudante tenha que pensar sobre a tecnologia que está usando. Neste sentido, resgatar uma boa interface significa dizer que a utilização intuitiva é propiciada pela manipulação direta dos recursos envolvidos, relacionado-os a partir da criação de um ambiente de aprendizagem onde, segundo ARANHA (1996):

A necessidade de tornar a prática da educação intencional e mais eficaz traz consigo a exigência de maior rigor conceitual, de sistematização dos conhecimentos, de definição dos fins a serem atingidos e da escolha dos meios a serem utilizados.

Em busca da definição de alguns destes meios que auxiliariam o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos curriculares, a Rede Internacional Virtual de Educação, ou projeto RIVED, foi concebida através da iniciativa proposta entre Brasil-Estados Unidos em 1997 com o intuito de aperfeiçoar e apoiar o trabalho de professores que atuam no ensino de Matemática, Biologia, Física ou Química com o auxílio de atividades realizadas em ambientes informatizados.

Assistida inicialmente com recursos do Banco de Desenvolvimento Americano e da UNESCO, o projeto RIVED foi desenvolvido através da participação das Secretarias de Educação a Distância – SEED e Secretaria de Educação Básica – SEB em conjunto com Instituições Públicas de Ensino Superior para produzir materiais digitais a serem disponibilizados para estes professores.

Em uma primeira etapa, foram implantadas o Comitê Diretor Internacional e as respectivas Secretarias Executivas Nacionais em cada um dos países participantes a fim de definirem as estratégias educacionais, padrões de qualidade e diretrizes norteadoras do projeto RIVED. Posteriormente a isso, as 16 universidades públicas, selecionadas através de um processo seletivo dirigido pelo MEC, formaram a chamada Fábrica Virtual e tornaram-se as responsáveis por produzir os módulos educacionais digitais, definidos pelo projeto RIVED como objetos de aprendizagem.

Tais instituições públicas selecionadas estão envolvidas tanto nas tarefas relacionadas ao levantamento de informações pedagógicas e técnicas quanto à criação efetiva dos objetos de aprendizagem, pois para o projeto RIVED, a concepção de tais objetos está intimamente ligada à abordagem dos conteúdos das disciplinas envolvidas, e, portanto, devem ser vistos como parte integrante de um planejamento maior.

Buscando identificar algumas concepções de professores de Matemática a respeito do potencial uso de objetos de aprendizagem em suas aulas presenciais realizadas em ambientes informatizados, adotamos neste estudo uma abordagem qualitativa através do estudo de caso do projeto RIVED-Brasil, na visão de GODOY (1995) e CHIZZOTTI (2003), utilizando como técnica de coleta de dados

entrevistas semi-estruturadas apoiadas em TRIVIÑOS (1987) e realizadas junto a três professores de Matemática selecionados.

Os módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil e utilizados nas entrevistas realizadas para este estudo são descritos pelo site RIVED (2005) conforme a seguir:

- Módulo educacional “**Funções lineares e quadráticas**”, que aborda alguns dos principais aspectos, definições e conceitos relacionados às funções lineares e quadráticas. O aluno trabalhará com as representações gráfica e simbólica das funções lineares e quadráticas, prevendo situações, analisando e interpretando elementos que afetam o comportamento destas funções nos objetos de aprendizagem disponibilizados neste módulo educacional.

- Módulo educacional “**Introdução à Geometria Espacial**”, que aborda as conexões entre as formas geométricas e as construções arquitetônicas das cidades assim como através da classificação dos sólidos geométricos, busca instigar o aluno a compreender as formas espaciais que o cercam.

Nas entrevistas realizadas pretendemos, em uma primeira etapa, identificar algumas das técnicas, recursos e ferramentas utilizadas pelos professores no momento de ensinar os conteúdos curriculares abordados nestes dois módulos educacionais de Matemática. Buscaremos verificar, através das falas dos entrevistados, de que forma o processo de ensino-aprendizagem dos tópicos de funções lineares e quadráticas e introdução à geometria espacial ocorre dentro da sala de aula.

Numa segunda etapa, procuraremos obter de cada um destes professores entrevistados, quais seriam suas pretensões, soluções e situações de ensino ideais a serem alcançadas, independentemente do que se refere ao uso da informática na educação. Tentaremos elencar quais são as expectativas e idéias que estes professores possuem no intuito de aprimorar e potencializar sua contribuição para o processo de educação dos conteúdos de funções lineares e quadráticas e introdução à geometria espacial.

Na última etapa apresentaremos, aos professores participantes, os módulos educacionais selecionados para este estudo, com o intuito de levantar algumas concepções destes docentes a respeito do potencial uso dos objetos de aprendizagem presentes em tais módulos nas suas aulas presenciais de Matemática realizadas em ambientes informatizados.

Inicialmente como fase piloto, foi utilizado um protocolo de entrevista semi-estruturada contendo 12 questões. Após a coleta dos dados, envolvendo 2 entrevistados em estudo-piloto, passamos a transcrevê-los e analisá-los, procurando levantar os aspectos convergentes e divergentes bem como também identificar as lacunas do protocolo que se mostraram naturalmente no decorrer das entrevistas.

Após as alterações pertinentes, um novo protocolo com 15 questões foi aplicado a três professores de Matemática. Em decorrência de novas sugestões feitas durante o período de qualificação deste trabalho, chegamos à versão final do protocolo utilizado nas entrevistas realizadas junto a outros três professores, de diversos perfis, exatamente com o intuito de diversificar o máximo possível, dentro das limitações deste estudo, os conhecimentos, envolvimento e aplicações de projetos ligados à informática durante as aulas de Matemática.

Obtidas as informações sobre as práticas atuais dos educadores, suas expectativas ideais e suas concepções a respeito dos dois módulos educacionais disponibilizados para a entrevista, a intenção deste trabalho é analisar estes três conjuntos de opiniões de cada um dos educadores participantes, na expectativa de extrair possíveis relações entre eles.

Para identificar estas possíveis relações nas falas dos educadores, analisaremos as interações destes professores de Matemática à luz da Teoria da Atividade na perspectiva de ENGSTRÖM (1999) sobre o potencial auxílio do uso de objetos de aprendizagem RIVED de Matemática em aulas presenciais, auxiliadas por computador.

Para melhor compreendermos as avaliações dos professores entrevistados bem como descrevermos os objetivos desta pesquisa dividimos este trabalho em 9 capítulos, conforme descrito a seguir.

O capítulo 1 é destinado à apresentação do problema de pesquisa deste trabalho bem como seus objetivos, hipóteses e justificativas.

O capítulo 2 apresenta um esboço histórico sobre os pontos de vista de alguns autores tais como WILEY (2000), GIBBONS et al (2000), o consórcio MASIE (2003) e L'ALLIER (1997), entre outros, na tentativa de identificar o conceito de objeto de aprendizagem e suas características.

O capítulo 3 aborda um breve histórico do projeto RIVED-Brasil, sua implementação e considerações sobre o conceito de objeto de aprendizagem adotado bem como descreve alguns outros projetos similares existentes no Brasil.

No capítulo 4 apresentamos os módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil e seus objetos de aprendizagem selecionados para este estudo bem como discutimos sobre as principais razões destas escolhas, apresentando alguns estudos realizados no campo da Educação Matemática relacionados aos conteúdos curriculares abordados em tais módulos.

O capítulo 5 enfoca a Teoria da Atividade na perspectiva de ENGSTRÖM (1999) que corresponde à fundamentação teórica a qual este pesquisa se baseia, destacando suas origens, principais conceitos e reflexões.

No capítulo 6 tratamos da metodologia de pesquisa utilizada bem como apresentamos os sujeitos participantes da entrevista, os procedimentos, critérios de análise utilizados e os instrumentos de coleta das opiniões dos professores entrevistados a respeito dos objetos de aprendizagem do projeto RIVED-Brasil no contexto da Matemática.

O capítulo 7 apresenta a análise dos resultados à luz das teorias e dos marcos teóricos face a face com as entrevistas realizadas, expondo o entendimento obtido a respeito dos argumentos não somente dos professores de Matemática, como também, dos autores em que este estudo está baseado.

O capítulo 8 traz à tona as considerações finais desta pesquisa, focando nas avaliações dos professores e informações comentadas assim como considerações sobre a contribuição dos conceitos teóricos estudados para



análises futuras e mais aprofundadas neste campo de estudo da Educação Matemática.

No capítulo 9 estão presentes os anexos usados neste trabalho, entre eles a primeira versão do questionário da entrevista realizada na fase piloto, a segunda versão do mesmo bem como o último protocolo utilizado durante as entrevistas efetuadas.

# 1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

## 1.1 Objetivos

Nossos objetivos neste trabalho são investigar as práticas atuais de professores de Matemática assim como identificar e analisar suas expectativas e pretensões ideais para a criação de um ambiente propício de ensino-aprendizagem dos conteúdos curriculares de Matemática.

Esta pesquisa será realizada através de entrevistas semi-estruturadas com três educadores e analisada à luz da Teoria da Atividade segundo a visão de ENGESTRÖM (1999).

Pretendemos também confrontar os resultados obtidos com as possíveis contribuições que os objetos de aprendizagem de Matemática selecionados do projeto RIVED-Brasil poderão fornecer para a prática docente em aulas presenciais realizadas em ambientes informatizados.

## 1.2 Questões Norteadoras

Nas questões que norteiam esta pesquisa pretendemos identificar:

- De que forma os professores de Matemática entrevistados abordam atualmente os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas bem como o de Introdução à Geometria Espacial com seus alunos?
- Quais recursos, tecnológicos ou não, eles utilizam neste processo educacional em sala de aula?
- Em relação aos anseios destes educadores, no sentido de constantes melhorias, quais elementos e informações podem ser necessários para que os alunos compreendam melhor o estudo dos tópicos de Funções e Geometria Espacial?
- O que estes docentes consideram como uma situação ideal de ensino e aprendizagem da Matemática em aulas presenciais?

- Quais elementos, recursos e ambientes seriam necessários, segundo estes educadores, para estimular as habilidades dos alunos e fazer com que eles transcendam a barreira da aplicação de algoritmos e tornem-se aptos a aplicar intencionalmente o conhecimento adquirido?
- Estes docentes enxergam algum ganho pedagógico ao utilizar os objetos de aprendizagem, selecionados neste estudo, para o ensino dos respectivos conteúdos curriculares de Matemática?
- Na visão dos entrevistados, em que situações o uso dos objetos de aprendizagem selecionados nesta pesquisa favorece o desenvolvimento da criatividade, da autonomia e da compreensão dos alunos em relação aos conteúdos curriculares de Matemática abordados?

### 1.3 Justificativas

A discussão sobre a educação com o auxílio do computador no âmbito escolar de aulas presenciais, vem se apresentando como um dos principais temas aos estudiosos e pesquisadores da área de Educação (CYSNEIROS (2001), NOVAES (2003), SILVA (2004)), sobretudo baseado no processo contínuo de transformação pelo qual a atual sociedade e todas as suas instituições vivem. Deste modo, segundo SILVA (2004), o contexto do uso de recursos tecnológicos de informática aplicados à Educação muitas vezes:

são apresentados às instituições de ensino segundo concepções aparentemente ingênuas, objetivando “potencializar” ou “transformar” as relações de ensino e aprendizagem na sala de aula, ou ainda como um “modismo” interessante e exótico.[...] Como poderia uma metodologia, tecnologia, um recurso ou mesmo uma ferramenta ser inserida na escola e provocar mudanças?

O interesse por este assunto surgiu por ocasião de discussões com minha orientadora para o desenvolvimento de uma pesquisa que pudesse evidenciar de que forma os objetos de aprendizagem podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem da Matemática em aulas presenciais realizadas em ambientes informatizados. A partir de um estudo que pudesse ser realizado neste âmbito,

poderíamos contribuir para identificar algumas concepções dos educadores participantes a respeito do uso destes objetos oriundos de indagações sobre suas práticas atuais, pretensões e aspirações no intuito de auxiliar e aprimorar suas aulas presenciais. O grande desafio partiu, portanto, em identificar estas concepções que professores de Matemática enxergariam nos objetos de aprendizagem selecionados para esta pesquisa e que poderiam, na visão de cada um deles, contribuir com novas perspectivas, visões ou reflexões em suas próprias práticas docentes.

O núcleo deste trabalho está representado por um estudo de caso, segundo CHIZZOTTI (2003), do projeto Rede Internacional Virtual de Educação – RIVED, no contexto Brasil, selecionando-se dois módulos educacionais, com suas atividades e respectivos objetos de aprendizagem e utilizando como instrumentos de coleta de dados as entrevistas semi-estruturadas e gravadas em áudio bem como um questionário, com o roteiro de tópicos que deveriam ser abordados durante os diálogos.

Quanto aos módulos educacionais escolhidos, optou-se em selecionar do projeto RIVED-Brasil os tópicos: Funções Lineares e Quadráticas e introdução à Geometria Espacial.

Entre as razões para a escolha do assunto Funções Lineares e Quadráticas podemos citar o caráter integrador das diversas representações de função quanto a sua atuação no estabelecimento de conexões com os diversos domínios da Matemática, com outras ciências e também, com situações do cotidiano dotadas de significado real para o educando. Pretendemos analisar se o módulo educacional selecionado, na ótica de cada professor entrevistado, pode auxiliar seus alunos a desenvolver ou aprimorar suas capacidades de reconhecer a variação e a dependência entre grandezas bem como de interpretar as diferentes representações de função e por elas transitar com relativo desembaraço. Buscamos verificar se tais habilidades inerentes ao pensamento funcional são valorizadas, na visão dos educadores participantes desta pesquisa.

No caso do tópico de introdução à Geometria Espacial fomos motivados pelas questões da representação plana das figuras espaciais que, segundo

POSSANI (2002), estes elementos são fundamentais para o ensino da Geometria. Apoiamo-nos também em PARZYSZ (1988) acerca das dificuldades dos alunos nas questões da visualização e representação plana das figuras espaciais. A partir destas motivações, procuramos verificar se alguns problemas levantados por estes pesquisadores são também mencionados pelos professores entrevistados em suas práticas atuais, expectativas e no momento da manipulação do módulo educacional "Introdução à Geometria Espacial" do projeto RIVED-Brasil. Nosso objetivo é estabelecer uma relação entre alguns problemas mencionados por POSSANI (2002) e PARZYSZ (1988), e as práticas e expectativas dos docentes entrevistados e também suas opiniões sobre como o objeto de aprendizagem "Introdução à Geometria Espacial" propõe atividades para que os alunos possam reconhecer e interpretar os elementos que compõem a representação plana de uma figura espacial.

Outra razão para as escolhas dos objetos de aprendizagem assenta-se no número de estudos significativos nestas duas áreas da Matemática, conforme detalharemos no capítulo 4.

#### **1.4 Hipóteses**

Nesta pesquisa as hipóteses iniciais formuladas são:

- O uso dos objetos de aprendizagem é um recurso auxiliador, motivador e desafiador utilizado na elaboração de atividades com fins e motivos específicos por parte dos professores.
- Os professores identificarão, nos objetos de aprendizagem utilizados neste estudo, novas oportunidades para conexões e criações de situações personalizadas com o intuito de apresentar os respectivos tópicos de Matemática abordados de novas formas, dando-lhes outro sentido e abrindo novas possibilidades de reflexão por parte dos alunos.
- A intencionalidade das atividades propostas pelos professores, em conjunto com o uso dos objetos de aprendizagem selecionados para este estudo, abordarão de forma mais integrada os conteúdos curriculares de

Matemática, fornecendo novas possibilidades e alternativas neste processo educacional.

- Com relação ao material de apoio fornecido pelos módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil, os educadores entrevistados considerarão as sugestões propostas muito limitadoras, não aderindo a sua potencial utilização em sala de aula.

No próximo capítulo apresentaremos um esboço histórico sobre os pontos de vista de alguns autores a respeito de suas visões sobre o conceito de objeto de aprendizagem e suas características.

## 2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Diferentemente de ser um conceito muito bem estabelecido, a definição de objeto de aprendizagem é uma concepção emergente que possui várias versões. Diversas áreas de conhecimento tais como a Educação, a Ciências da Computação, a Tecnologia da Informação e a Psicologia ainda buscam esta definição assim como todas elas também buscam estar envolvidas em descobertas a respeito das práticas relacionadas ao uso da tecnologia para fins educacionais. Por tal motivo, a terminologia utilizada para descrever um objeto de aprendizagem e suas características reflete sua complexa origem e a diversidade de contribuições destes vários campos de estudos.

Buscaremos nesta seção descrever um breve histórico a respeito dos conceitos relacionados a objetos de aprendizagem, destacando algumas de suas características para melhor sustentar as definições as quais esta pesquisa se baseia.

### 2.1 Esboço Histórico

Uma primeira abordagem para a origem do conceito de objeto de aprendizagem surgiu nas Ciências da Computação com a utilização de uma "análise voltada para a criação de componentes, também chamados de objetos, que poderiam ser reutilizados em múltiplos contextos" (DAHL & NYGAARD, 1966 - tradução da mestranda). Esta análise, denominada análise orientada a objetos, passou a ser utilizada para modelar sistemas complexos que exigiam interações entre seus módulos e o reuso de elementos já construídos para o sistema.

A orientação a objeto foi concebida no início da década de 70 e implementada sistematicamente na criação da linguagem de programação SIMULA-98, que aplicava grande parte dos conceitos deste tipo de análise. Segundo LEITE (2002), um dos grandes motivos para o emprego dos conceitos envolvidos na análise orientada a objetos correspondia à possibilidade de minimizar os custos dos sistemas, em particular os custos relativos às manutenções corretivas, uma vez que cerca de 75% dos custos dos programas referiam-se ao processo de alterar sistemas já implantados e em operação.

Basicamente, para LEITE (2002), este tipo de análise utiliza os princípios de que:

- Os "objetos" já existentes são utilizados para produzir novos "objetos";
- A estruturação e o modelo computacional do sistema são construídos de forma modular, ou seja, pequenos pedaços de código são agrupados em funções específicas que irão atender às características também particulares de cada programa;
- Como resultado dos pequenos agrupamentos, diversas funcionalidades podem ser reutilizadas e conseqüentemente, podem contribuir para diminuir o tempo total de desenvolvimento do aplicativo em questão.

Diversos autores (MERRILL (1998), WILEY (2000) e LONGMIRE (2000), entre outros) enfatizam a idéia de estender algumas das características de um objeto no contexto do desenvolvimento de programas para objetos com fins educacionais. Por tal motivo, estes pesquisadores descrevem, por exemplo, a interoperabilidade, a granularidade, a reusabilidade como algumas das características consideradas fundamentais para um objeto de aprendizagem.

GERARD (1969) apud GIBBONS et al (2000) descreveu na história da Educação Tecnológica uma primeira idéia ligada a objetos de aprendizagem:

...(objetos de aprendizagem são) unidades curriculares que podem ser feitas de forma compacta e combinadas, similar a conjuntos de peças padronizadas, utilizando uma grande variedade de programas particulares personalizados para cada aprendiz (tradução da mestranda).

Segundo JACOBSEN (2002) também a partir do paradigma da orientação a objeto da Ciência da Computação, o termo objeto de aprendizagem começou a ser utilizado há aproximadamente 13 anos, com Wayne Hodgins em 1992 sendo um dos pioneiros nesta utilização. Segundo descrito por JACOBSEN (2002), Wayne estava observando um de seus filhos brincando com blocos Lego enquanto refletia a respeito de estratégias de ensino. Foi então que percebeu,



diante desta situação, que era preciso construir blocos de ensino capazes de se conectarem e que expressassem uma série de conteúdos de ensino. Ele utilizou o termo “objetos de aprendizagem” para identificar tais blocos instrucionais.

A partir das idéias destes blocos, Wayne Hodgins em 1994 nomeou seu grupo de trabalho *CedMA* (*Computer Education Management Association*) de “Arquiteturas de Aprendizagem, APIs e Objetos de Aprendizagem”, tornando-se uma referência em assuntos relacionados ao campo de ensino-aprendizagem mediada por computador.

Entre 1992 e 1995, diversos outros grupos começaram a investir em pesquisas a respeito de objetos de aprendizagem e suas aplicações educacionais. Por exemplo, o grupo *LOM* (*Learning Object Metadata*) do *IEEE* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) dos Estados Unidos, de forma similar ao *CedMA*, passou a estudar sobre os objetos de aprendizagem e diversos conceitos relacionados a eles, tais como a modularidade, a granularidade e as formas de identificação das características, requisitos e conteúdos disponíveis em cada objeto. Outros exemplos de grupos que também ingressaram nesta investigação foram a *ARIADNE*<sup>1</sup> e a *Oracle*, que desenvolveu o *OLA*<sup>2</sup>.

Segundo JACOBSEN (2002), embora o *OLA* nunca tenha sido valorizado em sua própria empresa de criação, Tom Kelly e Chuck Barritt, os criadores, foram trabalhar para a *Cisco Systems* e continuaram suas pesquisas e trabalhos a respeito de objetos de aprendizagem. Seus trabalhos resultaram no documento “*Cisco’s white paper on Reusable Learning Objects*”, datado de 1998 que divulgava importantes padrões e especificações a respeito dos objetos de aprendizagem assim como seu potencial uso em ambientes informatizados voltados para a educação. Entre as entidades atualmente responsáveis por definir estes padrões e especificações, podemos citar o *IEEE* (2002), o *SCORM* (2004) e a *ISO* (2004).

---

<sup>1</sup> ARIADNE. Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe. Disponível na Internet em <http://www.ariadne-eu.org>. Acesso em 27 de Agosto de 2005 às 12:56:47.

<sup>2</sup> OLA. Oracle Learning Application é considerado uma das primeiras tentativas de criação de um ambiente utilizando os conceitos de objetos de aprendizagem. Maiores informações disponíveis na Internet em <http://www.oracle.com>. Acesso em 27 de Agosto de 2005 às 12:58:01.

Diversos outros pesquisadores continuam a realizar contribuições na tentativa de estabelecer uma definição formal a respeito dos objetos de aprendizagem, muitas vezes chamados por nomenclaturas diferentes, mas sempre com os mesmos ideais. A exemplo disso, MERRILL (1998), utiliza o termo “objetos de conhecimento”, WIESELER (1999) “objeto de informação” e KOPER (2001) “unidade de estudo”. Outro autor é WILEY (2000) que defende a idéia de que um objeto de aprendizagem representa:

qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para suportar a aprendizagem. [...] Primeiramente, esta definição é suficientemente restrita para contemplar um conjunto de elementos razoavelmente homogêneos: recursos digitais reutilizáveis. Ao mesmo tempo, esta definição é ampla o suficiente para incluir uma estimativa de 15 *terabytes* de informações disponíveis publicamente na *Internet* (*Internet Newsroom*, 1999) (tradução da mestranda).

Embora pesquisadores grupos e instituições busquem estabelecer padrões para as definições de objetos de aprendizagem, ainda não existe um consenso sobre seu conceito e nem sua nomenclatura, conforme mencionado anteriormente. Estaremos, portanto, descrevendo alguns pontos de vista de diferentes autores a respeito destas concepções.

Na visão de GIBBONS et al (2000), desde os primeiros esforços para estabelecer os objetos de aprendizagem como ferramentas potencialmente auxiliadoras no processo de ensino-aprendizagem, o objetivo sempre foi criar instruções que fossem adaptáveis a cada aluno, interativas e escaláveis sem aumento proporcional de custo.

Em uma outra perspectiva, o grupo *IEEE* (2002) define objetos de aprendizagem como “qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, re-utilizada ou referenciada durante a aprendizagem apoiada pela tecnologia” (tradução da mestranda). Para este grupo, exemplos de “aprendizagem baseada na tecnologia” (tradução da mestranda) correspondem a ambientes tais como sistemas de treinamento baseados no computador, ambientes de aprendizagem interativos, sistemas de educação à distância entre outros. Também para o *IEEE* (2002), são exemplos de objetos de aprendizagem os conteúdos multimídia, aplicativos e até pessoas, organizações ou eventos.

Já para o autor WILEY (2000), um dos principais pesquisadores sobre objetos de aprendizagem na atualidade, os objetos de aprendizagem podem ser interpretados como “... qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem ...” (tradução da mestranda). Sua definição inclui qualquer recurso digital “que possa ser distribuído pela rede, sob demanda, seja ele pequeno ou grande” (tradução da mestranda). Para este autor, recursos digitais “pequenos” podem ser vistos como uma imagem digital, fotos, pequenas partes de texto, animação, vídeos ou mesmo pequenas aplicações como uma calculadora. Recursos digitais “grandes” correspondem às páginas inteiras da *Internet* que combinam texto, imagens e outras aplicações relacionadas a um evento educacional completo ou uma aula.

Para WILEY (2000), entre as razões para a utilização de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem estão as seguintes:

- Diversidade de abordagens pedagógicas, por meio das quais um mesmo objeto já produzido e disponível para outros educadores podem estar sendo utilizados em diferentes contextos e disciplinas;
- Custos de produção mínimo na utilização de objetos já existentes;
- Personalização do material, quando o objeto é de uso livre e estão disponíveis a documentação e os fontes dos programas para serem alterados;
- E, finalmente, conforme menciona PODELL (1992); ROSS (1992) e ISERNHAGEN (1999) apud WILEY (2000), “em algumas situações, os estudantes aprendem mais utilizando lições baseadas no uso do computador que outros métodos instrucionais. Um exemplo onde se ganha mais utilizando o computador ao invés da prática de papel-lápis foi à automatização de tarefas aritméticas. [...]” (tradução da mestranda). PODELL (1992) apud WILEY (2000) ainda enfatiza “[...], além disso, estudantes podem minimizar tarefas tediosas e repetitivas pelo uso de documentos, planilhas e outros programas.” (tradução da mestranda). Desta forma, para WILEY (2000), os objetos de aprendizagem constituem, portanto, outras formas de tentar minimizar e elucidar tais tarefas.

Um outro ponto de vista para a definição do conceito de objeto de aprendizagem é de L'ALLIER (1997), que descreve os objetos de aprendizagem especificando os elementos de sua composição:

[Objeto de aprendizagem] é definido como a menor experiência de estrutura autônoma que contém um objetivo, uma atividade de aprendizagem e uma avaliação.

Na tentativa de facilitar o entendimento dos conceitos relacionados a objetos de aprendizagem, algumas metáforas são utilizadas por pesquisadores na tentativa de elucidar estes conceitos.

Uma delas, a metáfora do LEGO, embora simples para explicar a abordagem modular e granular dos objetos de aprendizagem, é considerada limitada por WILEY (2000), pois não “reflete a complexidade necessária para a visão mais ampla do modelo e do relacionamento entre os objetos” (tradução da mestrandia). Segundo este pesquisador, esta comparação induz ao entendimento que este assunto é exageradamente simples e que os objetos podem ser combinados entre si indiscriminadamente e que, portanto, poderia surgir certa automação deste processo, não refletindo a complexa realidade destes relacionamentos e combinações.

Uma das analogias recomendadas por WILEY (2000) corresponde à representação de um átomo para tentar explicar a definição de um objeto de aprendizagem. Neste processo, segundo ele, os átomos representam entidades pequenas que podem ser combinadas e recombinadas formando entidades maiores. Para WILEY (2000), o entendimento a partir deste modelo é mais aceitável visto que os átomos não podem ser combinados indiscriminadamente, combinar átomos não é uma tarefa elementar e alguns deles somente podem ser combinados quando se encaixam em características próprias de compartilhamento, determinadas por suas estruturas internas.

Já o consórcio MASIE (2003) argumenta que, para eles, a comparação que mais se aproxima da concepção de objeto de aprendizagem corresponde ao processo de construção de edifícios. Segundo este consórcio, a maior parte dos materiais utilizados na construção civil é de origem pré-fabricada, desenvolvida

antes mesmo de que qualquer edifício seja construído, desenhado ou concebido. Para o consórcio MASIE (2003), outra idéia é que os materiais pré-fabricados, de maneira similar aos objetos de aprendizagem, também possuem especificações técnicas e padrões; disponibilizam diferentes oportunidades para criação e inovação; podem ser combinados de diferentes formas, mas não indiscriminadamente a fim de construir pequenas casas ou grandes edifícios, além de permitirem economia em escala.

O consórcio MASIE (2003) descreve que os objetos de aprendizagem devem ser vistos como parte de um modelo conceitual mais amplo, baseado na hierarquia de conteúdos granulares. O esquema a seguir elucida este modelo:

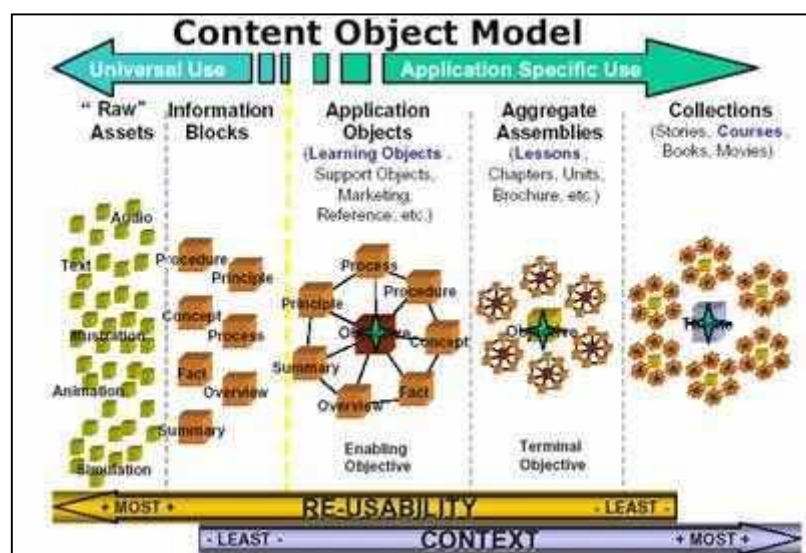


Figura 1: Modelo conceitual de um objeto de aprendizagem

Fonte: MAISE (2003)

Segundo este modelo conceitual proposto pelo consórcio MAISE (2003), o primeiro nível, representado pelos elementos ou dados brutos, correspondem aos dados mais elementares que podem ser armazenados tais como figuras, animações, vídeo, áudio, entre outros. O segundo nível é composto por um conjunto dos elementos ou dados brutos que, podem ser segmentos de informação reutilizáveis, chamados de objetos de informação. Os objetos de informação são baseados no modelo de Blocos de Informação de HORN (1989).

O terceiro nível existente no esquema proposto pelo consórcio MAISE (2003) é representado por um conjunto de objetos de informação reunidos em torno de um objetivo. O resultado final é um repositório de objetos de informação

reutilizáveis que podem ser aproveitados por diferentes modalidades de aprendizagem (tais como o *e-learning* e aulas presenciais assistidas por computador) em diversos tipos de distribuição de mídias (como papel impresso, CD interativo e via *Web*).

Segundo o grupo MAISE (2003), quanto mais “bruto” o conteúdo, maior a possibilidade de reutilização e menos contextualizado são os objetos de aprendizagem. Embora os objetos de aprendizagem maiores sejam mais fáceis de administrar são menos fáceis de recontextualizar para outros cenários de aprendizagem diferentes daqueles para os quais foram inicialmente previstos. Nesta visão, os objetos de aprendizagem menores podem ser mais precisamente definidos, mas demandam maior esforço para organizá-los de forma que facilite suas localizações.

Estaremos assumindo nesta pesquisa que os objetos de aprendizagem podem ser entendidos como “segmentos” de informação autônoma que se destinam à utilização em situações de aprendizagem à distância, presenciais ou híbridas, combinando estas duas modalidades. Neste contexto, nosso trabalho é influenciado fortemente pelas idéias de WILEY (2000) a respeito dos objetos de aprendizagem, pois para ele:

[...] embora grupos de trabalho e diferentes instituições ainda definam os conceito de “objetos de aprendizagem” de diversas maneiras distintas, o que de fato constitui um verdadeiro objeto de aprendizagem como parte de um conteúdo a ser ensinado em um contexto é a definição dos usuários (educadores) de que tal objeto é útil e significativo para eles. Dessa forma, tais usuários (educadores) precisam ser envolvidos durante o processo de validação dos objetos em seus contextos de instrução. [...] um objeto é de aprendizagem quando os usuários (educadores) em um contexto particular concordam que este objeto é considerado como tal (tradução da mestranda).

Dentro desta visão de WILEY (2000), acreditamos que os alunos ao entrarem em contato com objetos de aprendizagem inseridos em uma atividade planejada e intencional podem passar a fazer uso de trocas simbólicas com estes recursos digitais, estimulando as capacidades de representação dos estudantes e gerando formas de raciocínio não evidenciadas na interação dos alunos com seu mundo físico.

Nosso interesse está concentrado no campo da Matemática, onde um mesmo objeto de estudo poderá ter suas representações criadas a partir do dinamismo obtido através da manipulação direta do aluno sobre o objeto de aprendizagem que se apresenta na tela do computador. De forma similar a WILEY (2000), trabalharemos apenas com os recursos digitais, enfatizando principalmente de quais formas os objetos de aprendizagem escolhidos para esta pesquisa, na visão dos docentes entrevistados, podem fornecer aos alunos meios para que as manipulações sobre tais módulos possam refletir os significados matemáticos que se pretende alcançar.

## 2.2 Características

Apesar da inexistência de um senso comum para a definição de um objeto de aprendizagem, suas características são praticamente descritas de forma similar. De acordo com a visão de WILEY (2000), GIBBONS et al (2000), LONGMIRE (2000) e MERRILL (1998), podemos citar como os principais atributos de um objeto de aprendizagem:

- **Interatividade**, que possibilita um envolvimento do estudante com o conteúdo de alguma forma, podendo ver, ouvir ou mesmo responder a algum evento em resposta a uma interação com o objeto de aprendizagem;
- **Granularidade**, que evidencia de que forma um objeto de aprendizagem pode ser agrupado em conjuntos maiores de conteúdos, incluindo estruturas tradicionais de cursos;
- **Reusabilidade**, que representa a potencialidade de um objeto poder ser usado em diferentes contextos e para diferentes propósitos, não exclusivamente para o qual foi concebido;
- **Interoperabilidade**, que descreve a potencialidade de utilização de um objeto de aprendizagem, indiferentemente das plataformas envolvidas (em acordo com o escopo definido para a utilização deste objeto e explicitado em seus metadados);

- **Conceituação**, que demonstra o vínculo essencial existente entre um objeto de aprendizagem e o conteúdo que se pretende abordar ao utilizá-lo como ferramenta em um processo de ensino-aprendizagem;
- **Identificação por Metadados**, que descreve as informações relacionadas à identificação, conteúdo e histórico de um objeto de aprendizagem, permitindo que seja facilmente localizado por mecanismos de busca, e desta forma, esteja disponível para quem desejar assim utilizá-lo.

### 2.2.1 Interatividade

Conforme KAPUT (1992), o professor ao utilizar somente o caráter estático de um conceito, ou seja, um conjunto de símbolos e palavras ou desenho a ser memorizado, muitas vezes não auxilia a construção do significado em jogo por parte do aprendiz. Segundo este pesquisador, "a transição contínua entre estados intermediários é um recurso importante dos programas de representação dinâmicos, sob o ponto de vista cognitivo" (tradução da mestranda).

A interatividade é apresentada por WILEY (2000), GIBBONS et al (2000) e LONGMIRE (2000) como a dinâmica existente entre ações do aluno e reações do ambiente. Segundo eles, esta troca vai muito além da reação do sistema ao informar sobre acerto ou erro em decorrência da ação do aluno. A interatividade, para eles, ocorre quando o sistema oferece suporte às concretizações e ações mentais do aluno como formas de materializar diversas representações dos objetos em estudo na tela do computador e também como forma de manipular estes objetos via suas várias representações.

A interatividade, para estes pesquisadores, é uma das principais características que dão suporte às ações e reflexões sobre os objetos de aprendizagem, condição indispensável para o aprendizado de qualquer disciplina. Este envolvimento do estudante no processo de ensino-aprendizagem, através da interatividade de um objeto, é distinguido em três dimensões por HAMMOND (1993): controle, envolvimento e síntese.



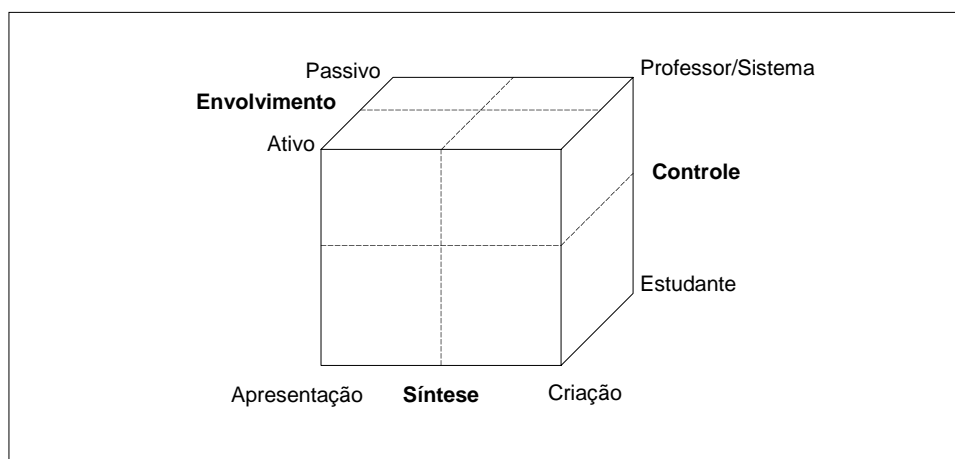


Figura 2: Grau de controle, envolvimento e síntese de um estudante no processo de ensino-aprendizagem interativo segundo HAMMOND (1993) (tradução da mestranda)

Para HAMMOND (1993), o *controle* se refere ao grau em que o estudante controla sua exposição aos materiais e atividades de aprendizagem. Como exemplos desta característica, o autor cita um esquema de controle passo a passo via instrução programada rígida, *tours* guiados com seqüências fixas, mas opcionais, e até ferramentas de navegação flexíveis que possibilitam ver todos os recursos disponíveis nos objetos de aprendizagem.

A segunda dimensão está ligada ao *envolvimento* do aluno no processo de ensino-aprendizagem, ou seja, à extensão em que o estudante é comprometido neste processo, definindo em que grau ele deve processar o material ativamente em vez de apenas fazê-lo passivamente. Como exemplos, o autor cita a execução de experimentos de simulação, a participação em jogos de aprendizagem competitivos, ou ainda a realização de tarefas externas ao computador.

A *síntese*, para HAMMOND (1993), refere-se à natureza da atividade de aprendizagem. O estudante pode ter permissão apenas para ver apresentações preparadas, ou pode ser motivado a fazer anotações, ou ainda pode ser solicitado a criar sua própria apresentação usando o material de informação disponível de acordo com suas metas e idéias pessoais.

Portanto, para HAMMOND (1993), a interatividade está associada às diferentes combinações que podem existir entre as dimensões de controle, envolvimento e síntese do estudante na tarefa a qual foi designado. É importante

ênfatizar que HAMMOND (1993) não privilegia um ou outro nível e que também ele não espera que um objeto de aprendizagem esteja em todos os níveis de interatividade ao mesmo tempo. Para este pesquisador, envolver a mente dos estudantes em atividades desafiadoras e provocativas assim como lhes dar a chance de aproveitar o espaço criativo existente no objeto de aprendizagem manipulado pode tornar tal objeto de aprendizagem bastante interativo, embora ele não tenha sido criado com um alto grau de interatividade do ponto de vista de perguntas e respostas.

Neste pesquisa concordamos com a visão de HAMMOND (1993) e adotaremos que a interatividade é uma característica do objeto de aprendizagem que vai além de somente corresponder à natureza da atividade proposta: ela se vincula à forma com que se propõe o uso do objeto de aprendizagem bem como de quais maneiras os alunos podem interagir reflexivamente com ele. Acreditamos que, como participantes ativos no processo de aprendizagem, os estudantes podem afetar a maneira pela qual lidam com o material a ser aprendido, investindo seu esforço e habilidade para compreender o conteúdo apresentado.

Descartaremos nesta pesquisa a visão de interatividade dos objetos de aprendizagem ligada somente aos aspectos de uso de recursos onde o estudante é solicitado constantemente a apertar teclas e avançar pelas unidades de informação, e pode cognitivamente permanecer bastante passivo. Adotaremos, portanto, a interatividade de um objeto de aprendizagem vista como um estímulo à reflexão dos alunos sobre o conteúdo abordado, seguindo a visão de HAMMOND (1993).

### **2.2.2 Granularidade**

Segundo MCCALLA et al (1994), um aspecto importante dos objetos de aprendizagem é a granularidade de representação das informações. Conforme estes pesquisadores, a granularidade se refere ao nível de detalhe com que um conceito é representado para poder ser manipulado, podendo variar da granularidade fina a mais grossa.

Para MCCALLA et al (1994) entende-se como granularidade grossa o acoplamento de diversos conceitos, de forma a não poderem ser manipulados separadamente. Conforme estes pesquisadores, pela granularidade fina cada conceito é composto por partes menores que também podem ser tratadas separadamente, utilizando-se técnicas de mapeamento de informação tais como as definidas por HORN (1989).

Segundo SILVA (2004) a granularidade é “uma importante característica dos objetos de aprendizagem”, pois em sua visão, embora não exista um consenso entre os autores sobre o melhor tamanho dos objetos, acredita-se que devam existir diferentes níveis de granularidade. Segundo esta pesquisadora os níveis de granularidade seriam:

- Arquivos digitais simples, equivalendo a atividades textos, imagens e vídeos;
- Arquivos digitais compostos, que correspondem à combinação de textos, imagens e atividades;
- Situações didáticas simples, que correspondem a combinações de arquivos digitais compostos;
- Situações didáticas compostas, que são a combinação de várias situações didáticas simples.

Neste estudo compartilhamos os mesmos pontos de vista de MCCALLA et al (1994) e SILVA (2004), de tal forma que quanto menor a granularidade de um determinado objeto de aprendizagem, maior a possibilidade de sua reutilização e menos contextualizado ele se encontra. De forma similar, assumiremos nesta pesquisa que quanto maior a granularidade de determinados objetos de aprendizagem, existirá maior facilidade de administração dos mesmos devido à quantidade menor deles, porém serão menos fáceis de recontextualizar para outros cenários de aprendizagem diferentes daqueles para os quais foram inicialmente previstos, pois compartilhando a visão de MCCALLA et al (1994), tais objetos de aprendizagem acoplarão diversos conceitos, de forma a não poderem ser manipulados separadamente.

### 2.2.3 Reusabilidade

Um dos primeiros propósitos dos objetos de aprendizagem era possibilitar a criação de novos objetos que seriam construídos a partir da reutilização de materiais já existentes e também através de novas combinações entre estes diferentes módulos, característica similar aos objetos das Ciências da Computação. Entretanto, algumas ressalvas devem ser levadas em consideração.

A primeira delas se refere à dificuldade de classificação pedagógica dos objetos de aprendizagem disponíveis por parte dos professores. Embora um objeto de aprendizagem menor requeira menor esforço para classificá-lo como útil ou não dentro do planejamento de atividades do professor, este objeto requer mais tempo de análise que um pequeno número de grandes objetos. Além disso, a associação entre os objetos de aprendizagem não ocorre de uma forma qualquer: eles possuem características tanto de conteúdo quanto estruturais e técnicas, que impossibilita esta combinação indiscriminada.

Similar à metáfora do LEGO, descrita anteriormente nesta pesquisa, para o pesquisador WILEY (2000) não é possível utilizar o potencial de reusabilidade dos objetos de forma a estabelecer os vínculos entre eles sem critérios bem estabelecidos, ou seja, a reusabilidade não é um processo automático. Logo, para ele, a metáfora do átomo melhor descreve esta rica complexidade de conexão entre os objetos de aprendizagem. Além de características relacionadas à infraestrutura, plataforma e interface visual, cada um dos objetos que potencialmente poderão ser reutilizados em outros contextos, também deverão somente ser combinados com outros que possuem abordagens pedagógicas similares.

Em nossa pesquisa, assumiremos a reusabilidade conforme descrita por WILEY (2000), que argumenta que esta característica não é uma obrigatoriedade e nem acontece de forma automática sem uma avaliação do próprio usuário do objeto, mas ela pode acontecer em consequência das similaridades que os objetos de aprendizagem podem apresentar em relação à intencionalidade do planejamento das atividades previstas pelo professor para o uso de tais elementos.

#### 2.2.4 Interoperabilidade

Interoperável, de acordo com o SCORM (2004), significa dizer que um objeto está apto a “operar entre uma grande variedade de equipamentos, sistemas operacionais ou *browsers web*” (tradução da mestranda). De fato, quando um objeto de aprendizagem é criado seguindo os padrões SCORM (2004), as características de ambientes operacionais e técnicos onde o objeto poderá funcionar estarão presentes nas informações de metadados do objeto de aprendizagem, que identificam suas principais características técnicas e pedagógicas.

O pesquisador SINGH (1999) expõe que a interoperabilidade, em sua visão, corresponde a:

[...] capacidade de permitir que um conteúdo ou outros dados possa ser trocados e compartilhados por diferentes ferramentas e sistemas [...] Tal integração é possível apenas por protocolos abertos, os quais permitem que uma organização ou sistema possa trocar informações com fornecedores, parceiros e clientes em um formato que acomode cada um destes sistemas organizacionais (tradução da mestranda).

HENDERSON (2000) descreve o conceito de interoperabilidade dizendo que “componentes não são padronizados em sua operação, mas eles são padronizados nos modos em que eles se interconectam” (tradução da mestranda) e é a partir deste padrão de interconexão que a interoperabilidade é estabelecida.

Para ROBSON (1999), os metadados, que correspondem às informações relacionadas à identificação, conteúdo e histórico de um objeto de aprendizagem, possuem um papel fundamental nas características de definição da interoperabilidade, pois “a real contribuição dos metadados é fornecer quais são habilidades do objeto em questão em relação aos ambientes especializados para possibilitarem a contínua comunicação efetiva entre vários objetos em diferentes plataformas” (tradução da mestranda). Os metadados, segundo este pesquisador, deveriam realizar esta identificação de plataformas através da especificação e descrição precisa de como os objetos foram modelados assim como prover informações a respeito de possíveis adaptadores que funcionariam como canais

de comunicação entre as trocas de informação que seriam realizadas pelos objetos. O IMS (2000) indica como isso deve ser feito utilizando um modelo conceitual elaborado a partir de um pacote interoperável.

Na tentativa de estabelecer certos padrões para a tornar um objeto de aprendizagem interoperável, o padrão SCORM (2004) surgiu afetando diretamente as atividades de planejamento por parte dos arquitetos dos objetos de aprendizagem, já que a arquitetura da informação de um conteúdo passa a sofrer restrições por parte do padrão adotado a fim de tornar o objeto de aprendizagem em questão interoperável entre vários ambientes de aprendizagem.

Segundo LUCENA (2003), a partir da criação destes padrões de comunicação entre os objetos de aprendizagem e o ambiente onde eles se encontram inseridos, surgiu o conceito de *Learning Management System* (LMS), que possibilitou automatizar a administração dos eventos ocorridos dentro deste ambiente, registrando as ações dos usuários, organizando cursos em catálogos e gravando os dados de utilização dos alunos para fins de análise, trilhas e estatísticas. De acordo com LUCENA (2003):

Um LMS foi projetado para lidar com cursos desenvolvidos por múltiplas publicações e provedores. Usualmente não inclui capacidade própria de autoria, mas procura manter a compatibilidade com cursos criados por uma variedade de outras fontes.

Segundo LUCENA (2003), para que a característica de interoperabilidade de um objeto de aprendizagem seja mantida, não é possível estabelecer um diálogo direto entre os objetos de aprendizagem, ou seja, eles não se comunicam entre si, mas sim de um objeto de aprendizagem para o LMS e do LMS para o outro objeto de aprendizagem, garantindo um controle mais preciso das informações capturadas pelo LMS no recolhimento de dados. Para LUCENA (2003), este processo garante a interoperabilidade de um objeto de aprendizagem visto que independentemente do ambiente o qual ele se encontra inserido, a forma de disponibilização das informações com este meio seguirá sempre o mesmo padrão de comunicação e troca de mensagens, tornando-o apto para ser utilizado em diferentes ambientes.

Adotaremos nesta pesquisa as visões de SINGH (1999) e LUCENA (2003) de forma que a interoperabilidade de um objeto de aprendizagem será entendida como uma característica que possibilita que um mesmo objeto de aprendizagem, possa ser utilizado em diversos ambientes e plataformas, sempre se comunicando com o meio o qual se encontra inserido através de certos padrões de comunicação, ilustrando a participação individual de cada aprendiz bem como sugerindo melhorias a serem analisadas e incorporadas para a busca e construção de um cenário ideal de ensino.

### **2.2.5 Conceituação**

LONGMIRE (2000) sugere que, através de um conjunto de atividades dinâmicas de aprendizagem, os estudantes podem ser apresentados a uma grande variedade de objetos, todos eles representando um mesmo conteúdo ou um conteúdo similar em diferentes formas, com diferentes termos, representações e quadros de referência. Na visão deste autor, diferenças e dissonâncias no conteúdo e a forma como ele é apresentado nos objetos podem auxiliar a construir uma base de aprendizagem direcionada pelo próprio aluno, através da exploração das atividades deste objeto e compreensão dos conceitos envolvidos nestas tarefas.

Em uma outra visão, para os pesquisadores BLUMSACK et al (2002), definir o conteúdo a ser abordado em um objeto de aprendizagem é fundamental para a coerência do mesmo, pois:

a aplicação de objetos de aprendizagem digitais deve estar alinhada a vários aspectos do conteúdo a ser ensinado. Muito além de modificar o conteúdo a fim de acomodar os objetos de aprendizagem, os educadores precisam garantir que o uso de tais objetos está alinhado aos objetivos das lições do curso (tradução da mestranda).

Seguindo este mesmo ponto de vista, SOSTERIC et al (2002) propõem que conceituação dos objetos de aprendizagem deve estar vinculada à “intencionalidade de utilização para propósitos educacionais, que inclui, tanto internamente, como via associação, sugestões sobre o contexto apropriado para sua utilização” (tradução da mestranda).

Para SOSTERIC et al (2002), o contexto o qual o objeto de aprendizagem fará parte é um dos fatores essenciais para estabelecer o vínculo do uso destes objetos de aprendizagem intencionalmente em um planejamento de atividades programado pelo professor.

Desta forma, assumiremos nesta pesquisa as visões de LONGMIRE (2000), BLUMSACK et al (2002) e SOSTERIC et al (2002) interpretando que conceitualizar um objeto de aprendizagem significa estabelecer vínculos intencionais entre os propósitos deste objeto com os conteúdos curriculares inseridos no planejamento do professor.

### **2.2.6 Identificação por Metadados**

Os objetos de aprendizagem podem ser armazenados em repositórios e, para que sejam localizados por meio de mecanismos de busca, devem estar catalogados com informações que o identifiquem. Estas informações de identificação são denominadas metadados.

Os metadados podem ser simples, como a descrição do nome do autor do objeto ou complexos e subjetivos, como a descrição dos estilos de aprendizagem, o público alvo ou mesmo a opinião de um grupo sobre determinado tema. Para MASIE (2003):

O propósito e utilidade dos metadados é que os mesmos permitem a habilidade de descrever com riqueza e identificar conteúdos, localizar, combinar e distribuir o conteúdo certo para a pessoa correta no momento certo (tradução da mestranda).

Os metadados facilitam a busca e permitem que os interessados em um determinado tema, a partir da leitura e análise das restrições e informações disponibilizadas, possam reutilizar objetos de aprendizagem já criados. É de consenso geral entre os pesquisadores de objetos de aprendizagem que o metadado corresponde a um fator crítico, visto que um objeto somente será reutilizado a partir do momento em que primeiramente for encontrado.



Entre estes pesquisadores, SINGH (1999) e LONGMIRE (2000), destacam que um objeto somente se torna acessível e reutilizável quando seus metadados são utilizados para descrever suas características e categorizá-lo como tal. QUINN (2000) ainda enfatiza que informações tais como autor, formato, tamanho, requisitos de plataformas são algumas das categorias mais abordadas.

Embora exista um consenso geral da necessidade de descrição das informações dos objetos nos metadados, as pesquisas nesta área parecem estar divididas a como um metadado deve ser associado a um objeto. LONGMIRE (2000), por exemplo, descreve os metadados como sendo um ingrediente de um objeto tal qual seu próprio conteúdo, enfatizando que “há dois requisitos principais que compõem um objeto de aprendizagem: o conteúdo em si e suas informações de metadados” (tradução da mestranda). DOVEY (1999) argumenta que a integração dos metadados aos objetos é intrínseca da análise orientada a objetos, da Ciências da Computação, caracterizada pela combinação dos “dados e códigos que oferecem conhecimentos das entidades em questão” (tradução da mestranda).

Nem sempre o objeto de aprendizagem e seus metadados ficam armazenados fisicamente no mesmo local ou fisicamente juntos. O pesquisador ROBSON (1999) sustenta a idéia de que os “metadados podem ser associados com recursos, e não necessariamente devem estar anexados a eles” (tradução da mestranda). Dentro desta visão, podemos citar como exemplo, os repositórios *EOE*<sup>3</sup> e o *MERLOT*<sup>4</sup>. Estes dois repositórios fornecem uma lista de vários componentes que são localizados por seus metadados, porém a localização física é dada por um endereço na *Internet* onde efetivamente aquele objeto está disponível.

---

<sup>3</sup> EOE. O projeto EOE – Educational Object Economy – inicialmente surgiu oferecendo somente indicações de endereços na Internet de simulações para que os usuários trocassem experiências e formassem uma comunidade de aprendizagem. Em seguida o projeto evoluiu e essas simulações foram organizadas em bancos de dados, com regras de catalogação que possibilitavam recuperá-las e reutilizá-las em contextos variados. Disponível na Internet em <http://www.eoe.org>. Acesso em 29 de Julho de 2005 às 09:14:11.

<sup>4</sup> MERLOT. O Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching é um repositório de objetos de aprendizagem localizado na Universidade do Estado da Califórnia - EUA. Maiores informações disponíveis na Internet em <http://www.merlot.org>. Acesso em 2 de Agosto de 2005 às 21:58:12.

Nesta pesquisa concordamos com a visão de MASIE (2003) que sustenta que o maior objetivo e utilidade dos metadados são permitir descrever as características técnicas, as pedagógicas, as restrições e a identificação dos conteúdos dos objetos de aprendizagem. Deste modo, tal objeto assim classificado poderá ser encontrado pelo usuário interessado no momento adequado para ele bem como ser reutilizado em diversos contextos.

No próximo capítulo abordaremos um breve histórico do projeto RIVED-Brasil, sua implementação e suas considerações sobre o conceito de objeto de aprendizagem adotado bem como descreveremos alguns outros projetos similares existentes no Brasil.

### 3 PROJETO RIVED

Apresentaremos neste capítulo alguns aspectos relacionados ao processo de criação do projeto RIVED no Brasil, destacando seu esboço histórico, principais objetivos, considerações sobre o conceito de objeto de aprendizagem adotado pelo projeto e metas a serem alcançadas. Após isso, apresentaremos também alguns outros projetos similares desenvolvidos dentro do contexto nacional.

#### 3.1 Esboço Histórico

A Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED), inicialmente denominada International Virtual Education Network (IVEN), foi concebida como um projeto de aperfeiçoamento e de apoio à distância ao trabalho de professores que atuam no ensino de Matemática, de Biologia, de Física ou de Química em aulas presenciais. Promovido pelo Banco Internacional de Desenvolvimento (BID) e pela Unesco, o projeto RIVED possuía como âmbito de atuação, em princípio, a América Latina e o Caribe, mas seu espaço de elaboração tem se dado, inicialmente, em um pequeno e variável conjunto de poucos países, que na atualidade se constitui de Brasil, Peru e Venezuela.

Segundo MENEZES (2002), a concepção e a implementação inicial do RIVED surgiu de um conjunto de encontros, respectivamente em Brasília (janeiro/1999), em Washington (dezembro/1999), no Panamá (maio/2000) e em Brasília novamente (junho/2000) envolvendo representantes dos países participantes, inicialmente Brasil, Colômbia, Panamá, Peru e Venezuela, além dos representantes do BID, da Unesco e da *Knowledge Enterprise*, empresa responsável pela elaboração dos documentos iniciais do projeto RIVED.

O objetivo principal do projeto RIVED é produzir soluções baseadas no uso da informática para apoio ao nível fundamental e médio de Ciências (Biologia, Física e Química) e Matemática. É um projeto que inclui o *design* de atividades de ensino e aprendizagem, a produção de materiais didáticos multimídia, a capacitação de pessoal bem como uma rede de distribuições de informações e dos módulos produzidos.

Para permitir a reutilização dos materiais produzidos entre países participantes do projeto, ocorreu inicialmente uma divisão do currículo sugerido para ser abordado em módulos. Mapeados os conteúdos curriculares das quatro áreas (Física, Química, Matemática e Biologia) em cada um dos países, os participantes estabeleceram um mapeamento de assuntos em comum entre estas nações. Apesar das coincidências, cada país, entretanto, tratava com diferentes ênfase e abordagem pedagógica os mesmos conteúdos.

Na tentativa de solucionarem este problema de padronização e possibilitarem a reutilização dos materiais produzidos entre os países, o projeto RIVED passou a adotar uma nova concepção baseada na utilização de objetos de aprendizagem e não mais em módulos que deveriam ser reutilizados por completo. A concepção e a produção destes módulos passaram a seguir a organização proposta na *Educational Modelling Language*, que segundo KOPER (2002), estabelece que os módulos educacionais sejam compostos por um conjunto de atividades construídas com a ajuda de objetos aprendizagem. Desta forma, na visão de NUNES et al (2003):

qualquer módulo pode ter mais de uma apresentação - o professor escolherá a que mais lhe convém -, criando assim a possibilidade de reaproveitamento de atividades e objetos de aprendizagem para a adequação a diferentes culturas e concepções pedagógicas. [...] O sistema facilita a utilização dos módulos como um todo ou simplesmente uma ou várias atividades que compõem o módulo.

Para o projeto RIVED-Brasil, portanto, um módulo educacional digital abrange uma unidade curricular das áreas de Biologia, Física, Química ou Matemática, definida a partir do mapeamento do currículo do Ensino Médio ou Fundamental. Este módulo deve conter uma documentação técnica e pedagógica bem como atividades compostas por objetos de aprendizagem a serem utilizados por alunos em ambiente informatizado, mediado por professores em aulas presenciais.

O projeto RIVED no Brasil é executado e dirigido por uma equipe em Brasília, responsável por estudar e desenvolver o processo de produção e os padrões de qualidade dos módulos educacionais digitais. A fim de intensificar o

processo de desenvolvimento e produção destes módulos, o MEC selecionou 16 universidades públicas para se tornarem membros da Fábrica Virtual do projeto. Todas as instituições pertencentes à Fábrica Virtual implementam os módulos educacionais de acordo com as especificações técnicas, mapeamento de conteúdos, processos de produção e padrões de qualidade especificados pela equipe-diretora do projeto RIVED-Brasil, sendo que a propriedade intelectual dos mesmos pertencerá ao Ministério da Educação brasileiro.

Criada no início de 2005, a Fábrica Virtual é uma expansão do projeto e possibilitará às universidades envolvidas participar do processo de produção dos módulos educacionais do RIVED. Segundo o site RIVED (2005), a Fábrica Virtual incentiva à produção de módulos digitais de aprendizagem por meio da concessão de bolsas a equipes de instituições públicas de ensino superior interessadas em criar este tipo de material. Após o período de seleção das escolas, a partir de julho/2005 as instituições públicas selecionadas passaram por um processo de capacitação antes de dar início à produção efetiva do material.

O projeto RIVED pretende abranger a implementação de um total de 145 módulos educacionais que serão desenvolvidos por equipes técnico-pedagógicas de cada um dos países-membro. A cota do Brasil corresponde a 50 módulos, dos quais 12 já estavam em fase de acabamento em 2002, segundo informações do MEC-Brasil disponíveis no site RIVED (2005). Ainda segundo o site RIVED (2005) este projeto é importante para o Brasil tanto pela possibilidade de aplicação no refinamento da capacidade brasileira de desenvolvimento de módulos, quanto pela perspectiva de abertura da utilização destes módulos nas escolas brasileiras, processo ainda pouco utilizado nas instituições públicas de ensino.

No âmbito nacional, o projeto RIVED-Brasil prevê a capacitação de cerca de 14 mil professores de escolas públicas assim como a preparação de infraestrutura para o uso dos módulos educacionais disponibilizados. O projeto estima a provável existência de pelo menos um computador para cada dois alunos nas escolas participantes do projeto, possibilitando que uma dupla de alunos possa discutir algumas dúvidas entre si sobre o tópico curricular abordado e tentar resolver juntos as situações propostas nas atividades de cada módulo educacional.

Ao longo do ano de 2000, o objetivo do projeto, foi implantar um Comitê Diretor Internacional e a Secretaria Executiva Nacional Brasileira a fim de definirem as estratégias e padrões como também organizar um levantamento das condições da educação em Ciências e Matemática nos ensinos médio e fundamental no Brasil. Diversas reuniões, entre 2000 e 2002, visaram detalhar as ações e verificar os andamentos do projeto, respeitando as diferenças de ritmo entre os países participantes e levando em conta suas especificidades.

Publicado em maio/2000, o documento central do projeto, denominado *Project Design*, abrange as estratégias educacionais, os pressupostos discutidos desde os primeiros encontros assim como os elementos que justificam e orientam sua atuação, tanto de uma perspectiva estratégica global quanto do estabelecimento das bases conceituais para a atuação educacional. O esforço concentrado e cooperativo entre as nações da América Latina visa integrar o RIVED com outros projetos internacionais de educação já em uso no mundo. Segundo MENEZES (2002), para que os países-membro consigam atingir estas metas:

Indiscutivelmente, é central para isso o papel do aprendizado científico e matemático, em que se funda a proposta da Rede. Desde uma perspectiva conceitual de educação, também é preciso garantir um salto de qualidade, lado a lado com o salto quantitativo que muitas das nações latino-americanas já estão promovendo em sua educação básica

O pesquisador MENEZES (2002) destaca ainda que o projeto RIVED não busca ser um projeto de ensino a distância para os alunos e sim um fornecedor de apoio e aperfeiçoamento, em princípio à distância, de professores que procuram por recursos digitais para complementar suas atuações em aulas presenciais, utilizando laboratórios de informática ou ambientes informatizados para empregarem tais recursos.

Além do documento de concepção do projeto (*Project Design*), existe um outro documento denominado plano operativo (*Plan of Operations*) que procura estruturar as ações previstas e estabelecer um cronograma para as mesmas. Segundo este documento, as fases preparatória e piloto do projeto RIVED no Brasil deveriam ser cumpridos ou iniciados ao longo do ano 2000, a fase de

desenvolvimento e testes experimentais completada ao longo do ano de 2001 e a etapa de implementação dos módulos educacionais seriam desenvolvida a partir de 2002. Na prática, todas estas etapas sofreram, em média, atraso de dois anos. No caso da fase de implementação, por exemplo, o projeto mudou sua abordagem inicial e partiu para a criação da Fábrica Virtual, não prevista inicialmente. A etapa de seleção das instituições públicas para comporem esta estrutura e, a partir, daí desenvolverem os módulos em escala, iniciou-se em meados do ano de 2004, conforme as previsões do edital publicado em fevereiro deste mesmo ano:

<b>Atividade Prevista</b>	<b>Data Estimada</b>
Publicação do edital	13/02/2004
Data máxima para recebimento de propostas	26/03/2004
Divulgação do resultado de participação do curso de formação	05/04/2004
Início do curso de formação	26/04/2004
Divulgação do resultado das equipes selecionadas	Até 15/08/2004
Desenvolvimento dos módulos (última etapa com as 12 Instituições selecionadas)	Até 15/08/2005

Tabela 1: Cronograma previsto do processo de seleção da Fábrica Virtual do RIVED-Brasil

Fonte: Edital projeto RIVED/Fábrica Virtual – Seleção Pública de Equipes e Produção de Módulos Educacionais Digitais, 2004

### **3.2 Implementação do Projeto RIVED no Brasil**

Para que os objetos de aprendizagem e módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil fossem produzidos, foi adotada a estratégia de utilização da força de trabalho de várias universidades públicas de ensino a fim de que tais instituições pudessem implementar, a partir de padrões anteriormente estabelecidos pela comissão organizadora do RIVED-Brasil, os módulos digitais de forma paralela e maior escala.

A partir de um edital, 33 universidades públicas foram inscritas, dentre as quais 16 foram selecionadas para um treinamento ao mesmo tempo de caráter preparatório e eliminatório. Preparatório no sentido de fornecer subsídios para

que as equipes se sentissem confortáveis com os padrões, regras e iniciativas que deveriam seguir para implementarem os objetos de aprendizagem que estariam responsáveis. Eliminatório, pois entre as 16 universidades públicas, somente as 12 de melhor desempenho permaneceriam no projeto RIVED-Brasil. Segundo a comissão responsável pelo projeto, devido à surpreendente performance na primeira fase das 16 equipes selecionadas, a equipe-diretora do projeto decidiu permanecer com todas elas. Estas universidades assinaram contrato de um ano com o Ministério da Educação, periodicamente renovável e, em parceria com o RIVED, elas possibilitarão uma produção média de 48 módulos educacionais anuais.

A implementação em escala operacional real já se iniciou e, em Setembro/2005, o projeto RIVED no Brasil já conta com cerca de 19 módulos educacionais, divididos da seguinte forma:

- 4 módulos educacionais da disciplina de Biologia
- 5 módulos educacionais da disciplina de Física
- 6 módulos educacionais da disciplina de Matemática
- 4 módulos educacionais da disciplina de Química

Os módulos educacionais na disciplina de Matemática abrangem os seguintes domínios de estudo:

- 1 módulo educacional sobre Geometria Plana e Medidas
- 1 módulo educacional sobre Geometria Analítica
- 1 módulo educacional sobre Geometria Espacial
- 1 módulo educacional sobre Funções Lineares e Quadráticas
- 1 módulo educacional sobre Probabilidade
- 1 módulo educacional sobre Estatística



Além da criação dos módulos digitais em si, o projeto planejou também a criação de um repositório virtual para todo o material produzido, hospedado na *Internet*, onde as escolas e os professores poderão ter acesso a todos os objetos de aprendizagem produzidos. Antes que a produção da Fábrica Virtual seja disponibilizada em larga escala para ser utilizada nas instituições públicas de ensino fundamental e médio, o Ministério da Educação prevê que sejam feitos testes em 50 escolas-piloto e capacitação de professores para somente então, estudar a melhor forma de fazer com que escolas de todo o país tenham acesso aos módulos educacionais e objetos de aprendizagem produzidos.

### **3.3 Considerações do Projeto RIVED-Brasil sobre o Conceito de Objeto de Aprendizagem**

No capítulo anterior foram apresentadas várias definições e características dos objetos de aprendizagem a partir de diferentes perspectivas de alguns autores.

Segundo informado em seu site, o projeto RIVED-Brasil é influenciado pelas argumentações do autor WILEY (2005) e considera os objetos de aprendizagem como componentes ou unidades instrucionais, reutilizáveis e exclusivamente digitais, alinhadas aos objetivos educacionais propostos intencionalmente, com o intuito de estimular, apoiar ou otimizar o processo de ensino-aprendizagem de aulas, presenciais, à distância ou híbridas, em ambientes informatizados.

A partir da estrutura proposta pelo projeto RIVED-Brasil, um módulo educacional é formado por várias atividades que englobam componentes ou unidades instrucionais que são denominados objetos de aprendizagem. Tais objetos de aprendizagem podem ser usados separadamente, combinados ou recombinados para a composição de uma unidade temática maior em diversas disciplinas. Adotando as idéias de WILEY (2000) sobre reusabilidade, o projeto RIVED-Brasil possibilita três perspectivas de uso. A primeira delas corresponde ao fato de um módulo educacional ser utilizado por completo, na forma atualmente implementada e disponível no repositório do projeto. Na segunda

perspectiva de uso, apenas algumas das atividades disponíveis em cada um dos módulos educacionais poderão ser utilizadas, permitindo surgir um primeiro nível de personalização do módulo educacional. Finalmente, na última perspectiva de uso, somente alguns dos objetos de aprendizagem contidos nas atividades existentes nos módulos educacionais poderão ser utilizados, permitindo ao usuário propor novas atividades alinhadas a suas concepções com o uso destes objetos de aprendizagem.

Estaremos dirigindo esta pesquisa para o uso dos objetos de aprendizagem selecionados do projeto RIVED-Brasil em aulas presenciais de Matemática auxiliadas pelo uso do computador, porém nada impede que, conforme evidenciado anteriormente, outras pesquisas usem estes mesmos objetos de aprendizagem em outras modalidades de aulas ou mesmo em outras disciplinas.

### 3.4 Outros projetos similares no Brasil

#### 3.4.1 LabVirt

O LabVirt<sup>5</sup> – Laboratório Didático Virtual é uma iniciativa da Escola do Futuro da Universidade de São Paulo e tem como um de seus principais objetivos construir uma infra-estrutura pedagógica e tecnológica que facilite o desenvolvimento de projetos das disciplinas de Física e Química no ensino médio, através de publicações, discussões, comentários e consultas aos materiais disponibilizados. Para isso, conta com a construção colaborativa de objetos de aprendizagem por alunos e professores de escolas públicas e universidades assim como pesquisadores.

Durante o processo de elaboração dos objetos de aprendizagem, os alunos de segundo grau de escolas públicas, por intermédio de seus professores, identificam e propõem a implementação de conceitos e definições de Física e Química a partir de situações do cotidiano. Tais sugestões após serem desenvolvidas por alunos de universidades, professores e pesquisadores tornam-se disponíveis para uso de todos os alunos e educadores, que poderão também reutilizá-los e comentá-los quando assim desejar.

O objetivo deste projeto é, segundo o site LABVIRT (2005) é:

construir uma infra-estrutura pedagógica e tecnológica – comunidade de aprendizagem – que facilite o desenvolvimento de projetos de física e química nas escolas e incentive no aluno: o pensamento crítico, o uso do método científico, o gosto pela ciência e principalmente à reflexão e compreensão do mundo que o cerca.

Este projeto utiliza as simulações interativas e projetos educacionais como estratégias que se destacam nos módulos desenvolvidos para o projeto, todos armazenados no site do LabVirt na *Internet*. Cada objeto educacional é representado por seus respectivos metadados, que fornecem algumas informações sobre o módulo em questão. A opção de simulação apresenta uma seqüência dinâmica de tarefas relacionadas a um determinado tema das disciplinas de Física e Química. A opção de comentários fornece uma maneira

---

<sup>5</sup> Laboratório Didático Virtual. Disponível na Internet em <<http://www.labvirt.futuro.usp.br/>>. Acesso em 17 de Março de 2005 às 23:12:14.

para que os visitantes possam visualizar as avaliações, recomendações ou críticas de pessoas que já utilizaram ou que se interessaram pelas atividades propostas no objeto. Nesta opção de comentários também é possível a inserção de novas anotações por parte dos usuários do projeto LabVirt para que outras perspectivas e opiniões de outras pessoas possam estar disponíveis junto ao histórico do objeto selecionado e assim facilitem os critérios de escolha para utilização dos mesmos em atividades relacionadas às disciplinas de Física e Química.

### 3.4.2 CESTA

O projeto CESTA<sup>6</sup> (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem) foi elaborado com o objetivo de sistematizar e organizar o registro dos objetos educacionais que já estavam sendo desenvolvidos pela equipe de Pós-Graduação de Informática na Educação (PGIE) e do CINTED – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), para cursos de capacitação e aperfeiçoamento em áreas tais como Gerência de Redes, Vídeo-Conferência e em disciplinas relacionadas à pós-graduação *lato sensu* em Informática na Educação.

Todos os materiais disponibilizados têm sido desenvolvidos em modalidade à distância e considerável quantidade de material didático de apoio foi projetado e construído para apoiar atividades de aprendizagem. Alguns exemplos são vídeos sincronizados com material de apresentação, demonstrações, simulações, *CBT Computer Based Training (ToolBook)*, material interativo construído com programas de apoio para auto-avaliação usando a linguagem de programação Java, entre outros.

Além destes recursos considerados como objetos de aprendizagem na visão do projeto CESTA, também foram construídos, por pesquisadores e alunos do PGIE /UFRGS, diversos outros recursos de suporte à aprendizagem apoiada pela tecnologia da informação e comunicação, todos catalogados em sincronia com as normas do padrão *IEEE*<sup>7</sup> (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*).

---

<sup>6</sup> CESTA. Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem. Disponível na Internet em <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA>. Acesso em 18 de Março de 2005 às 17:57:58.

<sup>7</sup> IEEE. O Institute of Electrical and Eletronics Engineers desde 1996 tem sido responsável por publicações de especificações técnicas, recomendações e guias em diversas áreas técnicas, dentre elas, a tecnologia voltada à educação.

### 3.4.3 OE<sup>3</sup> – e-tools

O projeto OE<sup>3</sup> – e-tools<sup>8</sup> foi desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) com o intuito de apoiar o ensino e aprendizagem em Engenharia de Estruturas. O desenvolvimento do projeto OE<sup>3</sup> tenta, através do emprego de técnicas adequadas para o desenvolvimento de softwares na forma de objetos de aprendizagem e outras ferramentas computacionais voltados para a comunidade acadêmica de uma forma padronizada, compartilhar experiências com outras instituições que também desenvolvem trabalhos nessa área, com fins de cooperação e parcerias.

Os objetos de aprendizagem são classificados de duas formas distintas. Primeiramente por assuntos, onde são classificados de acordo com as disciplinas do curso de Engenharia Civil da UFPR e também por categorias estruturais, onde são organizados a partir dos sistemas construtivos fundamentais. Através da lista dos objetos de aprendizagens disponíveis no projeto, o usuário tem a possibilidade de navegar entre as opções de Visualizar, Detalhes e Avaliação.

Na opção de “Visualizar” é apresentados um desenho com os dados do problema, permitindo a alteração dos dados e conseqüente modificação do desenho. Após esta entrada de dados, o objeto de aprendizagem apresenta os gráficos gerados a partir das informações inseridas.

Na opção de “Detalhes” são apresentadas as informações de metadados do objeto em questão, tais como o autor, título, tecnologia utilizada para a implementação, o endereço de acesso na *Internet* e sua data de criação.

Na opção de “Avaliação” são apresentadas questões sobre os critérios de usabilidade e aprendizagem em relação ao objeto selecionado para que o usuário faça seu julgamento do módulo disponibilizado.

No capítulo a seguir apresentamos os módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil para este estudo bem como discorremos sobre as principais razões destas escolhas.

---

<sup>8</sup> OE<sup>3</sup> - e-tools. Objetos Educacionais para Engenharia de Estruturas. Disponível na Internet em <http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3>. Acesso em 27 de Março de 2005 às 09:25:01.

## 4 MÓDULOS EDUCACIONAIS SELECIONADOS DO PROJETO RIVED-BRASIL

Nesta seção descreveremos algumas pesquisas realizadas no campo da Educação Matemática que evidenciam algumas dificuldades dos alunos na aprendizagem dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como da Geometria Espacial. Também apresentaremos as atividades propostas e os guias disponíveis nos dois módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil.

### 4.1 Módulo Educacional 1: Funções Lineares e Quadráticas

Diversas pesquisas comprovam as dificuldades dos alunos ao estudarem as funções (entre elas DAGHER (1993), BORBA (1994), PETRIS et al (2003), TALL (1996), SANTOS (2002)), focando especialmente nos estudos que tratam das relações entre as representações algébricas e gráficas de uma função. O primeiro módulo selecionado do RIVED aborda justamente alguns destes aspectos que envolvem as conversões entre estes dois registros de representação.

As dificuldades dos estudantes no estudo de funções também têm sido investigadas em pesquisas que envolvem o uso da informática como mediadora do conhecimento. Entre estas pesquisas, DAGHER (1993) em sua tese de doutorado, investigou o problema da concepção entre as representações algébricas e gráficas das funções. Em seu estudo, juntamente com Olivier Artigue, elaborou um programa educacional chamado *Functuse*, cujo objetivo era o de proporcionar o entendimento da articulação entre os registros algébricos e gráficos das funções afins e quadráticas, especialmente permitindo inúmeras interações que arduamente eram realizadas em ambiente de papel e lápis. Este *software* mostrava uma curva na tela e o aluno tinha como objetivo encontrar a equação correspondente.

Trabalhando com dois grupos de alunos na França que cursavam o equivalente ao ensino médio (1º e 3º grau) no Brasil, DAGHER (1993) realizou um pré-teste, um pós-teste somente com papel/lápis e entre os testes eram

disponibilizadas sessões de ensino em um ambiente informático. Este estudo apontou que o efeito das sessões de informática foi positivo e possibilitou a uma boa parte dos estudantes, através da representação gráfica das funções dadas, uma melhor capacidade de estimar os valores dos coeficientes das funções afins e quadráticas. Outra conclusão do pesquisador foi comprovar que a articulação entre as representações algébrica e gráfica das funções no *software* proporcionou saltos qualitativos importantes por meio da interação de curta duração com o ambiente informático.

Interessados em investigar as dificuldades dos alunos no estudo de funções com o auxílio da informática, os autores DAGHER (1993) e BORBA (1994), entre outros pesquisadores enfatizam que, dentre as potencialidades que os programas de computador podem oferecer à Educação Matemática, a visualização na construção do conceito de função é indicada como fundamental. A exemplo disso, BORBA (1994) ressalta que o uso de lápis e papel favorece a abordagem algébrica das questões matemáticas, enquanto os programas computacionais privilegiam abordagens gráficas e visuais. Para este autor, os módulos educacionais informatizados podem auxiliar a “quebra da hegemonia das expressões algébricas, valorizando a visualização”. Vale mencionar que outros trabalhos (KAJLER (1992), LAMAGNA et al (1992), FATEMAN (1999)) enfatizam que, além do uso do lápis e papel, os aspectos algébricos também podem ser favorecidos pelo uso de planilhas e *Computer Álgebra Systems* (tais como os sistemas Macsyma, Maple, Mathematica e Axiom).

Outra evidência de trabalhos ligados ao estudo do processo de ensino-aprendizagem de funções utilizando-se recursos informatizados corresponde às pesquisas de PETRIS et al (2003) e TALL (1996).

Em seus estudos, PETRIS et al (2003) analisaram um programa gráfico chamado *Grapher*, utilizado para o ensino de funções, com a expectativa de que ele funcionasse como um ambiente de exploração onde os estudantes de 8ª série pudessem interagir e manipular uma amostra de dados coletados em diversos experimentos físicos. Nesta pesquisa, todos os alunos envolvidos participaram anteriormente de um treinamento para se familiarizarem com as características do programa *Grapher*. Entre as conclusões dos pesquisadores, podemos citar que o



objetivo de utilização de um *software* educacional envolve projetar a ferramenta de forma a refletir as práticas e atividades nas quais seus usuários participem regularmente e não apenas observem o que o computador faz “automaticamente”.

Em uma outra visão, TALL (1996) argumenta que uma concentração sobre os símbolos pode conduzir a uma visão privilegiada para a memorização de procedimentos, que gradativamente se tornam mais complexas conforme o número de regras aumenta. Entretanto, a concentração exclusiva no visual pode conduzir a um âmbito limitado, restringindo o poder de generalizações e conjecturas por parte dos alunos. Portanto, para este autor, os programas computacionais, quando utilizados no ensino dos conceitos de função, podem ser um realizador de tarefas repetitivas complexas assim como podem permitir aos alunos meios para que eles relacionem os aspectos visual e simbólico dos conceitos matemáticos de função.

Com o uso do computador e calculadoras gráficas no processo de ensino-aprendizagem de funções, vários autores (BORBA (1994), SOUZA (1996) e VILLAREAL (1999)) já apontaram com uma das vantagens o fato de que os ambientes computacionais favorecem abordagens matemáticas mais experimentais, caracterizadas pela formulação, rejeição, verificação e reformulação de hipóteses. Segundo BORBA (2001), as atividades realizadas em ambiente informatizado além de naturalmente trazerem a visualização para o centro da aprendizagem da Matemática, enfatizam também o aspecto da experimentação, fator importante para este pesquisador no ensino das funções. Neste sentido, este autor afirma que estes programas permitem que o aluno, na disciplina de Matemática, vivencie experimentos de modo semelhante aos das aulas de Biologia e Física:

Divididos em grupos, os alunos geram várias conjecturas e conseguem desenvolver argumentos para várias socializações dos resultados obtidos. É nesse momento que “conjecturas locais”, levantadas em sala de aula, são debatidas. Elas são descartadas ou são mantidas e ganham novas argumentações que lhe dão apoio a partir da fala dos colegas e do professor.

ROSCHELLE et al (2000) também enfatizam o uso de recursos computacionais para o ensino de funções através do *software* Mathworlds. De

acordo com estes pesquisadores, o ambiente Mathworlds foi concebido para prover uma coleção de recursos e elementos capazes de representar, simultaneamente, várias funções matemáticas. O objetivo principal, segundo ROSCHELLE et al (2000), é fornecer um ambiente que possibilite as múltiplas representações de um mesmo fenômeno, sempre conectado às simulações de movimentos do cotidiano, baseadas nos conceitos de posição, velocidade e aceleração.

Para ROSCHELLE et al (2000), dentre alguns dos recursos e elementos fornecidos pelo Mathworlds para a construção de situações de manipulação das representações de funções matemáticas estão um conjunto de gráficos, animações e uma variedade de atores (como palhaços, patos e outros) que se movem de acordo com as funções matemáticas estabelecidas. O Mathworlds, na visão de ROSCHELLE et al (2000), possibilita que todas as representações existentes no aplicativo de uma determinada função sejam atualizadas simultaneamente ao passo que se qualquer uma delas for alterada, possibilitará ao estudante analisar as mudanças ocorridas em função de uma alteração efetuada.

Em um outro trabalho acerca de funções, o autor SANTOS (2002) descreve algumas dificuldades relacionadas à confusão dos estudantes entre equação e função, não admitindo que ela pudesse ser representada por mais de uma sentença na forma algébrica assim como a falta de compreensão na conversão da representação gráfica de uma função para a algébrica. Apoiando-se na teoria dos registros de representação de DUVAL (1988), o pesquisador SANTOS (2002) construiu um programa exclusivamente para seu estudo, baseando-se na visualização, experimentação e interatividade do aluno que passaria a realizar atividades que exigiriam conhecimentos a respeito das mudanças do registro algébrico para o gráfico de funções afins e quadráticas, estimulando o estudante a praticar estas conversões.

Na expectativa de evidenciarmos se os professores entrevistados para esta pesquisa enxergam algumas das dificuldades descritas nos estudos citados anteriormente nesta seção ou apresentam novas dificuldades de seus alunos, trabalharemos em uma das fases previstas para a entrevista com o módulo

educacional “Funções Lineares e Quadráticas” do projeto RIVED-Brasil, que conforme o site RIVED (2005), está organizado da seguinte maneira:

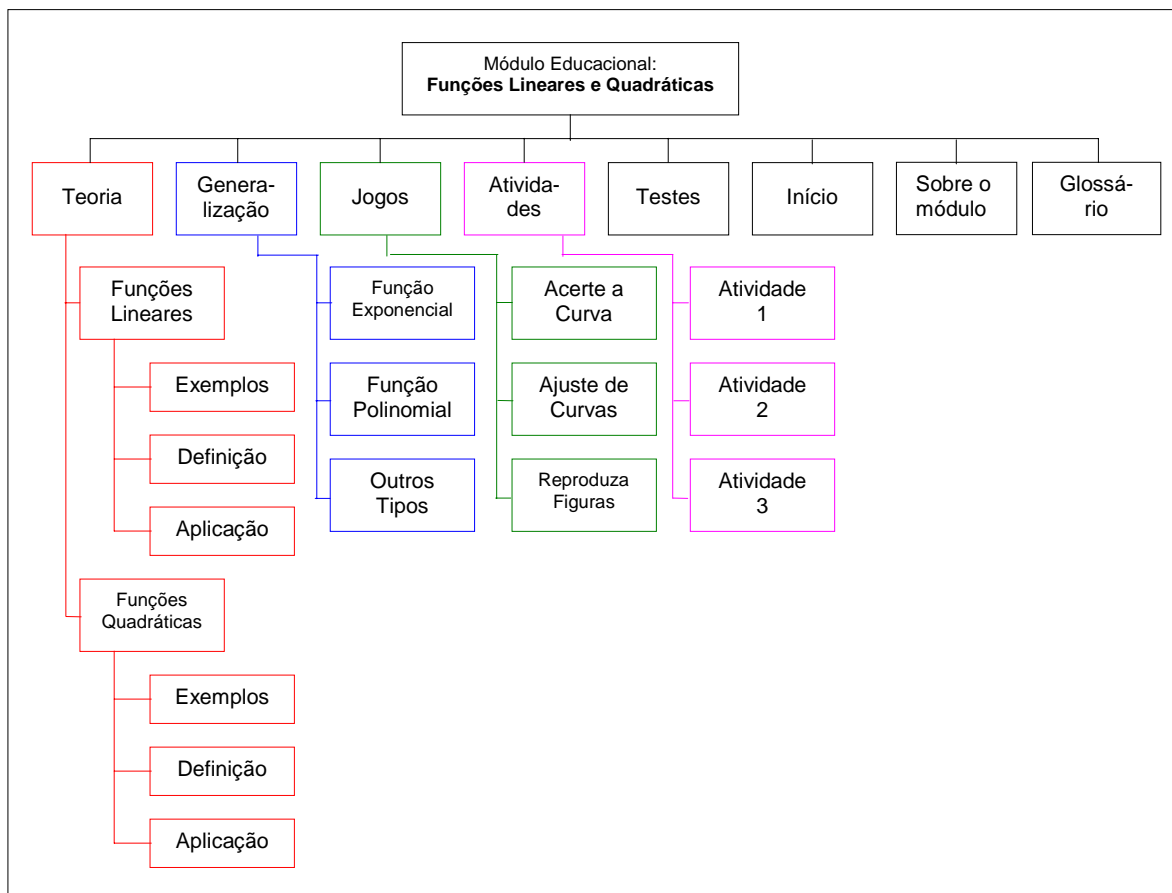


Figura 3: Organização do módulo educacional Funções Lineares e Quadráticas

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

Conforme descrito no capítulo anterior, na concepção do RIVED-Brasil, um módulo educacional é composto por várias atividades e estas por objetos de aprendizagem, os quais pode ser usados separadamente, combinados ou recombinados para a composição de uma unidade temática maior em diversas disciplinas. Seguindo a visão de WILEY (2000), o site RIVED-Brasil possibilita o uso do módulo educacional por completo, ou apenas algumas de suas atividades ou ainda somente alguns dos objetos de aprendizagem utilizados nestas atividades. Apresentaremos abaixo os objetos de aprendizagem existentes no módulo de “Funções Lineares e Quadráticas” e seus respectivos objetivos:

Objeto de Aprendizagem	Objetivo
Aumento de peso do menino Roberto	Usar conceitos de funções lineares para acompanhar, por meses, o aumento de peso de Roberto.

Função Linear – Coeficientes	Permitir ao aluno manipular os coeficiente $a$ e $b$ de uma função linear a fim de visualizar as alterações correspondentes na representação gráfica.
Função Linear – Aplicação I	Visualizar a função linear representada pelo aumento de peso do menino Roberto e descobrir, através da manipulação dos coeficientes $a$ e $b$ , qual a equação corresponde à representação gráfica dada.
Função Linear – Aplicação II	Visualizar a representação gráfica do peso real do menino Roberto ao longo dos meses.
Regressão Linear	Visualizar a animação de uma reta que passa, o mais próximo possível, dos pontos que representam uma função linear.
Lançamento de uma bola	Visualizar a animação que mostra o tempo que a bola leva para subir, descer e chegar novamente ao chão, na situação dada.
Função Quadrática – Aplicação I	Manipular os coeficiente $a$ , $b$ e $c$ de uma função quadrática e visualizar as alterações correspondentes na representação gráfica.
Função Quadrática – Aplicação II	Manipular os coeficiente $a$ , $b$ e $c$ de uma função quadrática para tentar encontrar os coeficientes correspondentes ao caso da bola caindo, sempre visualizando as alterações correspondentes no gráfico.
Função Quadrática – Aplicação III	Manipular os coeficiente $a$ , $b$ e $c$ de uma função quadrática para tentar encontrar os coeficientes correspondentes a um problema de uma fábrica de automóveis proposto, sempre visualizando as alterações correspondentes no gráfico.
Acerte a Curva	Desafiar um colega propondo uma curva para que ele ajuste a partir da variação dos coeficientes. Finalizada com sucesso esta etapa será a vez do desafiador virar desafiante. Os tempos são registrados e vence quem gastar menos tempo na atividade.
Ajuste de Curvas	Visualizar uma representação gráfica de uma função quadrática na tela e tentar acertar os parâmetros da função que forneceria essa representação. Após o aluno finalizar, o computador mostra a representação gráfica correta da respectiva função e desconta os pontos proporcionalmente à distância da resposta dada pelo estudante.
Reproduza a Figura	Visualizar as representações gráficas das funções dadas (lineares ou quadráticas) e manipular os coeficientes para tentar reproduzir o gráfico de tais funções. O computador registra o tempo gasto e armazena os melhores resultados.

Tabela 2: Objetos de aprendizagem do módulo educacional Funções Lineares e Quadráticas

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

A organização do módulo educacional “Funções Lineares e Quadráticas” contempla os seguintes itens principais: teoria, generalização, jogos, atividades, testes, início, sobre o módulo e glossário, conforme apresentado na imagem a seguir, no menu superior:

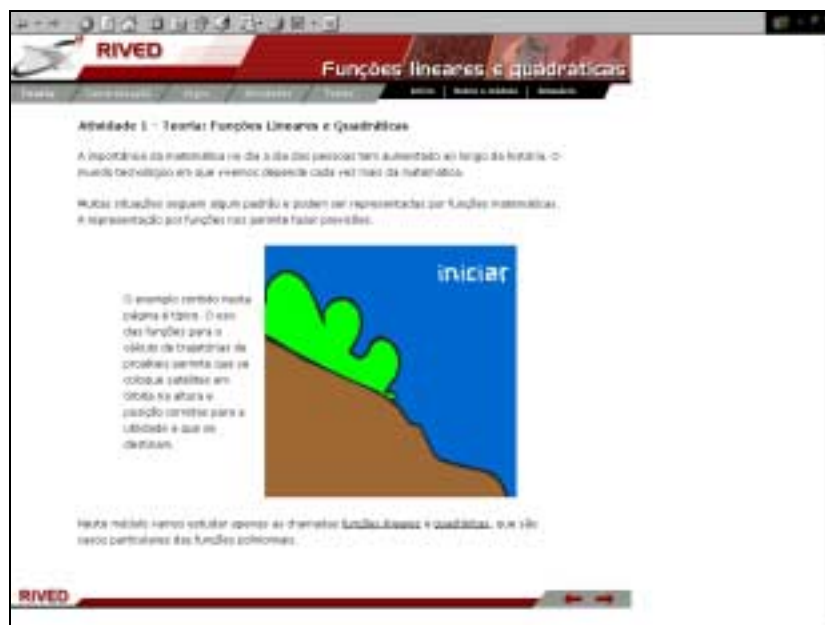


Figura 4: Página do módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

O objetivo do item “Teoria” é apresentar alguns conceitos e definições a respeito de funções (linear e quadrática) bem como fornecer exemplos e aplicações para a teoria explicada. São apresentadas animações que ilustram alguns elementos importantes a serem destacados no processo de ensino-aprendizagem de funções.

O menu “Jogos” apresenta situações auxiliadas pelo uso de simulações e jogos que, segundo o RIVED (2005), pretende dar subsídios e elementos para que os alunos compreendam progressivamente o conteúdo em questão e possibilite aos alunos alcançarem os objetivos propostos no início de cada atividade.

A primeira situação, “Acerte a Curva”, consiste em uma simulação para duas pessoas com tempo cronometrado, sendo que a primeira prepara o gráfico de uma função matemática e a segunda deverá descobrir quais os parâmetros desta função. Se o segundo aluno consegue desvendar qual é a representação simbólica da função dada pelo gráfico do primeiro aluno, é a vez deles trocarem de papéis. Neste jogo ganha o aluno que conseguir reproduzir mais rapidamente as funções dadas.

Na segunda situação, “Ajuste a Curva”, o aluno verá a representação gráfica de uma função e deverá descobrir qual a representação simbólica correspondente. Finalmente na última situação, “Reproduza as Figuras”, o aluno deverá variar os parâmetros, visualizando suas tentativas no plano cartesiano, para reproduzir uma representação gráfica de uma função dada pelo computador.

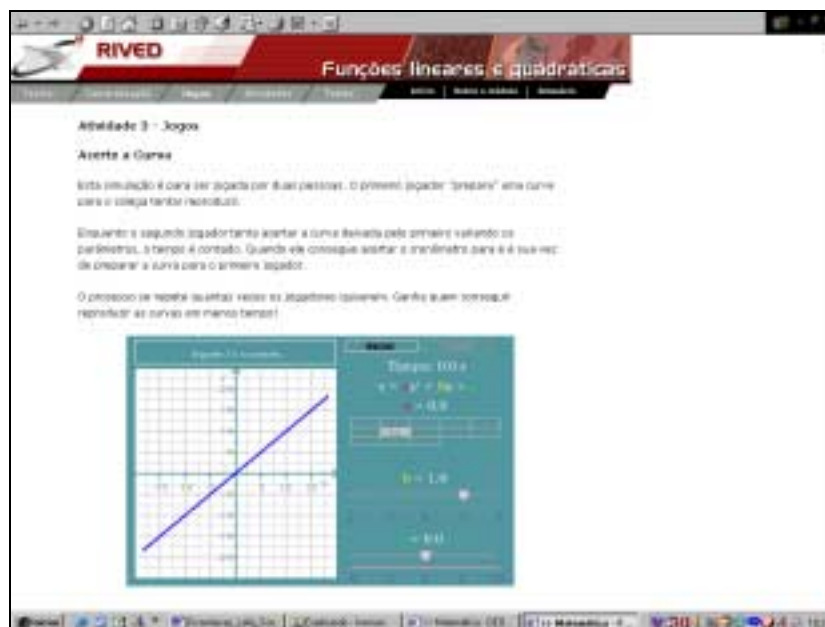


Figura 5: Atividade 1 do menu “Jogos” do módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

O menu “Atividades” disponibiliza três propostas diferentes de abordagens de funções e sua aplicação no cotidiano. Na primeira atividade é sugerido que o estudante calcule o consumo de energia elétrica de sua casa em função do tempo de utilização. A segunda atividade aborda a taxa de crescimento da população brasileira e sugere, dentro de um contexto para correção de uma declaração errônea de um deputado, que seja calculada a população do Brasil daqui a 25 anos. A terceira atividade supõe que o aluno é funcionário de uma empresa em Brasília que precisa ter seus equipamentos entregues em certas cidades brasileiras. Para contratar este serviço, o aluno deverá escolher entre três transportadoras, que utilizam três maneiras diferentes de cobrança para entrega das mercadorias, qual delas representa o menor custo mensal para sua empresa. Todas as três atividades são explicadas somente em forma de texto, sem nenhum outro recurso adicional.

A opção “Início” redireciona o usuário para a página inicial do módulo. Os *links* de “Generalização”, “Testes” e “Glossário” correspondem a informações, que segundo o site RIVED (2005), tem intenção de criar uma relação entre todos os elementos do módulo educacional, fazendo com que o estudante se situe melhor nas atividades propostas, explorando as opções disponíveis, discutindo e possibilitando uma abordagem mais significativa para o aluno sobre o contexto do conteúdo matemático abordado. Todos estes três itens apresentam explicações em formato texto sobre os respectivos assuntos cobertos em cada uma das opções, exceto pelo item “Teste” que além das explicações, também possibilita a visualização do gabarito de respostas das questões.

Dentro da opção “Sobre o módulo”, estão disponíveis um “Guia do Aluno”, com alguns pontos que o RIVED considera importante que os estudantes tenham atenção no módulo, e um “Guia do Professor”, que apresenta algumas sugestões de abordagens pedagógicas, novas atividades com e sem o uso de recursos computacionais, tempo previsto para aplicação destas atividades assim como outras informações que podem vir apoiar ou sugerir uma forma de uso do módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas.



Figura 6: Guia do Professor – Funções Lineares e Quadráticas

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

Uma característica que vale ser ressaltada é que, após a busca ser realizada no repositório do projeto RIVED-Brasil, existem duas formas de acesso aos módulos educacionais ou objetos de aprendizagem retornados pela pesquisa.

A primeira delas é a utilização via *Internet*, referenciando diretamente os endereços do site RIVED-Brasil, acessados pela opção “Visualizar” do objeto de aprendizagem ou módulo educacional pesquisado. A segunda forma é a escolha da opção “*Download*” que possibilitará a baixa de todos os arquivos para uma máquina local, fornecendo a possibilidade de uso destes módulos educacionais ou objetos de aprendizagem sem a necessidade de conexão física direta com o site RIVED-Brasil ou com a *Internet*.

#### **4.2 Módulo Educacional 2: Introdução à Geometria Espacial**

Segundo ARBACH (2002), o campo da Geometria propicia condições favoráveis de apropriação das competências essenciais ao aprendizado da Matemática, na medida que possibilita o desenvolvimento de habilidades lógicas. Segundo este pesquisador, a partir da análise dos livros didáticos citados nos PCNs de 1998 e de sua vivência docente, há uma tendência, não só no Brasil, para que o ensino da Geometria no ensino fundamental e médio seja colocado em segundo plano, cedendo espaço para a Álgebra, que passou a ser muito mais enfatizada a partir do movimento da Matemática Moderna, na década de setenta.

Entre as razões que podemos citar para a escolha do módulo educacional de introdução à Geometria Espacial no presente estudo, podemos citar as dificuldades dos alunos nas questões da visualização e representação plana dos objetos espaciais.

O pesquisador PARZYSZ (1988), por exemplo, identificou em seus trabalhos que o conhecimento geométrico necessário para a compreensão das regras e convenções usadas nas representações planas dos objetos espaciais é inexistente nas séries em que são estudados os conceitos básicos da Geometria Espacial. Como resultado disso, este pesquisador aponta que os alunos têm tendência inconsciente em transferir propriedades geométricas do objeto físico para o desenho que o representa, ou seja, o aluno utiliza a idéia de representar o



objeto tal qual sua observação pessoal (“ver”), em oposição sobre todo o conjunto das propriedades existentes de tal objeto (“saber”).

Este pesquisador identificou que embora o estudante relacione uma representação gráfica elaborada por ele ao objeto geométrico, isso não implica necessariamente que ele esteja dominando todos os princípios dessa representação. Para PARZYSZ (1991):

De forma geral, as principais funções do desenho na geometria são:

- Visualizar (fazer ver)
- Resumir ou sintetizar a figura geométrica do enunciado
- Ajudar a provar ou a dar contra-exemplo
- Ajudar a levantar as conjecturas – Que podemos dizer ...?

Precisamos notar que no espaço, a representação gráfica se articula diferentemente em relação à situação geométrica, contrariamente ao que se passa no plano com o desenho, no espaço, o modelo não é isomorfo a ele mesmo (tradução da mestranda).

Para PARZYSZ (1988), a leitura de um desenho no plano, parece ser uma passagem obrigatória da aprendizagem da Geometria Espacial em diferentes níveis, sendo necessário, portanto, que os estudantes possam compreender, dominar e identificar algumas técnicas de representação plana de objetos espaciais. A questão da articulação dos conhecimentos da Geometria Plana com os conhecimentos da Geometria Espacial, na visão de PARZYSZ (1988), requer que os alunos possam compreender as convenções, códigos e elementos utilizados na planificação dos objetos espaciais para que estejam aptos então a elaborar uma solução de um problema proposto.

Em uma outra visão, os PCNs para o Ensino Fundamental e Médio também explicitam a importância de trabalhar os conceitos da Geometria Espacial, sugerindo a inserção dos alunos num mundo tridimensional no qual são confrontados a problemas práticos, no dia-a-dia, porém eles não fornecem sugestões suficientes para que os professores possam colocar em prática estes tratamentos. Ao contrário disso, segundo CAMPOS (1998), os professores em

sala de aula revelam deficiências em sua formação, em particular em Geometria, de forma que eles não se sentem realmente seguros em relação à Geometria Espacial para implementarem tais propostas.

Outra pesquisadora, POSSANI (2002), também interessada em estudar este campo da Matemática, analisou alguns livros didáticos relacionados às apreensões de representações planas de objetos espaciais. Foi constatado que nas coleções analisadas para o Ensino Médio, há grande “valorização das fórmulas de área (total, lateral e da base) e de volume, pois elas serão usadas nos problemas propostos”. Ainda segundo esta pesquisadora muita das atividades propostas nos livros referencia os mesmos sólidos, nas mesmas posições e perspectivas e poucas diferenciações entre os enunciados dos exercícios propostos. Para esta autora:

A transição entre a representação material e figural não é intuitiva e espontânea [...]. Para acontecer essa transição o aluno precisa ter a oportunidade de aprender a codificar e decodificar a representação plana dos objetos espaciais. Usar apenas uma representação plana do objeto espacial não é suficiente para desenvolver novos conceitos.

Neste estudo de POSSANI (2002), ela confronta o objetivo dos PCNs ao pressupor a investigação das formas espaciais presentes no cotidiano dos alunos para construir a classificação entre figuras planas e não-planas com as constatações dos livros didáticos analisados e destaca que, no Ensino Fundamental e Médio, tais livros abordam o ensino da Geometria Espacial como algo em que o aluno já possui consciência do mundo tridimensional e dos critérios de planicidade. Segundo ela:

As atividades propostas não privilegiam a ação dos alunos sobre os sólidos geométricos, para que percebam as modificações que eles sofrem em consequência das secções planas em suas características, como por exemplo, o acréscimo do número de vértices e arestas após uma secção plana e da forma de suas faces.

As questões da representação plana dos objetos espaciais, segundo POSSANI (2002), são elementos fundamentais no ensino da Geometria. A respeito disso, o módulo educacional do projeto RIVED “Introdução à Geometria

Espacial” trabalha justamente estas representações e as questões de visualizações destas planificações, propondo exemplos para que os alunos possam identificar, reconhecer e interpretar os elementos que compõem a representação plana de um objeto espacial. A partir destes exemplos, os estudantes fazem investigações pessoais das propriedades e relações com o objeto geométrico a partir das representações planas reconhecidas por eles, manipulando as atividades e tarefas propostas no módulo.

A partir das necessidades evidenciadas pelos pesquisadores acima citados assim como os PCNs em trabalhar situações de representações de objetos espaciais do cotidiano dos alunos (compondo e decompondo figuras), selecionamos o módulo educacional de Geometria Espacial com suas atividades e respectivos objetos de aprendizagem do projeto RIVED-Brasil para também tentarmos identificar, junto às expectativas e considerações dos professores entrevistados, de que forma o desenvolvimento das habilidades básicas da Geometria Espacial podem ser trabalhadas nas atividades propostas, proporcionando espaço para a investigação dos alunos sobre estes conceitos.

Segundo o site RIVED (2005), a organização do módulo educacional “Introdução à Geometria Espacial” do projeto RIVED-Brasil corresponde à seguinte:

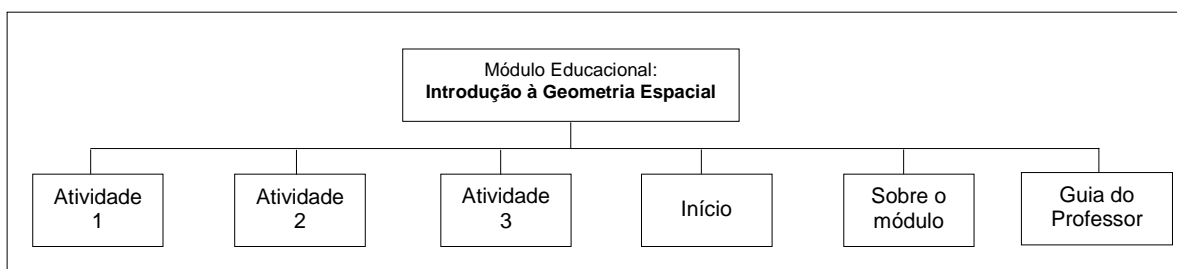


Figura 7: Organização do módulo educacional Introdução à Geometria Espacial

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

Este módulo educacional contempla os seguintes itens: atividades 1, atividade 2, atividade 3, início e sobre o módulo, conforme apresentado na imagem a seguir, no menu superior, bem como o “Guia do Professor”, presente somente para *download*:



Figura 8: Atividade 1 do módulo educacional de Introdução à Geometria Espacial

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

A Atividade 1 consiste em um passeio por uma cidade a fim de que o aluno detecte as formas geométricas nas construções, passando o *mouse* sobre os prédios e outros elementos. Ao encontrar as formas geométricas esperadas para a atividade, o aluno deverá clicar sobre ela até completar o espaço acima do cenário. O objetivo, segundo o RIVED (2005), é “compreender e perceber as formas geométricas planas e espaciais como parte integrante da cultura contemporânea, sendo capaz de identificar sua presença nas construções arquitetônicas”.

A Atividade 2 propõe que o aluno identifique as semelhanças entre as figuras dadas, reconhecendo as características dos poliedros quanto a sua regularidade e classifique-os conforme os critérios dados em cada etapa desta atividade.



Figura 9: Atividades 2 do módulo educacional de Introdução à Geometria Espacial

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

A Atividade 3 propõe um desafio em dupla de forma que o primeiro estudante conecte algumas das formas geométricas existentes em fotos de cidades reais a algumas características listadas na parte inferior da atividade. O segundo aluno deverá identificar as cidades correspondentes somente pelas dicas associadas a cada uma das fotos.



Figura 10: Atividade 3 do módulo educacional de Introdução à Geometria Espacial

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

O módulo educacional de “Introdução à Geometria Espacial” contém os seguintes objetos de aprendizagem, com seus respectivos objetivos:

<b>Objeto de Aprendizagem</b>	<b>Objetivo</b>
Geometria da Cidade	Descobrir e selecionar as formas geométricas nas construções da cidade.
Explorando as figuras geométricas	Demonstração das características pertinentes a cada figura geométrica, tais como suas faces, arestas, vértices e geratriz (quando aplicável).
Classificação das formas geométricas espaciais – I	Observar as faces das figuras dadas e separá-las através de um critério de seleção, arrastando-as para um grupo específico.
Descobrir o critério de seleção da classificação das formas geométricas espaciais – I	Selecionar, dentre os critérios oferecidos, os que identificam cada grupo de figuras geométricas espaciais separados na etapa anterior (polígonos regulares, irregulares e corpos redondos).
Classificação das formas geométricas espaciais – II	Classificação pelo critério de faces dos poliedros dados.
Descobrir o critério de seleção da classificação das formas geométricas espaciais – II	Selecionar, dentre os critérios oferecidos, os que identificam cada grupo de poliedros separados na etapa anterior (prismas, antiprismas e pirâmides).
Fotos x Formas	Relacionar as fotos das construções das cidades com as formas geométricas correspondentes.

Tabela 3: Objetos de aprendizagem do módulo educacional Introdução à Geometria Espacial

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

A opção “Início” redireciona o usuário para a página inicial do módulo, enquanto a opção “Sobre o módulo” descreve os objetivos educacionais do mesmo.

O “Guia do Professor” é acessado diretamente no botão “Guia do Professor” localizado na lista de resultados da pesquisa dos objetos existentes no repositório do RIVED-Brasil ou diretamente na pasta criada com o nome “\_\_\_Guias do Professor” quando a opção “Download” é executada. O Guia é formado por três documentos, cada um deles correspondente a uma atividade disponível no módulo. Cada documento detalha informações tais como número de aulas previstas, objetivo geral e específico, sugestões de procedimentos para desenvolver a atividade bem como explicação sobre cada tela e etapa para concluir a atividade, entre outras seções.

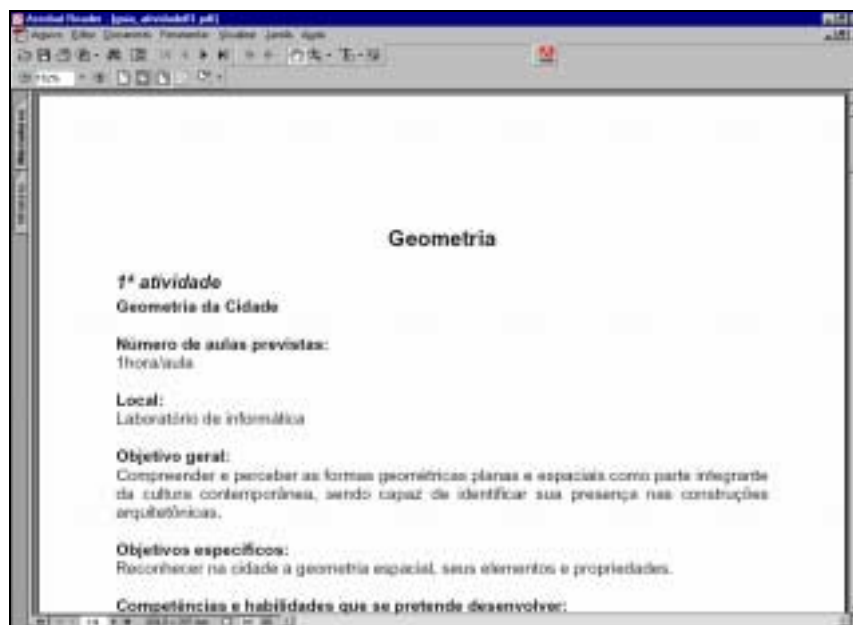


Figura 11: Guia do Professor – Atividade 1 – Introdução à Geometria Espacial

Fonte: Rede Internacional Virtual de Educação - Brasil, 2005

De forma similar ao módulo de “Funções Lineares e Quadrática”, este módulo educacional também pode ser acessado diretamente via seu endereço de Internet no repositório do site RIVED-Brasil ou via *download* de todos arquivos e acesso local aos mesmos, sem necessidade de conexão via *Internet*.

No próximo capítulo, trataremos da fundamentação teórica a qual esta pesquisa se baseia.

## 5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: TEORIA DA ATIVIDADE

Acreditamos que toda a atividade de ensino ou ação educativa é conduzida por objetivos a serem alcançados pelo trabalho docente. Apoiados nas perspectivas de ENGSTRÖM (1999), entendemos como uma necessidade do educador agir com intencionalidade no momento da elaboração de uma atividade de ensino da Matemática.

Desta forma, buscaremos nesta seção destacar os principais aspectos da escolha da Teoria da Atividade na visão de ENGSTRÖM (1999) como a fundamentação teórica desta pesquisa, descrevendo também sua evolução histórica e o conceito de ciclo expansivo, o qual será utilizado posteriormente na análise dos dados coletados.

### 5.1 Evolução segundo ENGSTRÖM (1999)

Dentre as diversas teorias sócio-culturais, escolhemos a Teoria da Atividade na perspectiva de ENGSTRÖM (1999) por focar o desenvolvimento humano baseado nos contextos sociais e culturais e abordar os aspectos relacionados ao papel dos instrumentos. Conforme analisado pelo pesquisador SOLHEIM (2002), as tecnologias utilizadas no processo educacional são vistas como instrumentos mediadores das ações humanas. Na visão de KAPTELININ (1996), a Teoria da Atividade vem sendo utilizada nas abordagens de trabalhos sobre as relações homem-computador justamente por possibilitar a análise de atividades mediadas por tecnologias de comunicação e informação.

Com a expansão da Teoria da Atividade para o norte da Europa a partir dos anos 60, o psicólogo finlandês Yrjö Engeström passou a estudá-la e propôs um processo de evolução baseado em três gerações:

- A primeira está concentrada nos trabalhos de Vygotsky, quando se formula o conceito da atividade como mediação, gerando o modelo triangular da relação do sujeito com o objeto mediado por artefatos materiais e culturais.



- A segunda toma por base a formulação de Leontiev, avançando na distinção do conceito de atividade, de ação coletiva e ação individual e estabelecendo a estrutura da atividade.
- A terceira proposta pelo próprio Engeström a partir de 1970, parte do modelo triangular de Vygotsky, expandindo-o para um modelo do sistema da atividade coletiva. Neste modelo é realçado o conceito de contradições internas como força motriz dos sistemas de atividade.

Iremos agora descrever melhor cada uma das características destas três gerações definidas por ENGESTRÖM (1999).

### **5.1.1 Primeira Geração da Teoria da Atividade**

A primeira geração da Teoria da Atividade foi desenvolvida a partir da escola histórico-cultural de psicologia russa por Vygotsky, Leontiev e Luria. Baseando-se no materialismo dialético desenvolvido por Marx e Engels, Vygotsky formulou um novo método de estudo da consciência. Ele trabalhava num momento histórico em que prevalecia o domínio das teorias psicológicas baseadas no behaviorismo, que reduzia todos os fenômenos psicológicos a cadeias de estímulo-resposta, e na psicanálise de Freud.

Segundo LEONTIEV (1983), “a idéia da análise da atividade como método na psicologia científica do homem foi formulada nos primeiros trabalhos de L. S. Vygotsky” (tradução da mestrandia). Para LEONTIEV (1983), a atividade, cuja expressão maior é o trabalho, é a principal mediação nas relações que os sujeitos estabelecem com o mundo objetivo.

Para VYGOTSKY (1999) é necessário que na estrutura de operação com signos e/ou ferramentas exista um elo entre o estímulo e a resposta. Este autor chama esse elo de estímulo de segunda ordem (signo), colocado no interior da operação, onde preenche uma função especial: ele cria uma nova relação entre o sujeito e a resposta. Desse modo, o processo simples estímulo-resposta é

substituído por um ato complexo, mediado, o qual VYGOTSKY (1999) representou da seguinte forma:

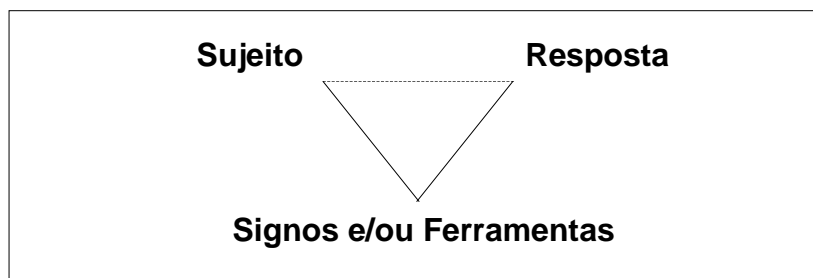


Figura 12: Elo entre o sujeito e a resposta segundo VYGOTSKY (1999)

A inserção de artefatos como elementos mediadores nas ações humanas superou a divisão cartesiana entre o indivíduo e a estrutura social. No entanto, no modelo triangular de Vygotsky não existe nenhum reconhecimento por parte dos demais indivíduos envolvidos e das relações sociais que se estabeleciam na atividade.

De acordo com ENGSTRÖM (1999) a limitação dessa primeira geração da Teoria da Atividade está na unidade de análise focada no indivíduo. Esta limitação foi superada por LEONTIEV (1992) quando ele demonstrou a existência de diferenças entre uma ação individual e uma atividade coletiva, iniciando assim a segunda geração da Teoria da Atividade.

### 5.1.2 Segunda Geração da Teoria da Atividade

LEONTIEV (1992) estendeu a teoria somando várias características baseadas na necessidade de separar a ação individual da atividade coletiva. Para esse autor, as atividades humanas, como forma de relação dos seres humanos com o mundo, dirigidas por objetivos a serem alcançados, envolvem a noção de que eles orientam-se mediante ações intencionais. Ainda na visão de LEONTIEV (1992), os objetivos individuais são confrontados com os da atividade a ser realizada, e direcionam a atividade. A ação orientada a objetivos em conjunto com as ferramentas disponíveis no ambiente, direcionam a construção de novos conhecimentos. Segundo este pesquisador, o surgimento de novos objetivos e possibilidades refletem na dinâmica e na forma de agir do indivíduo e da comunidade.

Desta forma, LEONTIEV (1992) define como atividade:

[...] aqueles processos que, realizando as relações do homem com o mundo, satisfazem uma necessidade especial correspondente a ele. [...] Por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo que o processo, como um todo, se dirige, coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar essa atividade, isto é, o motivo (tradução da mestranda).

Para analisar a atividade humana, LEONTIEV (1992) apresenta três níveis hierárquicos num sistema de atividade coletiva: a atividade propriamente dita, as ações e as operações.

Para LEONTIEV (1992) o primeiro nível hierárquico corresponde à **atividade** propriamente dita, referindo-se à questão do motivo de uma ação ser executada. A fim de responder esta questão, leva-se em consideração a atividade coletiva inteira, por exemplo, as tradições culturalmente estabelecidas, regras e significados operacionais na situação. No segundo nível hierárquico estão as **ações** que, para LEONTIEV (1992), são conscientes e dirigidas para alcançar um objetivo comum, sendo planejadas na consciência do indivíduo antes de serem executadas. Quanto melhor planejado mais sucesso a ação terá na sua execução. No terceiro nível hierárquico, para este pesquisador, estão as **operações** que correspondem aos modos de realização de uma ação e caracterizam-se por serem inconscientes e ativadas por condicionamento, ou seja, ao aspecto prático da realização das ações, às condições e aos procedimentos para realizá-las.

Ainda na visão de LEONTIEV (1992), existe uma dependência do objetivo em relação ao motivo, ou seja, a atividade implica um sentido. Por sua vez, a ação “é um processo cujo motivo não coincide com seu objetivo, mas reside na atividade da qual faz parte” (tradução da mestranda). Conforme explica LEONTIEV (1992), a atividade de ler o livro somente para passar no exame não é atividade, é uma ação, porque ler o livro por ler não é um objetivo forte que estimula a ação. A atividade é a leitura do livro por si mesmo, por causa do seu conteúdo, ou seja, quando o motivo da atividade passa para o objeto da ação, a

ação transforma-se numa atividade, e é isso que pode provocar mudanças na atividade principal.

O pensamento de Vygotsky e Leontiev deu origem ao conceito de atividade baseada em produção material mediada por ferramentas técnicas e psicológicas. Devido à necessidade de considerar o significado compartilhado da atividade, o modelo triangular inicial de mediação foi reestruturado por ENGSTRÖM (1999) e foram acrescentadas: regras, comunidade e divisão de trabalho à estrutura da atividade humana, dando origem à terceira geração da Teoria da Atividade.

### **5.1.3 Terceira Geração da Teoria da Atividade**

Na perspectiva de ENGSTRÖM (1999), a ação individual adquire significado mediante as relações que se estabelecem coletivamente no sistema de atividade, pois “não é possível a compreensão do indivíduo sem considerar o seu contexto social, cultural e histórico, assim como não é possível a compreensão da sociedade sem a interferência dos indivíduos que a integram”. Para este pesquisador, “o modelo sugere a possibilidade de análise das múltiplas relações que se estabelecem na estrutura triangular da atividade. Porém, é essencial considerar a totalidade do sistema, e não as conexões separadamente.” (tradução da mestranda).

Segundo ENGSTRÖM (1999), no plano individual uma atividade é composta de três elementos, sendo eles o sujeito, os objetos e as ferramentas (artefatos) de mediação entre sujeito e objetos, enquanto no plano coletivo existe um outro elemento nas relações entre sujeito e ambiente: a comunidade. ENGSTRÖM (1999) argumenta que a comunidade é formada por todos os sujeitos que compartilham um mesmo objetivo e a partir da introdução deste novo elemento surgem duas novas formas de mediação: as regras e a divisão de trabalho.

Para ENGSTRÖM (1999), as regras são as normas implícitas e explícitas que norteiam as relações dos sujeitos na comunidade, enquanto a divisão de trabalho refere-se à forma de organização da comunidade em relação ao processo de transformação dos objetivos para atingir o resultado final.

A figura abaixo ilustra esta nova estrutura de uma atividade vista segundo o modelo sistêmico criado por ENGESTRÖM (1999):

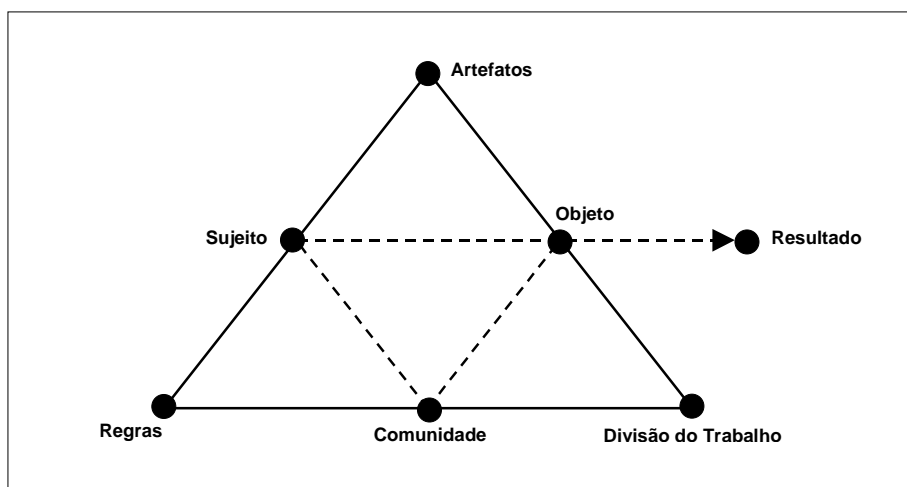


Figura 13: Estrutura de uma atividade segundo ENGESTRÖM (1999)

De acordo com ENGESTRÖM (1999), o motivo da existência de uma atividade é a necessidade de transformar um objeto em um resultado. Para ele, o objeto pode ser algo concreto (material) ou abstrato (idéia). Segundo esta estrutura, o sujeito para transformar o objeto utiliza relações não-diretas, ou seja, mediadas por artefatos, os quais podem ser materiais ou conceituais.

Ainda na visão de ENGESTRÖM (1999), a transformação do objeto pelo indivíduo é realizada dentro de uma comunidade à qual ele pertence no momento da execução da atividade. Portanto, para ele, formas de mediações sociais devem existir para que um mínimo de ordem seja mantido dentro da comunidade, correspondendo estas às regras e à divisão do trabalho.

ENGESTRÖM (1999) define que as regras podem ser explícitas (tal como as leis) ou implícitas (como por exemplo, convenções e relações sociais) e, portanto, o desempenho do sujeito não depende apenas das suas habilidades cognitivas individuais, mas também das suas relações com sua comunidade. Para este pesquisador, além das regras, a relação comunidade-objeto também é mediada pela divisão do trabalho em função da organização da comunidade ao estar envolvida na transformação deste objeto.

## 5.2 O Ciclo Expansivo

Segunda a visão de ENGESTRÖM (1999), a Teoria da Atividade considera dois princípios básicos como contínuos e interdependentes no desenvolvimento das atividades humanas: a internalização e a externalização. A internalização, para ele, está relacionada com a reprodução da cultura: o ser humano internaliza conhecimentos, conceitos, valores e significados reproduzindo-os em suas relações sociais. A externalização está ligada à capacidade criativa do ser humano, com a qual é possível transformar a realidade vivida.

No processo de externalização “poderão ser criadas novas ferramentas mediadoras, potencializando a superação do processo de reprodução cultural e caracterizando um ciclo expansivo de desenvolvimento” (LIBÂNEO (2003)). Surgem assim, novas formas de organizações sociais a partir da transformação de uma precedente.

O ciclo expansivo, conforme ENGESTRÖM (1999), começa com o sujeito questionando uma determinada prática, e gradualmente expandindo para o desenvolvimento de uma nova prática. Seu ponto de partida caracteriza-se pela abstração que, no decorrer do processo, converte-se em um sistema concreto de múltiplas manifestações e constantes desenvolvimentos. De acordo com ENGESTRÖM (1999), “a ascensão do abstrato para o concreto é alcançada pelas ações de aprendizado que, juntas formam um ciclo expansivo” (tradução da mestrand). Para o autor, a seqüência ideal de ações de um ciclo expansivo caracteriza-se pelas sete etapas descritas a seguir:

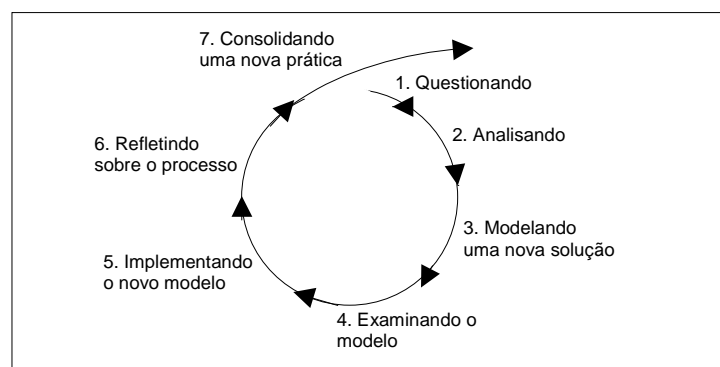


Figura 14: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999)

- 1ª ação “questionando”: questionamento, crítica ou rejeição de alguns aspectos da prática corrente.
- 2ª ação “analizando”: análise da situação que envolve transformações mentais, discursivas ou práticas da situação em questão, para descobrir causas ou mecanismos exploratórios.
- 3ª ação “modelando”: construção de um modelo da nova idéia, que explique e ofereça uma solução para a situação dada como problema.
- 4ª ação “examinando o modelo”: experimentação do modelo, visando perceber sua dinâmica, potencialidade e limitações.
- 5ª ação “implementando o modelo”: com a descoberta das possíveis limitações e potencialidades do modelo, segue-se para a concretização do mesmo por meio de sua aplicação prática, visando salientar a dinâmica mais adequada para cada situação.
- 6ª ação “refletindo”: avaliação do novo processo.
- 7ª ação “consolidando”: estabelecimento de uma nova forma de prática do indivíduo na comunidade.

Para ENGSTRÖM (1999), o processo que envolve o ciclo expansivo é uma contínua construção e resolução de tensões e contradições em um sistema de atividade, que envolve objetivo, ferramentas mediadoras e as perspectivas dos participantes envolvidos.

Assumiremos neste estudo que as atividades que estamos interessados em analisar correspondem à:

- Atividades utilizadas atualmente pelos educadores entrevistados em sala de aula para implementarem suas propostas e abordagens pedagógicas no ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial em aulas presenciais;

- Atividades que suportariam as situações de aprendizagem ideais do ponto de vista de cada um dos professores entrevistados para o ensino dos conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial;
- Atividades que poderão emergir a partir das falas dos docentes entrevistados após a apresentação dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil relacionados ao ensino de Funções e Geometria Espacial, considerando a possibilidade de uso parcial ou total destes módulos nas atividades propostas.

A partir destas atividades, buscaremos analisar as opiniões dos docentes entrevistados em três momentos, sempre recorrendo ao modelo de estrutura da atividade e a seqüência do ciclo expansivo apresentada por ENGSTRÖM (1999):

1º) Procuraremos fazer uma comparação, através de uma aproximação teórica, entre as falas dos professores de Matemática participantes sobre suas práticas atuais de ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial em aulas presenciais e a estrutura de atividade proposta por ENGSTRÖM (1999). Buscaremos também confrontar estas falas dos professores sobre as propostas pedagógicas, os recursos e as situações de aprendizagem atualmente utilizadas por eles em sala de aula com as ações propostas no modelo de ciclo expansivo de ENGSTRÖM (1999), com o intuito de identificar possíveis aproximações que poderão surgir a partir desta análise.

2º) De forma similar ao primeiro momento, neste segundo buscaremos elencar quais são as expectativas, condições, recursos e situações de aprendizagem ideais do ponto de vista dos professores entrevistados, analisando estas falas também através dos conceitos relacionados à estrutura da atividade e o ciclo expansivo proposto por ENGSTRÖM (1999).

3º) Finalmente, na última etapa, apresentaremos aos educadores entrevistados os módulos educacionais (com suas atividades e respectivos objetos de aprendizagem) do projeto RIVED-Brasil utilizados nesta pesquisa e



novamente, à luz da Teoria da Atividade segundo ENGSTRÖM (1999), buscaremos identificar quais são as concepções dos docentes quanto ao potencial uso destes recursos digitais como parte de atividades realizadas presencialmente em ambientes virtuais e se tais módulos educacionais como um todo ou somente algumas de suas atividades ou somente alguns dos objetos de aprendizagem destas atividades se encaixam com as expectativas idealizadas no segundo momento da entrevista.

No próximo capítulo, apresentaremos os sujeitos participantes das entrevistas e a metodologia de pesquisa utilizada neste estudo.

## 6 METODOLOGIA

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os elementos metodológicos constituintes do processo de investigação, como forma de garantir a confiabilidade e o rigor científico do trabalho, com vistas a construir ou refinar o processo de análise dos resultados dos levantamentos realizados acerca das concepções dos professores participantes sobre os objetos de aprendizagem do projeto RIVED-Brasil no contexto da Educação Matemática.

Primeiramente é descrita a abordagem que baliza este estudo. Na seqüência são abordadas as características, formação e experiências profissionais dos sujeitos participantes e por fim, os instrumentos e técnicas de coleta de dados utilizados.

### 6.1 Abordagem

Pelo fato de desenvolver uma pesquisa que trata da interação de educadores e suas percepções acerca de Tecnologia e da Educação Tecnológica (mais especificamente a respeito dos objetos de aprendizagem de Matemática RIVED-Brasil), consideramos uma abordagem de pesquisa qualitativa, através do estudo de caso, que tem como objetivo descrever e interpretar as atitudes e significados produzidos pelos professores pesquisados dentro de uma “referência significativa que merece investigação” (CHIZZOTTI (2003)). Para tanto, foi fundamental buscar um contato direto com esses professores na tentativa de desvendar suas percepções através da análise feita a respeito de seus respectivos discursos.

O estudo de caso adotado nesta pesquisa corresponde à análise de dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil (Funções Lineares e Quadráticas assim como Introdução à Geometria Espacial), e seus respectivos objetos de aprendizagem, realizada por três professores de Matemática entrevistados. Acreditamos que as particularidades dos componentes de análise nesta pesquisa e suas contextualizações, somadas às idéias da fundamentação teórica apontam para a adoção deste método.

Para tanto, apoiamos este estudo em GODOY (1995), que descreve:

De maneira diversa, a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

Assumimos o tipo de pesquisa qualitativa por encontrar nela uma autonomia e flexibilidade que acreditamos que o contato com os professores exigiu ao longo deste trabalho assim como também proporcionou avaliar a situação estudada com mais criatividade ao tentar buscar, nas interações com os professores, um tipo de revelação que só pode emergir quando estamos frente a frente com o objeto estudado, avaliando as expectativas, os valores e as expressões esboçadas nos momentos analisados.

Em nossa visão, este fato não significa dizer a exclusão da abordagem quantitativa, porém privilegiou-se neste trabalho a pesquisa qualitativa através da abordagem por estudo de caso, pois, segundo a perspectiva de GODOY (1995):

[...] a investigação de problemas de naturezas diferentes demanda o emprego de perspectivas específicas de pesquisa e para tal é necessário desenhar ou projetar o caminho a ser seguido, uma vez que cada caminho poderá levar o investigador a alcançar diferentes resultados, devendo assim avaliar as restrições e oportunidades colocadas pelo contexto dentro do qual pretende trabalhar.

Ainda segundo GODOY (1995), a pesquisa qualitativa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudarem os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes. Também na visão de MINAYO (1994), a abordagem qualitativa é empregada principalmente no campo das ciências sociais por aprofundar-se “no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas”. De forma similar a estes dois autores, LAZZARINI (1995) também argumenta que o

método do estudo de caso é particularmente aplicável quando se deseja obter generalizações analíticas e não estatísticas, que possam contribuir para um certo referencial teórico. Segundo GIL (1994), o estudo de caso se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir conhecimento amplo e detalhado dos mesmos.

## 6.2 Sujeitos

Pretendemos nesta seção descrever a trajetória profissional de cada um dos docentes participantes desta pesquisa bem como sua formação acadêmica e experiências vivenciadas em ambientes informatizados, sempre focando a perspectiva qualitativa.

Para a análise deste trabalho, selecionamos três educadores que ministram os tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial em aulas presenciais, a partir do seguinte perfil:

- Um professor de Matemática com experiência de **3 ou mais anos** na utilização de recursos digitais ou ambientes de aprendizagem informatizados em aulas presenciais e com conhecimento e desenvoltura suficientes para manipulação dos recursos computacionais usados nesta pesquisa;
- Um professor de Matemática com experiência de **1 à 2 anos** na utilização de recursos digitais ou ambientes de aprendizagem informatizados em aulas presenciais e com conhecimento e desenvoltura suficientes para manipulação dos recursos computacionais usados nesta pesquisa;
- Um professor de Matemática com experiência **inferior a 1 ano** na utilização de recursos digitais ou ambientes de aprendizagem informatizados em aulas presenciais e com conhecimento e desenvoltura suficientes para manipulação dos recursos computacionais usados nesta pesquisa;

Nosso objetivo, a partir destes critérios, foi fazer com que a escolha dos docentes participantes da pesquisa abrangesse três perfis de educadores diferentes, o que forneceria maior riqueza para o processo de análise dos dados resultantes do levantamento realizado.

A fim de resguardar a identidade de cada um deles e por questões de confidencialidade, seus nomes não serão divulgados e estaremos identificando-os como Professor1, Professor2 e Professor3.

### **6.2.1 Professor1**

O educador Professor1 tem 37 anos, é graduado em Economia, possui licenciatura em Matemática e cursa o programa de Mestrado Acadêmico em Educação Matemática. O Professor1 possui experiência de 10 anos de magistério sempre trabalhando em toda a sua vida profissional em duas escolas particulares, uma de ensino fundamental e outra de ensino médio.

Este professor participa de um programa de capacitação profissional contínua existente na escola de ensino médio onde leciona. Segundo ele, vários cursos são disponibilizados para os professores, dependendo do tempo em que o professor já leciona na escola. Entre os cursos que participou estão o de introdução à informática e *Internet, WinPlot e GraphMat*.

Para complementar sua prática em sala de aula, o Professor1 utiliza recursos (digitais ou não) indicados pelas disciplinas que cursa em seu programa de Mestrado Acadêmico bem como realiza pesquisas em *sites da Internet* em busca de atividades, programas ou referências sobre os temas que aborda em sala de aula. Este educador acredita que tais elementos o auxiliam a complementar sua prática atual, principalmente pelo fato de que seus alunos possuem acesso semanal e constante aos recursos do laboratório de informática.

### **6.2.2 Professor2**

O docente Professor2 tem 47 anos, é graduado em Matemática e encontra-se cursando o programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática. Em

sua trajetória profissional como docente, o Professor2 possui experiência de 17 anos de magistério, lecionando em toda sua experiência em ambas escolas de ensino fundamental e médio.

O Professor2 ministra aulas de Matemática relacionada ao tópico de Funções Lineares e Quadráticas em uma escola estadual, lecionando para o primeiro e segundo anos do ensino médio há cerca de 10 anos. Em paralelo a esta atividade, também leciona em uma escola particular para as séries de quinta à oitava do ensino fundamental, há aproximadamente 17 anos, onde entre outros conteúdos curriculares, introduz os principais conceitos relacionados à Geometria Espacial.

Uma das grandes preocupações do Professor2 é sua reciclagem profissional, no intuito de aprender e conhecer novas ferramentas e propostas de ensino, visto que para ele, “ensinar alunos do ensino fundamental e médio requer que você esteja sempre atualizado para ser compreendido e respeitado por eles”. Para isso, o Professor2 participa, além de seu Mestrado Profissional, de cursos de atualização promovidos pelas coordenadorias das escolas que leciona assim como faz por conta própria pesquisas na Internet em busca de novidades para complementarem suas aulas.

Em termos de experiências com recursos digitais e ambientes de aprendizagem informatizados, o Professor2 utiliza os programas *Winplot* e *GraphMat* (para assuntos ligados ao ensino de equações e funções) há aproximadamente 1 ano e o *software* Cabri (para o ensino da geometria) há aproximadamente 2 anos e meio. Este educador também vem utilizando recursos pesquisados e capturados da *Internet*, principalmente simulações para os tópicos de Matemática que leciona.

### **6.2.3 Professor3**

O Professor3 é licenciado em Matemática e leciona a aproximadamente 8 anos, dos quais 7 anos em escola pública de ensino médio e a partir de janeiro/2005, em uma instituição de ensino fundamental particular.

Participou de um curso, de carga horária de 40 horas, de introdução à informática disponibilizado pela coordenadoria da escola particular onde leciona como também, um curso sobre o uso do Cabri no início do ano passado. Aproximadamente uma vez por mês leva seus alunos da rede particular de ensino para o laboratório de informática e utiliza programas e exercícios indicados por sua coordenadoria do ensino fundamental. Suas turmas nesta escola particular variam de 30 a 35 alunos e quando utilizam o laboratório, normalmente cada aluno utiliza um computador sozinho.

Quanto aos alunos da rede pública, o Professor3 comenta que recebeu autorização e liberação da diretoria da escola para, a partir do ano letivo de 2005, fazer seu planejamento de aulas esperando que o laboratório de informática esteja disponível, pelo menos, uma vez a cada dois meses para suas turmas. Conforme o Professor3, a infra-estrutura existente no laboratório é muito instável e em muitas das vezes que utilizou os computadores, em média, 3 a 4 alunos tinham que se revezar o uso dos micros para fazerem as atividades propostas.

### **6.3 Instrumentos para Coleta dos Dados**

Dentro da abordagem qualitativa de estudo de caso utilizamos a entrevista como um dos instrumentos para a coleta dos dados que, para HAGUETTE (1992), é entendida como “um processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”. E ainda, conforme assevera GIL (1994), a entrevista “é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação”.

Partimos do pressuposto que existia uma necessidade real de um tipo de entrevista que pudesse dar vazão para um direcionamento mais aberto com o entrevistado, ou seja, que estes tivessem a liberdade de responder com flexibilidade, permitindo uma conversa mais harmônica com os educadores pesquisados. Por tais motivos, a entrevista semi-estruturada envolvendo os professores de disciplinas ligadas à Matemática, foi o formato utilizado.

Apoiamo-nos em TRIVIÑOS (1987) que descreve:

Podemos entender por entrevista semi-estruturada, em geral, aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipótese, que interessam a pesquisa e, que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco central colocado pelo investigador, começa a participar na elaboração do conteúdo da pesquisa.

As perguntas da entrevista semi-estruturada preparada e a escolha dos objetos de aprendizagem selecionados nasceram do projeto RIVED - Brasil e de nossos anseios na problemática a ser estudada, visualizando o objetivo a ser atingido da pesquisa. DEMO (1989) aponta a relevância deste fato em detalhes ao enfatizar fortemente “a necessidade de vinculação entre o pesquisador e a pesquisa”, por isso, a escolha da técnica veio ao encontro da necessidade de aprofundamento que um questionário fechado não possibilitaria.

Foi utilizado para operacionalizar a coleta dos dados, além do instrumento de entrevista semi-estruturada, um questionário que segundo CHIZZOTTI (2003):

consiste em um conjunto de questões pré-elaboradas, sistemática e seqüencialmente dispostas em itens que constituem o tema da pesquisa com o objetivo de suscitar dos informantes respostas as quais saibam informar, vindo esclarecer hipóteses ou esclarecer o problema de pesquisa.

Na visão de MALHOTRA (2001), o questionário possui três objetivos:

- Traduzir a informação desejada em um conjunto de questões que o respondente possa responder;
- Motivar e incentivar o entrevistado a se envolver com o assunto;
- Minimizar o erro na resposta através de um bom planejamento.

Iniciamos a aplicação das entrevistas a partir da elaboração de uma primeira versão do protocolo de perguntas com 12 questões norteadoras, cujo objetivo foi verificar se o instrumento elaborado serviria aos propósitos de nossa pesquisa. Para isso, contatamos inicialmente dois professores que participaram da primeira fase deste estudo. Efetuadas as entrevistas com estes professores, as respectivas transcrições e análises, detectamos as alterações que se tornaram



necessárias e alteramos o protocolo inicial para enfim utilizá-lo como o roteiro oficial de entrevistas a ser seguido.

O novo protocolo com 15 questões foi aplicado a três professores de Matemática e em decorrência de novas sugestões feitas durante o período de qualificação deste trabalho, chegamos à versão final do protocolo, agora com 24 questões, utilizado nas entrevistas realizadas junto a outros três professores, sujeito finais utilizados para a análise dos resultados deste estudo.

O questionário foi dividido em três seções principais. O objetivo da primeira seção, onde estão presentes as questões de 1 a 9, é conhecer as práticas atuais dos educadores para ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas e introdução à Geometria Espacial. A segunda seção, com as perguntas de 10 a 14, têm por objetivo descrever as expectativas, motivações e ideais dos entrevistados para a utilização de recursos, digitais ou não, em suas aulas presenciais de Matemática. Por fim na última seção, com as perguntas de 15 a 24, têm por objetivo identificar as concepções dos entrevistados a respeito do potencial uso dos objetos de aprendizagem apresentados em aulas presenciais de Matemática realizadas em ambiente informatizados.

Durante a aplicação de tal piloto e de todas as entrevistas propriamente ditas, foi tomado o cuidado de explicar aos entrevistados que as perguntas eram referentes a uma pesquisa que só interessaria à própria pesquisadora e por isso não haveria motivos para constrangimentos ou omissões, visto que o objetivo do estudo não é apresentar às escolas ou locais de trabalhos dos professores entrevistados, as respostas que ali foram dadas e gravadas. Com o intuito de fortalecer ainda mais o acordo de confidencialidade das informações, foi fornecido, em duas vias, um termo de compromisso relatando exatamente o exposto neste parágrafo para assegurar uma maior tranquilidade dos entrevistados.

Uma pessoa a cada vez participou da entrevista final e com relação ao ambiente em que elas foram realizadas, nosso objetivo foi fazer com que cada entrevistado ficasse em um local somente com a pesquisadora, pois desta maneira, acreditamos que o ambiente se tornou mais propício para que o

educador expusesse seus conhecimentos e opiniões de maneira mais tranqüila, evitando constrangimentos.

As entrevistas com os três sujeitos finais desta pesquisa, foram realizadas no período de 27 de abril a 13 de setembro de 2005, com uma duração média de uma hora e meia para cada seção e duas seções para cada entrevistado, totalizando, em média, três horas de participação.

A fim de fornecer aos professores participantes maior tranqüilidade e confiança quando questionados a respeito dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil selecionados para esta pesquisa, adotamos a estratégia de fornecer antecipadamente os endereços na *Internet* do projeto RIVED-Brasil bem como sugerimos a eles a leitura prévia dos “Guias do Professor” disponibilizados para cada módulo antes que as entrevistas fossem realizadas.

Também alinhado a esta estratégia, anteriormente ao início de cada entrevista propriamente dita, fornecemos um tempo para que os entrevistados pudessem explorar um pouco mais o ambiente disponibilizado assim como fornecemos uma cópia impressa dos “Guias do Professor” de cada módulo para que somente após a leitura e a verificação dos mesmos, pudéssemos iniciar as questões.

Seguindo apontamentos da literatura de GODOY (1995), as entrevistas foram gravadas (áudio) e logo em seguida transcritas literalmente. O objetivo do uso de um gravador se deu com fins de tornar a entrevista o mais natural possível, já que anotações poderão constranger os entrevistados. HAGUETTE (1992) aponta que “após cada transcrição deve ser realizada a conferência de fidelidade, isto é, o texto transcrito deve ser confrontado com a versão gravada para que possíveis correções possam ser realizadas”, tal cuidado foi tomado na transcrição das entrevistas realizadas neste trabalho.

A partir das falas transcritas, passamos para a etapa de identificação dos significados das respostas dos docentes com vistas à formulação de categorias para viabilizar a análise dos dados, sempre com vistas para o quadro teórico de referência que adotamos.

Pretendeu-se assumir neste estudo, portanto, uma teoria que analisasse a interação, o compartilhamento e a pesquisa, alicerçada em uma prática pedagógica crítica, reflexiva e transformadora. A metodologia adotada buscou o encontro entre teoria e prática, que se interconectam e se aproximam e provocam a visão do todo, “[...] ou seja o professor como mediador, articulador crítico e criativo do processo pedagógico” (BEHRENS (1996)).

#### 6.4 Critérios de Análise

A fim de direcionar a análise feita neste estudo, os resultados das entrevistas realizadas junto aos três educadores participantes foram classificados em três categorias:

- **Práticas atuais:** nesta primeira categoria procuramos identificar, em algumas das falas dos três professores entrevistados, quais são suas propostas atuais de ensino, uso de recursos diversos e abordagens pedagógicas relacionados ao processo de ensino-aprendizagem dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial em aulas presenciais.
- **Expectativas e situações ideais de ensino:** nesta categoria buscamos levantar quais são as expectativas, condições, recursos e situações de aprendizagem ideais de ensino dos conteúdos curriculares de Funções Lineares e Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial para cada um dos três docentes.
- **Avaliação dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil:** nesta categoria pretendemos verificar quais são as concepções dos três educadores a respeito do potencial uso (parcial ou total) dos módulos educacionais de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial selecionados do projeto RIVED-Brasil.

Na análise de cada categoria buscaremos realizar as aproximações teóricas com alguns dos estudos disponíveis no campo da Educação Matemática a respeito do processo de ensino-aprendizagem de Funções Lineares e

Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial, conforme descritos no capítulo 4.

Ao final do estudo de cada categoria, analisaremos as ações propostas pelos professores entrevistados utilizando o modelo da estrutura de atividade e ciclo expansivo proposto por ENGSTRÖM (1999) a respeito da Teoria da Atividade.

No próximo capítulo, apresentaremos a análise dos resultados da fundamentação teórica adotada nesta pesquisa.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção analisaremos as entrevistas feitas com os professores participantes desta pesquisa a fim de identificarmos alguns dos elementos relacionados à Teoria da Atividade sob a perspectiva de ENGSTRÖM (1999). Conforme descrito na seção anterior, adotaremos como critérios de estudo três categorias de análise que correspondem à: práticas atuais, expectativas e situações ideais de ensino e avaliação dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil.

Enfatizamos que a análise realizada neste estudo corresponde a uma aproximação teórica, visto que os docentes entrevistados não necessariamente conhecem os autores que esta pesquisa se fundamenta e, do mesmo modo, os módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil não necessariamente se apóiam nos mesmos princípios pedagógicos com os quais os autores que estamos nos baseando construíram seus modelos.

### 7.1 Práticas Atuais

O objetivo desta categoria é levantar quais são as propostas pedagógicas, os recursos, as dificuldades e as situações de aprendizagem utilizadas pelos educadores entrevistados no ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial em aulas presenciais. Buscaremos também levantar o nível de envolvimento destes professores com recursos tecnológicos, qual foi o primeiro contato que tiveram com tais recursos e caso use-os, qual a sua freqüência.

Questionado a respeito de que forma ensina os conteúdos curriculares de Funções Lineares e Quadráticas e Introdução à Geometria Espacial em suas aulas, o Professor1 descreveu:

Para cada turma, ao longo do ano, faço um conjunto de atividades que enfoquem mais os conceitos que acredito estarem faltando para eles. A partir daí, tento conciliar a teoria e a prática: planejo algumas aulas só com os conceitos e outras só com exercícios ligados a estes conceitos. Para os exercícios tento sempre disponibilizar listas e também ir ao laboratório. Na

lista tento juntar exercícios que sejam tanto de aplicação direta dos conceitos nas definições dadas quanto desafios que provoquem o aluno a ir além da teoria dada. Quanto às atividades em laboratório, normalmente planejo tarefas em duplas e disponibilizo exercícios vinculados aos conceitos que devem ser trabalhados em cada turma também.

O Professor2 expõe que em sua prática de sala de aula para os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas, ele contempla a utilização de recursos digitais e não-digitais:

Para as funções, praticamente leciono só em sala de aula, combinando teoria e definições com exercícios práticos, com o uso de exemplos do dia-a-dia. Tento algo mais dinâmico, envolvendo os alunos em situações de compra/venda em um mercado, dividindo em grupos e fazendo com que eles tenham que interagir entre si para adquirir uma ou outra mercadoria através de uma moeda que estipulo na hora o valor em relação ao Real. [...] poucas vezes vou ao laboratório para fazer atividades no computador, mas quando faço, uso alguns exercícios que elaboro ao longo do ano letivo para cada turma no *Winplot* e no *GraphMat*.

Sobre os tópicos de introdução à Geometria Espacial, o Professor2 comentou:

[...] para introduzir geometria espacial, normalmente me planejo para ter mais aulas práticas e menos aulas teóricas, porque leciono a mais tempo esta disciplina e sei como identificar, com mais clareza, as maiores dificuldades dos alunos. Nestas aulas práticas normalmente uso tanto maquetes e esqueletos das figuras geométricas espaciais quanto alguns exercícios que selecionei de um curso de Cabri que fiz de aperfeiçoamento por minha conta [...] e isso tem funcionado bem porque os próprios alunos me retornam dizendo que entenderam melhor desta forma: vendo e manipulando a figura geométrica espacial na mão ou no computador ao invés de tentar imaginar o que está sendo representado no quadro-negro.

Já o Professor3, sobre suas práticas atuais de ensino de Funções Lineares e Quadráticas e Introdução à Geometria Espacial, argumentou que:

Na escola onde leciono atualmente fui orientada a usar um esquema padrão de aulas que foi discutido nas reuniões de planejamento da disciplina de Matemática no início do ano passado pela coordenadoria, quando eu ainda não estava [...] praticamente toda a teoria de funções e geometria espacial é

ensinada em sala de aula comum, sem muitos outros recursos além do quadro-negro e as aulas práticas em laboratório ocorrem, em média, uma vez por mês, com uma lista de exercícios também já preparada para os alunos [...] acho que este esquema tem muita coisa para ser melhorado, mas pelo menos consigo corresponder às expectativas da coordenadoria.

Analisando as falas do Professor1 e Professor2 na perspectiva de ENGSTRÖM (1999) sobre a Teoria da Atividade, podemos identificar que o processo de ensino-aprendizagem dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas e introdução à Geometria Espacial, para estes docentes, ocorre por meio de atividades planejadas com intencionalidade de apresentar aos estudantes os conteúdos curriculares relacionados a estes dois tópicos. Estes educadores demonstram em seus comentários que executam ações conscientes e dirigidas para alcançar o objetivo de fazer com que os estudantes, através do contato com diversos recursos sempre alinhados ao planejamento prévio realizado por cada docente, compreendam os conceitos matemáticos envolvidos, implicando sentido às ações executadas por eles.

Entretanto nas falas do Professor3 não identificamos a intencionalidade de aplicação dos recursos utilizados por este docente, pois o objetivo de fazer com que os estudantes entendam melhor os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas bem como Introdução à Geometria Espacial, não corresponde ao motivo do uso de tais recursos (“fui orientada a usar um esquema padrão de aulas” e “pelo menos consigo corresponder às expectativas da coordenadoria”), ou seja, objetivo não foi forte suficiente para fazer com que a ação executada seja considerada uma atividade na perspectiva de ENGSTRÖM (1999) sobre a Teoria da Atividade.

A maior dificuldade encontrada pelo Professor1 no processo de ensino-aprendizagem de Funções Lineares e Quadráticas corresponde a:

[...] fazer os estudantes enxergarem que o gráfico corresponde a uma outra forma de escrever as relações entre os coeficientes disponibilizados [...] já cheguei a ter situações em que os alunos questionaram o porquê de determinada “figura” estar do lado de uma “equação” [...] para eles esta idéia de diferentes formas de apresentação estavam desvinculadas.

Esta preocupação exposta pelo Professor1 reflete alguns aspectos também evidenciados em DAGHER (1993) na investigação de um grupo de estudantes e suas concepções sobre as representações algébricas e gráficas de funções afins e quadráticas. De forma similar a este pesquisador, o Professor1 expôs que proporcionar o entendimento da articulação entre os registros algébricos e gráficos das funções afins e quadráticas é uma das grandes dificuldades dos estudantes a serem trabalhadas.

Do mesmo modo, o Professor2 também salientou que mostrar aos alunos as relações existentes entre as diferentes representações de uma função corresponde a uma de suas maiores dificuldades em ensinar os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas:

Em minha opinião a maior dificuldade que encontro em ensinar funções é quebrar a barreira que os estudantes possuem de vincular os símbolos e coeficientes a uma outra forma de representar a mesma função, por exemplo, por meio de um gráfico, porque para eles, são coisas distintas que devem ser apenas memorizadas, sem conexão.

Este comentário, além de alinhado a alguns aspectos estudados por DAGHER (1993) também reflete alguns pontos da visão de TALL (1996) para o qual uma concentração sobre os símbolos pode conduzir a uma visão privilegiada para a memorização de procedimentos bem como a concentração exclusiva no visual pode conduzir a um âmbito limitado. Alinhado portanto à visão deste pesquisador, o Professor2 expôs que relacionar os aspectos visual e simbólico de uma função é um de seus grandes desafios no processo de ensino-aprendizagem.

O Professor3 comentou sobre suas dificuldades no ensino de introdução à Geometria Espacial:

Meu maior desafio é conseguir, no momento da teoria e dos exercícios, representar uma figura geométrica espacial no quadro-negro e fazer com que os estudantes enxerguem o que estou tentando dizer a respeito de características e propriedades desta figura. [...] tem também o aspecto do livro que usamos em sala, porque o aluno muitas vezes nem copia a figura porque acha suficiente o que está no livro [...] Além de apresentar esta representação ao aluno, o difícil também é descobrir o que de fato ele compreendeu de tudo



isso, o que ele colocou no caderno, o que ele entendeu, porque neste caso a geometria espacial requer entendimento, muito mais que só memorização.

Podemos identificar nas falas do Professor3 sobre suas preocupações no ensino da Geometria Espacial, a questão da articulação dos conhecimentos de visualização das representações planas de um objeto espacial estudados por PARZYSZ (1988). Este pesquisador, em seus estudos, identificou que embora os alunos possam relacionar uma representação gráfica elaborada por ele a um objeto geométrico, isso não implica necessariamente que ele esteja dominando todos os princípios dessa representação. Isso reflete parte das dificuldades encontradas pelo Professor3 para ensinar os conteúdos curriculares de Introdução à Geometria Espacial.

Uma outra parte das dificuldades encontradas pelo Professor3 também pode ser associada aos trabalhos de POSSANI (2002) que analisou alguns livros didáticos relacionados às apreensões de representações planas de objetos espaciais e constatou que nas coleções analisadas, havia uma grande valorização de fórmulas, sempre os mesmos sólidos representados nas mesmas posições e poucas diferenciações nos enunciados dos exercícios propostos. Em seus comentários, entendemos que o Professor3 teme que seus estudantes fiquem vinculados a somente a visão do livro didático adotado e, portanto, limitem-se a memorizar somente os sólidos, as perspectivas e os exercícios propostos pelo livro.

Sobre o primeiro contato e a frequência de utilização de recursos tecnológicos durante sua formação, os três professores entrevistados descreveram unanimemente que durante a graduação, não tiveram nenhum contato marcante ou relevante, em suas opiniões. Entretanto, o Professor1 e o Professor2 comentaram que no Mestrado Profissional que cursam, existem diversas disciplinas relacionadas ao uso de tecnologia no ensino da Matemática e que por isso, o contato deles com recursos tecnológicos se tornou bem mais frequente.

Questionado a respeito do uso de recursos tecnológicos em suas aulas de Matemática sobre Funções Lineares e Quadráticas bem como suas principais razões e resultados obtidos até então, o Professor1 expôs:

Meu motivo para iniciar o uso da informática nas aulas de funções foi meu ingresso no Mestrado Profissional, que me abriu novas abordagens e oportunidades que anteriormente eu não tinha acesso e nem sabia que existia. Outra razão foi o fato de que na escola particular existia um laboratório, mas ninguém estava utilizando. Iniciei pedindo acesso a este ambiente e obtendo sucesso na solicitação, comecei a levar os alunos e percebi o quanto entusiasmados eles ficavam em mexer em tudo [...] depois de passada a novidade do uso do micro, percebi que quando os alunos voltavam para os exercícios no papel, eles sabiam como prever os resultados, lembrar das situações, representações e desenvolver as atividades em papel com mais desenvoltura. [...] Ainda não consegui definir claramente qual seria a dinâmica ideal para cada turma e por isso, ainda uso os mesmo exercícios para todas elas.

Estes resultados obtidos pelo Professor1 também já foram evidenciados pelo pesquisador BORBA (2001) para o qual as atividades realizadas em ambiente informatizado além de naturalmente trazerem a visualização para o centro da aprendizagem da Matemática, enfatizam também o aspecto da experimentação, fator considerado essencial para este pesquisador. Outro pesquisador, SANTOS (2002) também acrescenta que além da visualização e da experimentação, o fator de interatividade do aluno com as atividades relacionadas aos conteúdos curriculares de funções afins e quadráticas é também importante para a compreensão de tais conceitos.

Para o Professor2, o uso de recursos digitais em aulas de introdução à Geometria Espacial e os resultados obtidos por ele foram os seguintes:

Somente uso recursos digitais que tenha a ver com que estou ensinando. Por enquanto, só tenho disponíveis alguns exercícios que fiz em um curso de Cabri e achei que se encaixariam perfeitamente a minhas aulas [...] ainda estou descobrindo quais exercícios seriam melhores para quais turmas, porque eu sei que eles têm dificuldades diferentes. [...] Para mim hoje é difícil imaginar não estar mais usando estes exercícios do Cabri, porque percebo que os alunos ficam bem mais envolvidos nas tarefas e conseguem ditar o ritmo de como a atividade flui.

O Professor3 comentou sobre a utilização de recursos digitais e os resultados obtidos em suas aulas tanto de Funções quanto de Geometria Espacial:

Eu acredito que as atividades propostas no planejamento dado pela coordenadoria são insuficientes para ajudar o aluno a entender melhor os conteúdos que trabalhamos em sala. Muitas vezes vamos ao laboratório responder uma lista de exercícios basicamente igual a do livro que usamos em sala [...] então fica praticamente a mesma coisa que na sala de aula normal, só que ao invés dos alunos responderem no caderno, eles respondem no micro, imprimem e colam no caderno [...] por isso acredito que estas atividades devam incorporar mais elementos criativos e interativos.

Para o Professor3, conforme mencionado anteriormente, não identificamos a estrutura de uma atividade baseada no uso de recursos digitais em suas práticas atuais, conforme a perspectiva de ENGESTRÖM (1999) para a Teoria da Atividade. Desta forma, não temos uma representação do ciclo expansivo correspondente porque a primeira etapa do ciclo que corresponde aos questionamentos, críticas ou rejeição de alguns aspectos da prática corrente, não é realizada pelo Professor3 em sua docência.

Analisando as falas do Professor1 e Professor2 podemos considerar que, para os mesmos dois tópicos de Matemática, do ponto de vista do uso de recursos digitais incorporados às atividades realizadas por estes educadores, o ciclo expansivo proposto por ENGESTRÖM (1999) chega até a ação 4, ou seja, ambos os docentes estão na fase de experimentação e homologação do modelo de realização de atividades em ambientes informatizados, buscando identificar suas limitações e potencialidades a serem trabalhadas. Podemos ilustrar este esquema conforme descrito a seguir:

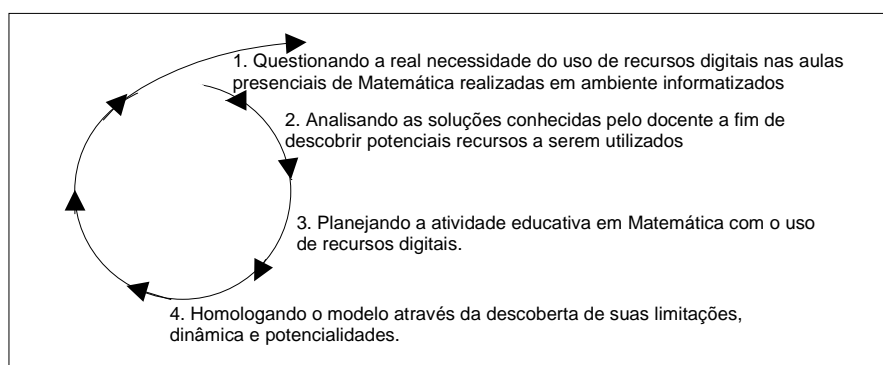


Figura 15: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999) para as práticas atuais do Professor1 e Professor2 quanto ao uso de recursos digitais em suas atividades na disciplina de Matemática

## 7.2 Expectativas e situações ideais de ensino

A intenção desta categoria é verificar as expectativas, condições, recursos e situações de aprendizagem ideais do ponto de vista de cada um dos professores entrevistados para o ensino dos conteúdos curriculares de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial.

Inicialmente, o Professor1 explica suas expectativas em termos de um ambiente de aprendizagem ideal para o ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas a partir do uso de recursos que incrementariam o planejamento de suas aulas:

O que espero alcançar um dia é um ambiente que proporcione a meus alunos experimentar, cada um a seu próprio ritmo, todos os conceitos e definições que apresentamos sobre funções. Acho que mais do que isso: gostaria de possuir maior disponibilidade e diversidade de recursos computacionais, e aí é que acho que entra a Tecnologia Educacional, para que permitissem aos meus alunos visualizar várias representações de uma mesma função matemática e que eles pudessem aplicar a teoria vista em sala de aula na realização de vários exercícios práticos, interativos e que provocassem a participação contínua deles.

Esta mesma expectativa de uso de recursos computacionais abordada pelo Professor1 para o ensino de Funções Lineares e Quadráticas já foi elemento de estudos como o de ROSCHELLE et al (2000), que enfatiza a utilização do *software* Mathworlds para possibilitar múltiplas representações de um mesmo fenômeno, contribuindo na visão deles, para a construção de situações de manipulação das representações de funções matemáticas.

O Professor3 também enfatiza fortemente os aspectos da interatividade e da visualização como essenciais para o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de funções, pois:

O aluno deve ser permanentemente provocado a responder a certos estímulos quando envolvido nas tarefas dadas a eles, pois somente desta forma ele se sente envolvido e parte integrante do que está fazendo, [...] só assim ele participa: deve ser algo que ele entenda, visualize, interprete e responda a partir de sua reflexão sobre o que foi questionado. Neste sentido, acho que o computador veio para ajudar, para propiciar que estes estímulos

cheguem aos alunos de forma mais clara e forte. [...] Com toda minha experiência de docência, espero um dia encontrar um ambiente que possibilite meus alunos a oportunidade de ver claramente a aplicação de todas as definições sobre funções que vemos em sala de aula.

Tal como exposto pelo Professor<sup>3</sup>, DAGHER (1993) e BORBA (1994), entre outros pesquisadores, também enfatizam que, dentre as potencialidades que os programas de computador podem oferecer à Educação Matemática, a visualização dos conceitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de Funções Lineares e Quadráticas é indicada como fundamental.

Já para o Professor<sup>2</sup>, certas condições devem existir para a criação de um ambiente de aprendizagem ideal de ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas:

Como parte integrante de nossa sociedade, a tecnologia já faz parte de nossa cultura e por isso acho que um ambiente ideal de ensino deve enfatizar o uso destes recursos. Para mim, eu acredito que além de novos recursos tecnológicos, eu também preciso de mais tempo para a explicação da teoria e mais aulas práticas para estimular a criatividade do aluno assim como sua participação por meio de tarefas extra-sala de aula, feiras de ciências e busca de novos assuntos interessantes em outras disciplinas para serem incorporadas no ensino de funções matemáticas.

Podemos realizar uma aproximação entre a utilização de recursos tecnológicos associados aos aspectos de interdisciplinaridade comentados pelo Professor<sup>2</sup> como parte integrante de um ambiente ideal de ensino em sua visão, com os estudos de PETRIS et al (2003) a respeito do programa *Grapher*, aplicado ao ensino de funções. Segundo as expectativas iniciais destes pesquisadores, o programa *Grapher* foi utilizado com o intuito de funcionar como um ambiente de exploração, interação e manipulação de uma amostra de dados coletados em diversos experimentos físicos. Em suas considerações, PETRIS et al (2003) argumentaram que o objetivo de utilização de um software educacional envolve refletir as práticas e planejamento dos professores sobre os conteúdos que devem ser abordados a fim de projetar atividades nas quais os alunos participem regularmente (sem que o computador faça “automaticamente”).

Com relação ao ensino de Geometria Espacial, os três professores enfatizaram o uso de atividades elaboradas no computador como recursos ideais que os auxiliariam neste processo de ensino-aprendizagem. Para eles, uma situação ideal de ensino para a introdução dos conceitos e definições de Geometria Espacial deveria ser desenvolvida a partir do uso de um ambiente informatizado que possibilitaria trabalhar os aspectos das representações planas dos objetos espaciais bem como oferecer aos estudantes espaço para suas investigações pessoais dos objetos matemáticos envolvidos. Podemos evidenciar isso através da fala do Professor1 que pondera:

É preciso oferecer oportunidade para que os alunos possam soltar sua criatividade, explorando as atividades propostas e visualizando as representações das figuras geométricas espaciais. [...] Já se foi o tempo de limitar-se a somente dar a nomenclatura para a memorização, isso não é mais o suficiente: agora é preciso entender, refletir e agir para resolver uma situação dada.

Novamente, através desta fala do Professor1, podemos constatar as considerações já realizadas por PARZYSZ (1988) em seus estudos sobre a questão da articulação dos conhecimentos da Geometria Plana e Espacial, requerendo do aluno a compreensão das convenções e elementos usados na planificação dos objetos espaciais para que ele seja capaz de solucionar um problema proposto.

Acerca da preparação atual dos docentes para a aplicação das situações ideais de aprendizagem vislumbradas por cada um deles, todos os três professores entrevistados enfatizaram que se sentiriam confortáveis em implementarem suas sugestões se tivessem algum tipo de capacitação mais avançada para a criação de atividades em ambientes informatizados ou soubessem como procurar por recursos já existentes e implementados por outros professores.

Com relação às condições atuais disponíveis nas escolas particulares em que lecionam para a aplicação das expectativas idealizadas por eles para o ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial, os três docentes acreditam que elas sejam suficientes.

Entretanto, quando questionados a respeito das condições das escolas públicas, o Professor2 e o Professor3 argumentaram que a imprevisibilidade do uso dos recursos, computacionais ou não, disponíveis nas escolas e muitas vezes também a inexistência deles, faz com que o educador simplesmente não tenha expectativas de utilizá-los e, portanto, limite-se à exposição das definições em sala de aula.

Segundo o Professor1, o papel do educador nesta nova situação ideal de ensino proposta por ele corresponderia a:

[...] um facilitador no sentido de viabilizar as atividades já planejadas e alinhadas às expectativas de ensino do docente a respeito de um determinado conteúdo matemático, para que os alunos possam compreendê-las, interpretá-las e solucioná-las, sempre com a possibilidade recorrer ao professor em caso de dúvidas ou partir para uma investigação própria, se assim desejar. [...] Gostaria também de ter a possibilidade de examinar algum tipo de *feedback* da experiência dos alunos neste novo ambiente, algo que me disponibilizasse pistas de como poderia estar melhorando a atividade em si, se deveria ou não continuar usando-a (porque de repente não obtive os resultados que eu esperava) ou descobrindo quais seriam os requisitos mínimos que os estudantes deveriam ter para fazê-la. [...] Retornos do tipo qual foi a trilha seguida pelo aluno para resolver uma situação-problema proposta, ele ficou tentando muitas vezes ou não, de repente até, algum tipo de gráfico que mostrasse ao professor quais foram as questões respondidas mais rapidamente, qual não foram respondidas, etc.

Para o Professor2, o docente nesta nova situação ideal de ensino deverá:

ser capaz de fazer com que os alunos compreendam o que está sendo solicitado num exercício assim como possibilite a eles passar por uma experiência única de aprendizagem, instigando-os a participar cada vez mais motivados dos desafios que lhes serão propostos.

Enquanto que para o Professor3 temos que a nova postura do professor:

deve refletir o planejamento prévio de suas tarefas sugeridas a fim de possibilitar a construção de um ambiente favorável de ensino da Matemática.

Analisando as falas dos três professores, podemos considerar que todos eles propõem o uso intencional de recursos diversos (digitais ou não),

ferramentas e ambientes de aprendizagem para o ensino dos conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas e introdução à Geometria Espacial, caracterizando, portanto, a elaboração de atividades que suportariam estas novas expectativas em termos de propostas de ensino.

Aplicando a estrutura de ciclo expansivo proposta por ENGESTRÖM (1999) para os comentários sobre as expectativas ideais de ensino apontadas pelo Professor2 e Professor3, podemos considerar que as atividades idealizadas por eles chegam até a ação 4, ou seja, ambos os docentes propõem atividades que estariam na fase de experimentação e homologação das mesmas, principalmente pelo fato deles proporem situações para a aplicação destas atividades em que as limitações, potencialidades e restrições não foram mencionadas. Assumiremos nesta pesquisa que o ciclo expansivo aplicado para as atividades idealizadas pelo Professor2 e Professor3 corresponde ao seguinte:

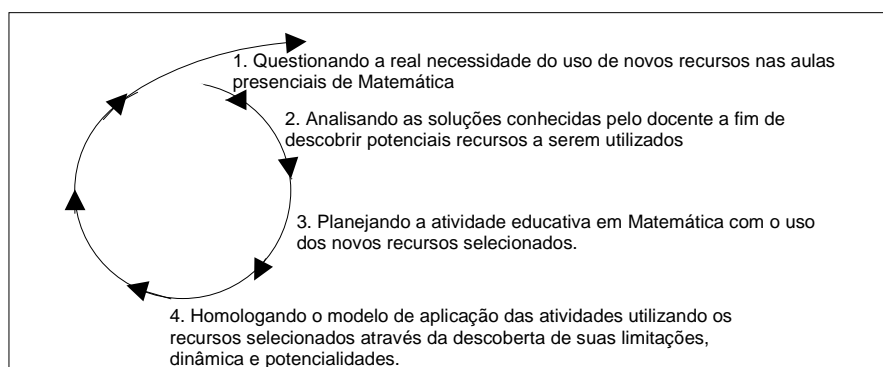


Figura 16: Seqüência do ciclo expansivo de ENGESTRÖM (1999) para as atividades propostas nas situações ideais de ensino sugeridas pelo Professor2 e Professor3

Entretanto, analisando a aplicação da mesma estrutura de ciclo expansivo para os comentários sobre as expectativas ideais de ensino do Professor1, podemos identificar que além de cobrir todas as 7 ações idealizadas por ENGESTRÖM (1999), uma nova ação alternativa é mencionada pelo Professor1 ao final do ciclo: descartando o modelo de uso proposto para a atividade. Podemos evidenciar esta nova ação alternativa pelas falas do Professor1 sobre a disponibilização de pistas de como ele “poderia estar melhorando a atividade em si” ou “se deveria ou não continuar usando-a (porque de repente não obtive os resultados que eu esperava)”. Desta forma, sugerimos o acréscimo de uma oitava ação, que poderia alternativamente substituir a sétima ação de “consolidação do



modelo proposto para o uso da atividade” e que corresponderia ao abandono do modelo proposto em função de sua aplicação não resultar nas expectativas idealizadas pelo professor, permitindo a ele a flexibilidade de partir para a elaboração de uma nova sugestão de modelo e não necessariamente sempre consolidar a proposta inicialmente feita.

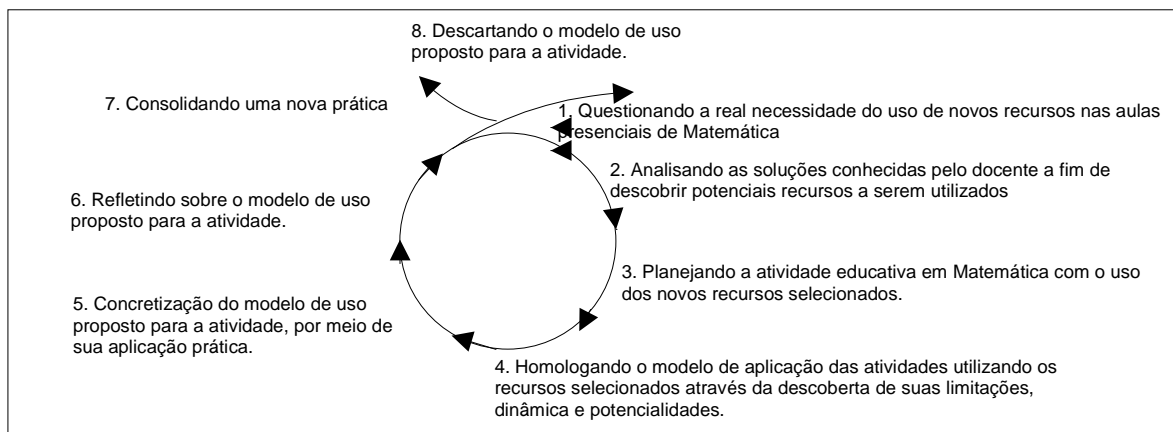


Figura 17: Sugestão da mestrandia para o acréscimo da 8ª ação alternativa na seqüência do ciclo expansivo de ENGSTRÖM (1999) para as atividades propostas nas situações ideais de ensino sugeridas pelo Professor1

### 7.3 Avaliação dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil

O objetivo desta categoria é evidenciar as considerações dos educadores entrevistados a respeito dos módulos educacionais disponibilizados, focando nos aspectos técnicos e funcionais. Durante a entrevista, primeiramente abordamos uma perspectiva técnica, com relação à opinião dos docentes sobre características tais como a interface e usabilidade dos módulos. Após isso, questionamos os participantes sobre os aspectos funcionais relacionados à utilização de tais módulos educacionais por completo, somente parte de suas atividades ou ainda somente alguns dos objetos de aprendizagem disponíveis. Também nesta perspectiva funcional, buscamos identificar a opinião dos entrevistados sobre o material de apoio existente para cada um dos módulos.

Questionados sobre as instruções presentes nos módulos educacionais para a realização das atividades pelos alunos bem como a relevância das informações e explicações das atividades considerando o conteúdo sobre Funções Lineares e Quadrática, o Professor1 comentou:

As instruções para execução das atividades propostas são boas, mas não suficientes para os estudantes. Na minha visão, as explicações para o módulo de Funções estão confusas e isso gera insegurança para os alunos. [...] Eu acredito que a intenção das atividades propostas são realmente válidas, mas na forma em que se encontram, é necessário que o professor interfira muitas vezes até que os alunos compreendam o que está sendo solicitado e que eles se sintam confiantes para tentar, questionar e refletir sobre os exercícios.

Para o Professor2 e Professor3, o módulo educacional que aborda o conteúdo de Funções Lineares e Quadrática possui coerência das atividades com os objetivos e as instruções propostos por elas, entretanto, de maneira similar aos comentários do Professor1, eles também enfatizam que elas não são suficientes para que os alunos compreendam o que é solicitado para ser feito, conforme evidenciado abaixo pelos comentários do Professor3:

As informações das atividades são fornecidas, mas a maneira com que você deve observar estas mensagens, está sem padrão: às vezes é em cima, ou ao lado ou em baixo. [...] Se pensarmos que é uma das primeiras vezes que o aluno está realizando atividades relacionadas aos conceitos de Funções e que estas definições são todas extremamente novas para ele, acredito que as explicações deveriam ser mais descritivas e padronizadas. [...] De fato para mim que sou professor, posso considerar que existe coerência entre as atividades e os objetivos e instruções propostos, mas não em um nível suficiente para os estudantes, que estão sendo apresentados às definições sobre Funções.

Podemos verificar nas explicações dos três professores que em suas opiniões, para que o módulo de Funções Lineares e Quadráticas não cause frustração nos alunos a partir do momento em que eles passem a explorar o ambiente para melhor compreendê-lo e responder às atividades propostas, seriam necessárias instruções mais detalhadas e claras de uso para que os estudantes pudessem interagir mais com os exercícios propostos. Analisando estas observações segundo ENGSTRÖM (1999), ao se considerar um ciclo completo para utilização efetiva de uma atividade, os educadores devem também se questionar se, durante processo de análise exploratória, os recursos encontrados estão aderentes a seus objetivos e expectativas de ensino, incluindo aspectos de compreensão das atividades pelos alunos que irão realizá-las, como evidenciado pelas falas dos três professores.

A respeito das explicações e instruções para o módulo de introdução à Geometria Espacial, o Professor1 descreveu:

Já para este módulo (de Geometria Espacial), as explicações são mais informais e próximas do que os alunos compreendem. [...] Além de estarem dispostas de uma forma mais clara, as instruções são mais descritivas, padronizadas e também permitem uma navegação mais fácil entre as mensagens de interação.

Para o Professor2, o módulo de introdução à Geometria Espacial apresenta instruções de uso suficientes para que os alunos consigam completar as atividades propostas, pois segundo ele:

as informações disponíveis explicam o que deve ser feito, ou seja, o objetivo da atividade e também como se deve proceder para chegar no fim do desafio proposto. Eu acredito que a clareza do entendimento do que deve ser feito na atividade também dependerá muito das intervenções que o professor fará para ligar os assuntos teóricos vistos em sala de aula com os desafios propostos, por exemplo, neste módulo de introdução aos conceitos de Geometria Espacial, do que necessariamente as instruções presentes nele. Mas apesar disso, eu acredito que as explicações de uso são suficientes para os alunos entenderem o que deve ser cumprido.

Sobre a opinião do Professor1 a respeito do módulo de Funções Lineares e Quadráticas e suas expectativas ideais de ensino para este mesmo tópico de Matemática, ele expôs:

Os aspectos da visualização da função dada, do trabalho com os coeficientes e a dinâmica de atualização existente entre estas duas representações, permitem ao aluno compreender que, embora esteja escrito de maneiras distintas, o objeto matemático é o mesmo. Isso eu acredito ser muito importante, pois conforme mencionei nas minhas expectativas, a participação e o contato dos alunos com exercícios práticos possibilita que eles apliquem a teoria vista em sala de aula.

De fato, podemos aproximar esta fala do Professor1 a respeito das dificuldades dos alunos relacionadas às diferentes representações de uma mesma função, com as pesquisas do autor SANTOS (2002) que evidenciou em seus estudos tais dificuldades dos alunos em não admitirem que uma mesma função matemática seja representada por mais de uma sentença na forma

algébrica e também não compreenderem de que forma ocorre a conversão da representação gráfica para a algébrica. Um dos caminhos apontados por SANTOS (2002) como potenciais auxiliares neste processo seria a adoção de programas computacionais que permitissem a visualização, experimentação e interatividade dos alunos com atividades que exigissem conhecimentos a respeito das mudanças do registro algébrico para o gráfico de funções afins e quadráticas, e, portanto, criassem um ambiente mais favorável para que o estudante pudesse melhor compreender este processo de conversão através da prática.

Para o Professor2, o módulo de Funções Lineares e Quadráticas atendeu suas expectativas com certas restrições, pois:

o módulo educacional faz sugestões interessantes de manipulação de funções variadas. Um item bem interessante é o fato das funções serem geradas dinamicamente e isso faz com que um aluno também não tente copiar do outro, mas sim peça ajuda a seus colegas ou ao professor para tentar resolver uma atividade proposta. Outra expectativa muito bem atendida foi a proposta de atividades em duplas, provocando a participação do estudante na execução da tarefa proposta.

O Professor3 também ponderou sobre o módulo de Funções Lineares e Quadráticas e suas concepções ideais de ensino deste conteúdo da Matemática:

As atividades propostas no módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas enfatizam os aspectos de visualização das duas representações de uma função: simbólica e gráfica, e isso é realmente um ponto muito relevante e que, na minha opinião, realmente deveria ser muito bem trabalhado pelos professores nos exercícios.

As questões de manipulação e visualização comentadas pelo Professor2 e pelo Professor3 sobre o módulo educacional do projeto RIVED-Brasil, refletem alguns aspectos também já estudados por ROSHELLE et al (2000), que enfatizam que a construção de situações de manipulação pelo próprio estudante das representações múltiplas de funções matemáticas através de recursos computacionais possibilita aos estudantes analisar as mudanças ocorridas quando alguma alteração em uma das representações ocorre e as demais são automaticamente atualizadas, ou seja, ele começa a criar um vínculo entre as diferentes representações de um mesmo objeto matemático.

Já para o módulo de introdução à Geometria Espacial, o Professor1 concordou que suas expectativas foram atendidas, com restrições, pelo módulo educacional do projeto RIVED-Brasil, pois ele acredita que:

a abordagem adotada nos exercícios propostos no módulo (de Geometria Espacial) enfatizam fortemente os aspectos da visualização das representações planas das figuras geométricas espaciais, proporcionando ao aluno explorá-las cada um há seu tempo e refletir antes de responder às questões.

O Professor2 comentou também suas razões em concordar o alinhamento entre suas expectativas e o módulo educacional de introdução à Geometria Espacial:

Eu acredito que ele (o módulo educacional) contribui para a fixação dos conceitos e definições iniciais de Geometria Espacial, pois oferece ao aluno a chance dele poder manipular, a seu próprio tempo, os elementos trabalhados em cada atividade. A questão da planificação das figuras espaciais e classificação dos sólidos também foi muito bem trabalhada: de exercícios mais simples para os mais complexos, permitindo ao aluno estar envolvido progressivamente nos desafios propostos e motivando-o a continuar nas próximas tarefas.

Para o Professor3 a principal expectativa atendida com relação ao módulo de introdução à Geometria Espacial foi:

fazer com que os estudantes enxergassem as características e propriedades de uma figura espacial representada em duas dimensões. E, além disso, as atividades propostas são interessantes e desafiadoras para os alunos.

Podemos identificar nas falas dos três professores que os aspectos de visualização são fortemente enfatizados como algumas de suas expectativas que foram atendidas pelo módulo de introdução à Geometria Espacial. Podemos aproximar estas concepções consideradas importantes para estes docentes com os estudos de PARZYSZ (1988) que argumenta que a leitura de um desenho no plano parece ser uma passagem obrigatória da aprendizagem da Geometria Espacial em diferentes níveis e que, para isso é preciso que os estudantes possam compreender, dominar e identificar algumas técnicas de representação plana de objetos espaciais. Analisando as falas dos docentes entrevistados,

podemos considerar que a manipulação de representações planas de objetos espaciais disponível no módulo educacional do projeto RIVED-Brasil corresponderia a um dos modos disponíveis para que os alunos possam trabalhar estas técnicas sugeridas por PARZYSZ (1988).

Questionado a respeito do nível de conhecimento requerido dos alunos para a manipulação das atividades propostas no módulo de Funções Lineares e Quadráticas, o Professor1 comentou:

O aluno deve ir preparado para saber o porquê ele está ali e também deve ter alguns conhecimentos mínimos de informática para poder manipular os módulos educacionais. Para isso, é necessário que o professor faça um trabalho muito grande de aproximação entre o que foi visto em sala e a atividade proposta bem como faça um trabalho prévio de preparação e ambientação da turma com as atividades que usam recursos de informática. [...] A abordagem das atividades do módulo educacional enfatizam muito o aspecto visual e de conversão entre as representações gráfica e simbólica e acredito que com a manipulação destas representações interconectadas acrescida da boa fluência dos alunos com os recursos digitais disponibilizados, farão com que eles melhor compreendam as atividades propostas para os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas.

Analisando a fala do Professor1 sobre os requisitos mínimos que os alunos deveriam ter para manipularem as atividades propostas no módulo educacional de Funções Lineares e Quadráticas, podemos aproximá-la das pesquisas de DAGHER (1993) que também aponta que o efeito de sessões prévias de ensino de informática foi positivo para sua pesquisa e possibilitou a uma boa parte dos estudantes, através da representação gráfica das funções dadas, uma melhor capacidade de estimar os valores dos coeficientes das funções afins e quadráticas. Com relação aos aspectos positivos comentados pelo Professor1 a respeito da manipulação das representações algébrica e gráfica de uma função matemática, DAGHER (1993) também comprova que esta articulação existente no programa utilizado em sua pesquisa proporcionou alterações qualitativas importantes entre o pré-teste e o pós-teste (ambos utilizando somente com papel/lápis) realizados por ele em seu estudo.

O Professor2 comentou sobre o nível de conhecimento requerido dos alunos para a manipulação das atividades propostas no módulo de introdução à Geometria Espacial bem como os desafios propostos nas atividades do módulo educacional:

Acredito que os alunos antes de trabalharem com as atividades propostas no módulo de introdução à Geometria Espacial devem primeiramente trabalhar em exercícios de fixação e teoria para que eles possam entender suas escolhas nas atividades propostas no módulo educacional. [...] Além disso, um requisito importante é fazer com que os estudantes não apenas memorizem uma determinada perspectiva ou nomes das figuras geométricas, e sim entendam o que é solicitado para que consigam depois transferir este conhecimento em outros exercícios que lhe serão propostos.

Os comentários do Professor2 refletem também algumas considerações feitas por POSSANI (2002) em seus estudos a respeito das apreensões dos estudantes sobre as representações planas de objetos espaciais. Neste estudo, POSSANI (2002) argumenta que, de forma similar aos comentários do Professor2, a transição entre a representação material e figural não é intuitiva e espontânea e, portanto, é um papel importante do professor fornecer oportunidades para que os alunos trabalhem com mais de uma representação plana de um determinado objeto espacial, não focando apenas seus esforços em apresentar uma só perspectiva, fórmulas diversas e exercícios sempre similares. Para POSSANI (2002), é necessário propor atividades que privilegiem a ação dos alunos sobre os sólidos geométricos, possibilitando a eles aprender a codificar e decodificar a representação plana dos objetos espaciais em questão.

A respeito da possibilidade de uso dos módulos educacionais completos, somente algumas de suas atividades ou apenas alguns dos objetos de aprendizagem disponíveis nas atividades, o Professor1 comentou:

É interessante saber que não estamos limitados a utilizar o módulo educacional por completo, pois realmente no meu ponto de vista, existem algumas atividades no módulo de Funções que não usaria em minhas aulas, enquanto outras até utilizaria, mas com instruções e explicações diferentes das disponíveis. No caso do módulo de Funções, eu gostaria de acrescentar algumas anotações de aula também, mudar a seqüência das atividades assim como propor alguns exercícios preparatórios para que o aluno se sentisse

mais seguro antes de realizar as atividades propostas no módulo. [...] Para o módulo de Geometria Espacial, gostei muito da apresentação e das atividades propostas: para mim o utilizaria por completo após a introdução da teoria em sala de aula e a aplicação de alguns exercícios básicos para a fixação dos conceitos e definições de Geometria Espacial.

Para o Professor2 a possibilidade de uso de apenas parte das informações disponíveis nos módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil é bastante interessante, pois:

abre novas oportunidades de uso em outros contextos e não exclusivamente na Matemática, pois por exemplo, o módulo de Funções pode ter algumas atividades ou objetos de aprendizagem que também podem ser trabalhadas por professores de outras disciplinas tais como Física ou Química como revisão de alguns conceitos antes de entrarem em seus conteúdos específicos (por exemplo na leitura de gráficos de reações químicas ou o estudo dos conceitos de aceleração e velocidade). [...] Para minhas aulas, eu utilizaria todo o módulo de Geometria Espacial, mas o de Funções eu usaria só os objetos de aprendizagem, acrescentando minhas observações de sala de aula e explicações que acredito que os alunos entenderiam mais facilmente as tarefas propostas.

Para o Professor3 a perspectiva de uso dos módulos educacionais completos, somente algumas atividades ou apenas alguns objetos de aprendizagem:

traz a flexibilidade do professor poder preparar as atividades com a “cara” de suas turmas, pois sabemos que de ano em ano, temos novos desafios com alunos de diferentes níveis de preparação: às vezes temos que revisar algum conteúdo antes de avançar para outro, ou evoluir mais rapidamente caso tenhamos uma turma que veio mais bem preparada. [...] Eu utilizaria todas as atividades propostas nos dois módulos, mas em ambos mudaria a seqüência proposta também acrescentando meus comentários, outras referências de livros/sites e observações sobre o que deve ser feito em cada atividade.

Analisando as falas dos três professores podemos constatar que a flexibilidade na escolha de determinadas tarefas ou objetos de aprendizagem nos módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil, abre um leque de oportunidades de personalização de tais módulos pelos professores, idéia que agrada unanimemente os três docentes entrevistados. Podemos verificar nos



comentários dos três professores que tal personalização possibilitaria um alinhamento maior com seus planejamentos curriculares para os tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial. Apoiado-nos nas perspectivas de ENGSTRÖM (1999) sobre a Teoria da Atividade, podemos realizar uma aproximação entre este alinhamento e a necessidade de agir com intencionalidade no momento da elaboração de atividades, ou seja, este grau de personalização implicaria um sentido às ações a serem executadas pelos professores, garantindo-as o *status* de atividades.

O Professor1 comentou sua opinião a respeito dos Guias do Professor de cada um dos dois módulos educacionais selecionados para este estudo:

De fato, já tenho minha concepção de como eu poderia aplicar as atividades, mas sempre ter uma segunda opinião é um fator importante para você refletir sobre sua própria prática. [...] As sugestões feitas nos Guias do Professor não são limitadoras e nem restringem os professores a terem que usar o módulo exatamente daquela maneira: elas somente sugerem alguns caminhos que podem ser traçados, algumas experiências constatadas que podem vir a auxiliar o professor, sugerindo um caminho alternativo para o uso do módulo. [...] Em ambos os módulos educacionais achei as sugestões válidas, com os tempos coerentes para a aplicação das atividades propostas.

Para o Professor2 as estratégias pedagógicas e instruções apresentadas no Guia do Professor bem como os tempos sugeridos para cada atividade são parâmetros interessantes, porque:

uma sugestão pode não ser acatada pelo professor, mas ao menos pode apresentar uma forma diferente do que ele pensa a respeito ou complementar sua idéia inicial. [...] Não acho nenhum pouco limitante a forma com que colocaram os Guias do Professor nos dois módulos: eu acredito que o projeto RIVED agiu muito bem em esclarecer que tais Guias correspondem a materiais de apoio e não instruções rígidas de uso. [...] Para mim, concordo com algumas abordagens pedagógicas sugeridas, porque elas se assemelham com algumas aplicações de atividades que eu já havia cogitado em fazer, e também com os tempos recomendados nos dois módulos.

O Professor3 explicou seu ponto de vista sobre o material de apoio, as sugestões de abordagens pedagógicas e duração das atividades propostas em cada um dos módulos educacionais:

Na verdade os Guias do Professor descrevem principalmente os objetivos e aplicações previstas inicialmente pelas equipes que construíram os módulos e, portanto, no meu ponto de vista, devem ser considerados relevantes por serem parte da elaboração pedagógica dos módulos. [...] Algumas abordagens pedagógicas até coincidem com algumas de minhas concepções e os tempos sugeridos parecem bastante razoáveis. Se eu fosse utilizar estes módulos em sala, eu usaria estas estimativas de duração como parâmetro para planejar a seqüência e a quantidade de aulas previstas para a aplicação das atividades.

Os três docentes consideraram que o material de apoio fornecido por cada um dos dois módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil contém informações relevantes e que apresentam elementos que poderiam auxiliá-los na medida em que eles podem oferecer idéias, duração para as atividades, sugestões ou abordagens pedagógicas diferentes das concepções de uso que os professores já possuíam previamente. Novamente buscando a aproximação com a estrutura de uma atividade vista sob a perspectiva de ENGSTRÖM (1999), podemos considerar que para cada um dos três docentes o motivo da ação de utilizar o material de apoio disponível nos módulos educacionais está alinhado também ao objetivo maior da aplicação do planejamento realizado por estes docentes em busca de alternativas que possibilitem um melhor entendimento por parte dos alunos dos conteúdos matemáticos em jogo. Ou seja, o motivo da ação de uso do material de apoio disponível está alinhado aos objetivos das atividades propostas por estes professores no sentido de auxiliarem os alunos no processo de ensino-aprendizagem dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas assim como introdução à Geometria Espacial.

Aplicando a estrutura de ciclo expansivo proposta por ENGSTRÖM (1999) para os comentários sobre as concepções dos professores Professor1, Professor2 e Professor3 a respeito do uso parcial ou completo dos dois módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil, podemos considerar que as atividades propostas por eles em seus comentários chegam até a ação 6, ou seja, o ciclo expansivo aplicado para as atividades sugeridas pelos três docentes corresponde ao seguinte:

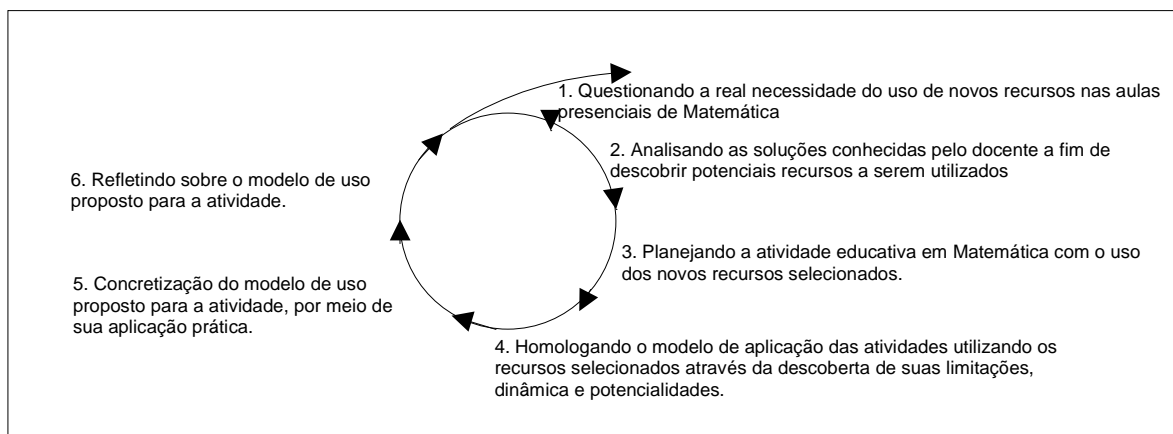


Figura 18: Seqüência do ciclo expansivo de ENGSTRÖM (1999) para as atividades propostas com o uso parcial ou total dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil sugeridas pelo Professor1, Professor2 e Professor3

Os comentários dos três professores apontam que a intencionalidade do uso dos recursos digitais disponíveis nos módulos educacionais analisados deve estar sempre alinhada a seu planejamento curricular para os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial. Podemos evidenciar isso, por exemplo, nos comentários dos três docentes sobre a flexibilidade de utilizarem somente parte dos módulos educacionais, pois a possibilidade de personalização oferece abertura para que os recursos digitais sejam incorporados nas aulas dos docentes a partir de certas condições que refletem a forma pessoal com que cada um dos educadores trabalha os tópicos de Funções e Geometria Espacial. Ou seja, os três docentes parecem estar refletindo sobre suas sugestões de uso parcial ou total dos módulos educacionais selecionados, buscando identificar atividades que unifiquem tanto seus objetivos pedagógicos e didáticos, quanto a utilização dos recursos digitais nos momentos ideais para melhor incentivar os estudantes, promovendo a criação de um ambiente mais propício para o ensino dos conteúdos matemáticos para os alunos.

Finalizando nossa pesquisa, apresentaremos no próximo capítulo as considerações finais deste estudo.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo neste trabalho é estudar as potenciais contribuições que poderão emergir da integração entre uso dos objetos de aprendizagem de Matemática e as expectativas e práticas de ensino de três professores de Matemática entrevistados. Este estudo foi analisado sob alguns aspectos da Teoria da Atividade segundo a perspectiva de ENGSTRÖM (1999), principalmente quanto ao ciclo expansivo e a estrutura de uma atividade proposta por este pesquisador.

Neste enfoque, analisamos as práticas atuais dos educadores entrevistados, suas pretensões e expectativas ideais em termos de ferramentas, recursos, tecnologias e ambientes, buscando estabelecer quais são as possibilidades que, nas visões destes professores de Matemática, podem surgir a partir do uso de dois módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil para esta pesquisa.

Nossa intenção, com este trabalho, é fornecer a análise de algumas unidades de um determinado universo com o intuito de identificar possíveis tendências e abrir caminho para uma posterior compreensão da generalidade das mesmas ou, pelo menos, o estabelecer bases para uma próxima investigação, mais sistemática e precisa.

Os três professores participantes desta pesquisa apresentam atualmente a seus alunos os conteúdos de Funções Lineares e Quadráticas bem como os de Introdução à Geometria Espacial, por meio do uso de diversos tipos de recursos (digitais ou não), conforme descritos no capítulo anterior.

Em relação aos anseios destes educadores em busca de atingirem um ambiente o mais propício possível para que seus alunos compreendam melhor o estudo dos tópicos de Funções e Geometria Espacial, o uso de tecnologia e recursos digitais esteve presente constantemente nos comentários destes professores a respeito de aulas presenciais de Matemática realizadas em ambientes informatizados. Na opinião destes docentes, o fator motivacional que estes ambientes proporcionam, estimulam as habilidades dos alunos em busca das resoluções das atividades propostas por eles.

Alinhada a esta idéia, os três educadores enxergaram potenciais usos parciais dos módulos educacionais apresentados e selecionados do projeto RIVED-Brasil para este estudo. Para eles, o fator de personalização dos módulos educacionais abre novas oportunidades de criação de situações de aprendizagem que favorecem a autonomia e a compreensão dos alunos em relação aos conteúdos curriculares de Matemática abordados.

De fato, pudemos constatar nas falas analisadas dos três professores, que o potencial uso dos objetos de aprendizagem apresentados é considerado um recurso auxiliador, desde que utilizado em atividades intencionalmente alinhadas ao planejamento de cada docente para os conteúdos curriculares de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial.

Além disso, pudemos também verificar que os professores identificaram nos objetos de aprendizagem utilizados neste estudo, oportunidades para criação de espaços para reflexão dos alunos por meio da exploração de situações personalizadas de ensino dos respectivos tópicos de Matemática (Funções e Geometria Espacial) sugeridas pelos próprios docentes, possibilitando uma melhor integração entre teoria e prática dos conhecimentos matemáticos apresentados aos estudantes.

Contrariando uma de nossas hipóteses iniciais a respeito do material de apoio fornecido pelos módulos educacionais selecionados do projeto RIVED-Brasil, os três professores entrevistados consideraram os comentários, abordagens e propostas pedagógicas presentes nos documentos “Guia do Professor” válidos e relevantes, pois foram encarados como sugestões e não instruções de execução limitadoras e restritas para o uso parcial ou total dos respectivos módulos.

Acreditamos que estar envolvido em uma atividade não é condição suficiente para que o aprendizado de Matemática ocorra. Ou mais do que isso, trabalhar com representações que divergem muito pouco uma das outras também não garante que a combinação entre o que o aprendiz aprende e o que o professor pensa que ele está aprendendo seja a mesma. Para que isso ocorra, é

necessário reflexão assim como um esforço consciente para dirigir a atenção do estudando para as relações matemáticas importante a serem ressaltadas.

Para alcançar isso, não basta produzir objetos ditos como de aprendizagem e disponibilizá-los em repositórios sem um verdadeiro engajamento dos professores em suas causas: o grande *marketing* do uso da tecnologia não salvará aulas e conteúdos mal preparados e nem mesmo eliminará todas as dúvidas e preocupações dos alunos em relação aos assuntos abordados.

Diante deste contexto, sugerimos que o entendimento e a utilização de recursos em ambientes informatizados não devam ser abordados como no relato do Professor<sup>3</sup> que comenta o uso “pela imposição de sua coordenadoria”, pois somente os recursos tecnológicos por si só, não contribuirão em nada ao processo educacional se não tiverem educadores preparados e conscientes da utilização de tais recursos.

A tecnologia não deve ser encarada como um mito e muito menos os objetos de aprendizagem correspondem à solução para as todas as dúvidas dos alunos. Para justificar esta análise menciono o pensamento de REIS (1995): “a primeira finalidade da Educação Tecnológica não é ensinar a usar a mais moderna peça de hardware, mas em perguntar quando e porquê ela deve ser usada”. Neste sentido, acreditamos que o conceito de objetos de aprendizagem para a Educação Matemática está intimamente ligado à utilidade dos mesmos no contexto de ensino dos conteúdos curriculares desta disciplina através do uso de tecnologias em ambientes informatizados. E é exatamente neste contexto que o educador de Matemática deve questionar a utilidade de tais objetos a fim de buscar somente recursos tecnológicos alinhados à suas expectativas e objetivos de ensino, e não simplesmente aceitá-los com válidos por não compreenderem suas reais finalidades. Vincular o uso da tecnologia ou recursos digitais, tais como os objetos de aprendizagem, com única garantia de sucesso no ensino da Matemática é uma visão equivocada do professor.

Devemos enfatizar que esta pesquisa foi realizada com apenas três educadores, refletindo a realidade somente de suas experiências e anseios, não sendo, portanto, possível generalizar. Além disso, também enfatizamos que a

Teoria da Atividade permite considerar que as etapas ainda não concluídas pelos docentes entrevistados (conforme nossa análise de suas falas), não sejam vistas como problemas, mas sim como fases ainda em desenvolvimento e evolução, pois o pensamento dos docentes e a elaboração de suas atividades estão em constante evolução e modificação.

As possibilidades de abordagem da Teoria da Atividade ligadas ao uso de objetos de aprendizagem na Educação Matemática não foram esgotadas neste trabalho. Assim, outras pesquisas podem ser desenvolvidas como forma de dar continuidade à exploração deste tema tais como de que forma o processo de ensino-aprendizagem de Funções e Geometria Espacial ocorre, de fato, em sala de aula, de que maneira o uso de objetos de aprendizagem pode auxiliar a prática dos professores ao longo de um ano letivo, a partir de uma amostragem maior ou ainda se os mesmos objetos de aprendizagem utilizados em uma outra modalidade de aula (à distância ou híbrida) poderiam também auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Matemática. Nossa questão é se teríamos as mesmas tendências evidenciadas nesta pesquisa.

## 9 ANEXOS

### 9.1 Anexo 1 – Primeira Versão do Protocolo das Entrevistas

Nome:

Idade:

Sexo:

Instituição de Graduação:

Instituição de Especialização:

Instituição de Mestrado:

Instituição de Doutorado:

Cargo Atual:

Tempo de Atuação no Magistério:

1. O que você entende por Tecnologia?
2. E com relação à Tecnologia Educacional e tecnologia aplicada à Educação da Matemática?
3. Como é atualmente o seu contato com os recursos tecnológicos nas aulas de Matemática? Quando começou? Por quais motivos?
4. Durante sua formação, qual era a frequência de utilização de recursos tecnológicos? Que tipo de contato existia com eles?
5. Como você trabalha em sala de aula com recursos tecnológicos? E atividades pesquisadas na *Internet*?
6. Você tem acesso à informações divulgadas pelo Ministério da Educação a respeito de novos recursos tecnológicos disponibilizados para os professores de Matemática? Você conhece a proposta do projeto RIVED?



7. Você conhece o conceito de objetos de aprendizagem? Já ouviu falar de algum projeto neste sentido? Tem acesso a repositórios destes objetos?
8. Visualizando os dois objetos RIVED disponibilizados, o que você acha sobre eles? Em termos de funcionalidade, usabilidade e conteúdo abordado, o que você acredita ter sido enfatizado corretamente ou erroneamente? Como você os classifica?
9. Com relação ao material de apoio fornecido (guia do professor, introdução do módulo, etc), o que você achou? E com relação ao tempo para a aplicação de todas as atividades?
10. Você acredita que as Tecnologias Educacionais, em geral, assim como os objetos de aprendizagem podem contribuir em que sentido para o ensino dos conteúdos matemáticos?
11. Você usaria estes objetos em suas aulas? Porquê?
12. Você gostaria de acrescentar algo a mais não questionado neste roteiro?

## 9.2 Anexo 2 – Segunda Versão do Protocolo das Entrevistas

### **Categoria 1: Identificação**

Nome:

Idade:

Instituição de Graduação:

Instituição de Especialização:

Cargo Atual:

Tempo de Atuação no Magistério:

Ensino Fundamental \_\_\_\_\_ Ensino Médio \_\_\_\_\_ Ensino Superior \_\_\_\_\_

---

### **Categoria 2: Traçando o perfil**

1. Como é atualmente o seu contato com os recursos tecnológicos nas aulas de Matemática? Quais são estes recursos? Quando começou? Por quais motivos?
  2. Durante sua formação, qual era a freqüência de utilização de recursos tecnológicos? Que tipo de contato existia com eles?
  3. Como você trabalha em sala de aula com recursos capturados da *Internet*?
  4. Você conhece alguma proposta do MEC para utilização de recursos tecnológicos nas aulas de Matemática? Quais são eles?
- 

### **Categoria 3: Propostas e conhecimentos dos objetos**

5. Você conhece a proposta do projeto RIVED?
  6. Você conhece o conceito de “objetos de aprendizagem”? Já ouviu falar de algum projeto neste sentido? Tem acesso a repositórios destes objetos?
-

## Categoria 4: Avaliação técnica dos módulos educacionais RIVED

Avaliação adaptada do repositório MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching), 2004.

### 7. Análise do módulo educacional: **Introdução à Geometria Espacial**

<b>Objeto de Aprendizagem RIVED</b>
<b>Nome do módulo educacional RIVED:</b> Introdução à Geometria Espacial
<b>Breve Descrição:</b> No módulo "Introdução a Geometria Espacial", pretendemos fazer uma conexão entre as formas geométricas e as construções arquitetônicas das cidades.
<b>Localização/URL:</b> <a href="http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/geometria/index.htm">http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/geometria/index.htm</a>
<b>Público Alvo:</b> Ensino Fundamental

<b>Reutilização</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
O objeto de aprendizagem é claro e conciso					
Demonstra claramente os conceitos matemáticos esperados					
Seu conteúdo é relevante para abordar os conceitos matemáticos esperados					
Fornecer informações precisas					
Pode ser utilizado em contextos de aprendizagem distintos					
Pode ser facilmente disponibilizado em formatos diferenciados (tais como Web, CD, Disquetes, for Win, etc)					
Resume bem os conceitos matemáticos esperados					

<b>Interatividade</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
É fácil de usar					
Possui claras instruções de uso					
É motivador – instiga o interesse em se manipulado					
Tem um bom apelo visual					
Simula ambiente realístico					
Fornecer <i>feedback</i> para o usuário					
Comentários/Melhorias:					

<b>Potencial eficiência como ferramenta de ensino-aprendizagem</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Suporta uma variedade de objetivos de ensino em matemática					
Possibilita um melhor entendimento dos conceitos matemáticos envolvidos					
Reforça os conceitos matemáticos de forma progressiva					
Fornecer oportunidades para que o professor consiga avaliar as atividades produzidas pelos alunos					
Pode ser utilizado para demonstrar relações entre vários conceitos matemáticos envolvidos					
É bastante eficiente (no sentido de fortalecer os conceitos apresentados em uma aula presencial em um período de tempo curto – 10 horas de aula)					
Comentários/Melhorias:					

## 8. Análise do módulo educacional: **Funções lineares e quadráticas**

*Avaliação adaptada do repositório MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching), 2004.*

<b>Objeto de Aprendizagem RIVED</b>
<b>Nome do módulo educacional RIVED:</b> Funções lineares e quadráticas
<b>Breve Descrição:</b> A importância da matemática no dia a dia das pessoas tem aumentado ao longo da história. O mundo tecnológico em que vivemos depende cada vez mais da matemática. Muitas situações seguem algum padrão e podem ser representadas por funções matemáticas. A representação por funções nos permite fazer previsões.
<b>Localização/URL:</b> <a href="http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/funcoes/index.htm">http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/funcoes/index.htm</a>
<b>Público Alvo:</b> Ensino Médio

<b>Reutilização</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
O objeto de aprendizagem é claro e conciso					
Demonstra claramente os conceitos matemáticos esperados					
Seu conteúdo é relevante para abordar os conceitos matemáticos esperados					
Fornecer informações precisas					
Pode ser utilizado em contextos de aprendizagem distintos					
Pode ser facilmente disponibilizado em formatos diferenciados (tais como Web, CD, Disquetes, for Win, etc)					
Resume bem os conceitos matemáticos esperados					

<b>Interatividade</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
É fácil de usar					
Possui claras instruções de uso					
É motivador – instiga o interesse em se manipulado					
Tem um bom apelo visual					
Simula ambiente realístico					
Fornecer <i>feedback</i> para o usuário					
Comentários/Melhorias:					

<b>Potencial eficiência como ferramenta de ensino-aprendizagem</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Suporta uma variedade de objetivos de ensino em matemática					
Possibilita um melhor entendimento dos conceitos matemáticos envolvidos					
Reforça os conceitos matemáticos de forma progressiva					
Fornecer oportunidades para que o professor consiga avaliar as atividades produzidas pelos alunos					
Pode ser utilizado para demonstrar relações entre vários conceitos matemáticos envolvidos					
É bastante eficiente (no sentido de fortalecer os conceitos apresentados em uma aula presencial em um período de tempo curto – 10 horas de aula)					
Comentários/Melhorias:					

**Categoria 5: Avaliação funcional dos objetos RIVED**

9. Conhecendo os dois objetos RIVED disponibilizados, o que você pensa a respeito da abordagem dos conteúdos matemáticos? Eles enfatizam quais aspectos que ressaltam a matemática envolvida?
  10. Qual a sua avaliação com relação ao material de apoio disponibilizado (guia do professor, introdução do módulo, etc)? E com relação ao tempo para a aplicação de todas as atividades?
  11. Você acredita que estes objetos RIVED podem contribuir em que sentido para o ensino dos conteúdos matemáticos?
- 

**Categoria 6: Explorando as características e aplicabilidade dos objetos**

12. Você utilizaria estes objetos em suas aulas? Por quais razões? Indicaria a alguém?
13. Qual seria nível de envolvimento dos alunos nas atividades propostas? Você acredita que eles ficariam entusiasmados? Seria uma experiência que agregaria valor ao processo de ensino-aprendizagem do conteúdo matemático abordado?
14. Você acredita que a realização de atividades com a utilização destes objetos podem promover um melhor entendimento, por parte dos alunos, da Matemática envolvida?
15. Você gostaria de acrescentar algo a mais não questionado neste roteiro?

### 9.3 Anexo 3 – Versão Final do Protocolo das Entrevistas

#### Identificação

Nome:

Idade:

Instituição de Graduação:

Instituição de Especialização/Pós-Graduação:

Tempo de Atuação no Magistério:

Ensino Fundamental \_\_\_\_\_ Ensino Médio \_\_\_\_\_ Ensino Superior \_\_\_\_\_

Onde leciona atualmente:

---

#### Categoria 1: Práticas Atuais

1. De que forma você ensina os conteúdos curriculares de Funções Lineares e Quadráticas e Introdução à Geometria Espacial em suas aulas atualmente? Você utiliza algum recurso ou material? Quais?
2. Qual foi sua maior dificuldade no planejamento e implantação de atividades (com ou sem o uso de recursos digitais) que abordam os tópicos de Funções Lineares e Quadráticas e Introdução à Geometria Espacial?
3. Como é atualmente o seu contato com os recursos tecnológicos nas aulas de Matemática? Quais são estes recursos? Quando começou? Por quais motivos?
4. Você considera o uso da informática importante em aulas de Matemática?
5. Com que frequência você utiliza o laboratório de informática para desenvolver atividades ou trabalhar conteúdos disciplinares de Matemática com seus alunos?
6. Durante sua formação, qual era a frequência de utilização de recursos tecnológicos? Que tipo de contato existia com eles?



7. Você participou de cursos de capacitação para o uso da informática aliada a sua prática pedagógica? Onde?
  8. Ao utilizar o laboratório de informática para desenvolver atividades relacionadas aos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas e Introdução à Geometria Espacial com seus alunos, quais resultados você obtém atualmente?
  9. Você conhece alguma proposta do MEC para utilização de recursos tecnológicos nas aulas de Matemática? Quais? Já ouviu falar do projeto RIVED?
- 

### **Categoria 2: Expectativas e situações ideais de ensino**

10. Qual seria para você uma situação ideal de ensino aos alunos dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas e Introdução à Geometria Espacial? Quais recursos seriam necessários para atingir esta situação ideal?
  11. Em relação a esta situação, qual deveria ser o papel e a postura do professor?
  12. Qual a sua expectativa em relação ao desempenho dos alunos nesta situação ideal?
  13. O que esta situação agregaria a sua prática atual de ensino em aulas presenciais?
  14. Você acredita que com sua formação e os recursos disponíveis em sua escola é possível alcançar esta situação ideal de ensino dos tópicos de Funções Lineares e Quadráticas bem como introdução à Geometria Espacial? Por quê?
- 

### **Categoria 3: Avaliação técnica dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil**

## 15. Análise do módulo educacional: **Introdução à Geometria Espacial**

Avaliação adaptada do repositório MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching), 2004.

<b>Projeto RIVED-Brasil</b>	
<b>Nome do módulo educacional RIVED:</b>	Introdução à Geometria Espacial
<b>Breve Descrição:</b>	No módulo "Introdução a Geometria Espacial", pretende-se fazer uma conexão entre as formas geométricas e as construções arquitetônicas das cidades.
<b>Localização:</b>	<a href="http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/geometria/index.htm">http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/geometria/index.htm</a>
<b>Público Alvo:</b>	Ensino Fundamental

<b>Itens</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
O módulo educacional é claro e conciso, com boas instruções de uso para os alunos					
Existe coerência das atividades com os objetivos e as instruções propostos por elas					
Pode ser utilizado em contextos de aprendizagem distintos					
Objeto possui atividades interessantes e desafiadoras para os alunos					
É motivador – instiga o interesse em ser manipulado					
Tem um bom apelo visual, com apresentação clara e navegação fácil					
Disponibiliza material de apoio elaborado com claras e concisas instruções para o professor					
Disponibiliza material de apoio com boas sugestões de abordagens pedagógicas					

## 16. Análise do módulo educacional: **Funções Lineares e Quadráticas**

Avaliação adaptada do repositório MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching), 2004.

<b>Projeto RIVED-Brasil</b>
<b>Nome do módulo educacional RIVED:</b> Funções Lineares e Quadráticas
<b>Breve Descrição:</b> A importância da matemática no dia a dia das pessoas tem aumentado ao longo da história. O mundo tecnológico em que vivemos depende cada vez mais da matemática. Muitas situações seguem algum padrão e podem ser representadas por funções matemáticas. A representação por funções nos permite fazer previsões.
<b>Localização:</b> <a href="http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/funcoes/index.htm">http://rived.proinfo.mec.gov.br/modulos/matematica/funcoes/index.htm</a>
<b>Público Alvo:</b> Ensino Médio

<b>Itens</b>	Concorda Plenamente	Concorda	Nem Concorda, Nem Discorda	Discorda	Discorda Plenamente
<b>Pontuação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
O módulo educacional é claro e conciso, com boas instruções de uso para os alunos					
Existe coerência das atividades com os objetivos e as instruções propostos por elas					
Pode ser utilizado em contextos de aprendizagem distintos					
Objeto possui atividades interessantes e desafiadoras para os alunos					
É motivador – instiga o interesse em ser manipulado					
Tem um bom apelo visual, com apresentação clara e navegação fácil					
Disponibiliza material de apoio elaborado com claras e concisas instruções para o professor					
Disponibiliza material de apoio com boas sugestões de abordagens pedagógicas					

**Categoria 4: Avaliação funcional dos dois módulos educacionais do projeto RIVED-Brasil**

17. Você acredita que as informações e explicações das atividades são relevantes, considerando o conteúdo abordado?
18. Os objetos de aprendizagem atenderam as suas expectativas? Por quê?
19. Você acredita que estes módulos educacionais podem contribuir em que sentido para o ensino dos conteúdos matemáticos abordados?
20. Em sua opinião, qual o nível de conhecimento requerido dos alunos para trabalhar com estes objetos de aprendizagem?
21. Os objetos de aprendizagem desafiam as habilidades do estudante? De que maneira?
22. Você utilizaria os módulos educacionais completos, seguiria as atividades sugeridas nos módulos ou desenvolveria atividades próprias utilizando somente os objetos de aprendizagem disponíveis?
23. O que você acha das estratégias pedagógicas e instruções apresentadas no Guia do Professor?
24. Você concorda com a quantidade de tempo necessária para aplicar as atividades propostas, sugerida pelo Guia do Professor?

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. Filosofia da Educação. 2 ed. São Paulo: Editora Moderna, 1996.

ARBACH, Nelson. O Ensino de Geometria Plana: O saber do aluno e o saber escolar. Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC-SP, 2002.

BEHRENS, Marilda Aparecida. Formação continuada dos professores e a prática pedagógica. Curitiba: Champagnat, 1996.

BLUMSACK, S. L.; BRATINA, T. A.; HAYES, D. Preparing teachers to use learning objects. Faculty and Staff Development, The Technology Source, 2002. Disponível na Internet em <<http://ts.mivu.org/default.asp?show=article&id=961>> Acesso em 3 de Dezembro de 2004 às 14:18:10.

BORBA, M. C. Computadores, representações múltiplas e a construção de idéias matemáticas. *In*: Bolema, ano 9, especial 3. Rio Claro: UNESP, 1994.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M.G. Informática e Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

CAMPOS, T. M. M. Professores de matemática de 5ª série do pólo 4: perfil e representações sobre a matemática e seu ensino. São Paulo: PROEM, 1998.

CESTA. Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem. Disponível na Internet em <<http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/>>. Acesso em 18 de Março de 2005 às 17:57:58.

CHIZZOTTI, Antônio. Pesquisa em ciências humanas e sociais. 6ª edição. São Paulo: Cortez, 2003.

CISCO Systems. Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches, 2003. Disponível na Internet em <<http://www.cisco.com>>. Acesso em 7 de Fevereiro de 2005 às 10:12:57.

CYSNEIROS, Paulo Gileno. Professores e Máquinas: Uma concepção de Informática na Educação, 2001. Disponível na Internet em <<http://www.mathematika.cjb.net>>. Acesso em 15 de abril de 2004 às 10:25:00.

DAGHER, A. Environnement Informatique et Apprentissage de l'articulation entre registres graphique et algébrique de représentation des fonctions. These de doctorat. Université Paris VII, France, 1993.

DAHL, O. J.; NYGAARD, K. SIMULA – an ALGOL-Based Simulation Language. Communications of the ACM: Vol. 9, 1966.

DEMO, Pedro. Metodologia científica em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 1989.

DOVEY, Michael. Meta-Objects - An Object Oriented approach to metadata, 1999. Disponível na Internet em <<http://www.ariadne.ac.uk/issue19/meta-objects>>. Acesso em 16 de Maio de 2005 às 09:48:14.

DUVAL, Raymond. Graphiques et equations: L'Articulacion de deux registres. In: Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. IREM de Strasbourg, 1988.

ENGESTRÖM, Yrjö. Activity Theory and Individual and Social Transformation. In: \_\_\_ et al. (eds.) Perspectives on Activity Theory. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

FATEMAN, Richard J. Problem Solving Environments and Symbolic Computing, 1999. Disponível na Internet em <<http://www.cs.berkeley.edu/~fateman/papers/pse.pdf>>. Acesso em 18 de Julho de 2005 às 17:35:11.

GIBBONS, Andrew S.; NELSON, Jon; RICHARDS, Robert. The Nature and Origin of Instructional Objects, 2000. Disponível na Internet em <<http://www.reusability.org/read/chapters/gibbons.doc>>. Acesso em 16 de Maio de 2005 às 06:46:19.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.35, n.2, p. 57-63; mar/ag. 1995.

HAGUETTE, Teresa Maria Frota. Metodologias Qualitativas na Sociologia. 4.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1992.

HAMMOND, Nick. Learning With Hypertext: Problems, Principles and Prospects. In: C. McKnight, A Dillon & J. Richardson (Eds.) Hypertext - a Psychological Perspective. Londres: Ellis Horwood, 1993.

HENDERSON, Byron. The Components of Online Education, 2000. Disponível na Internet em <[http://www.coop\\_studies.usask.ca/pdf-files/OnlineEd.pdf](http://www.coop_studies.usask.ca/pdf-files/OnlineEd.pdf)>. Acesso em 25 de Maio de 2005 às 09:17:00.

HORN, Robert E. Mapping Hypertext. Lexington: Instituto Lexington, 1989.

IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers LTSC. Learning technology standards committee website. WG12: Learning Object Metadata, 2002. Disponível na Internet em <<http://ltsc.ieee.org/>>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2004 às 19:33:54.

IMS. IMS - Content Packaging Information Model - Version 9.1, 2000. Disponível na Internet em <<http://www.imsproject.org/content/cpinfo01.html#1>>. Acesso em 18 de Maio de 2005 às 09:16:00.

ISERNHAGEN, J. C. Technology: A major catalyst for increasing learning. T.H.E. Journal: 27(1), 1999.

ISO. ISO - International Organization for Standardization, 2004. Disponível na Internet em <<http://www.iso.org>>. Acesso em 23 de Junho de 2004 às 14:58:35.

JACOBSEN, Peter. History and Definition of RLOs, 2002. Disponível na Internet em <<http://www.mcli.dist.maricopa.edu/ocotillo/retreat02/docs/rlos.pdf>>. Acesso em 25 de Agosto de 2005 às 22:14:57.

KAJLER, N. A Portable and Extensible Interface for Computer Algebra Systems. Berkeley: ACM Press, 1992.

KAPTELININ, Victor. Activity theory: implications for human-computer interaction. In: B. Nardi, (ed), Context and Consciousness: Activity theory and human-computer interaction. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

KAPUT, J. Technology and Mathematics Education, em Grows, D. (ed), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. Macmillan, 1992.

KOPER, R. Modeling units of study from a pedagogical perspective: The pedagogical meta-model behind EML, 2001. Disponível na Internet em <<http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>>. Acesso em 7 de Dezembro de 2004 às 14:41:11.

KOPER, R. Educational Modelling Language: adding instructional design to existing specifications, 2002. Disponível na Internet em <[http://www.rz.uni-frankfurt.de/neue\\_medien/standardisierung/koper\\_text.pdf](http://www.rz.uni-frankfurt.de/neue_medien/standardisierung/koper_text.pdf)>. Acesso em 15 de Julho de 2005 às 07:52:41.

L'ALLIER, James J. Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs. Netg. 1997. Disponível na Internet em <<http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2004 às 10:45:57.

LABVIRT. Laboratório Didático Virtual. Disponível na Internet em <<http://www.labvirt.futuro.usp.br/>>. Acesso em 17 de Março de 2005 às 23:12:14.

LAMAGNA, E. A.; HAYDEN, M. B.; JOHNSON, C. W. The Design of a User Interface to a Computer Algebra System for Introductory Calculus. Berkeley: ACM Press, 1992.

LAZZARINI, Sérgio Giovanetti. Estudos de caso: aplicabilidade e limitações do método para fins de pesquisa. In: Econ. Empresa, volume 2. São Paulo, 1995.

LEITE, Mário; JÚNIOR, Nelson Abu Sanra Rahal. Programação Orientada ao Objeto: uma abordagem didática, 2002. Disponível na Internet em <[http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/leite\\_rahall.html](http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/leite_rahall.html)>. Acesso em 16 de Maio de 2005 às 07:40:01.



LEONTIEV, Alexis. *Actividad, conciencia, personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

LEONTIEV, Alexis. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI, L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 1992.

LIBÂNIO, José Carlos. *A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov*, 2003. Disponível na Internet em <<http://www.anped.org.br/rbe27/anped-n27-art01.pdf>>. Acesso em 22 de Maio de 2005 às 11:01:21.

LONGMIRE, Warren. *A Primer on Learning Objects* ASTD Learning Circuits, 2000. Disponível na Internet em <<http://www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html>>. Acesso em 23 de Fevereiro de 2004 às 10:12:14.

LUCENA, Beto. *Novas Tecnologias no E-learning: Desafios e Oportunidades para o Design*, 2003. Disponível na Internet em <<http://www.abed.org.br/publique>>. Acesso em 4 de maio de 2004 às 14:16:47.

MALHOTRA, Naresh K. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MASIE. *Learning and Technology e-lab & think-Tank. Making Sense of Learning Specification & Standards: a Decision Maker's Guide to their Adoption*, 2003. Disponível na Internet em <<http://www.masie.com>>. Acesso em 18 de Maio de 2005 às 09:16:00.

MCCALLA, Gordon I.; GREER, Jim E. *Granularity-Based Reasoning and Belief Revision in Student Models*. In: GREER, J.; McCALLA, G. (Eds.). *Student Modelling: The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction*. Berlin: Springer-Verlag, 1994.

MENEZES, Luis Carlos de. *Uma Avaliação em Percurso da Rede Internacional Virtual de Educação para o Melhoramento da Aprendizagem de Ciências e Matemática na América Latina (RIVED)*, 2002. Disponível na Internet em

<<http://novaescola.abril.com.br/estante/oficio/11E4-LuisCarlosMenezes.pdf>>.

Acesso em 12 de Agosto de 2004 às 09:24:21.

MERRILL, David M. Knowledge Analysis for Effective Instruction, 1998. Disponível na Internet em <<http://www.coe.usu.edu/it/id2/cbtko.htm>>. Acesso em 13 de Março de 2005 às 22:03:17.

MINAYO, Marília Cecília de Souza. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. Rio de Janeiro: HUCITEC, 1994.

NOVAES, Vera L. A cultura escolar e a inserção das TICs: dificuldades e oportunidade. Documento digital. XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Paulo: Campinas, 2003.

NUNES, César A. A.; CAMPOS, Flávio A.; PORTELA, Sebastião I. Produção de módulos de física no projeto “Red Internacional Virtual de Educación”, 2003. Disponível na Internet em <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/artigos/fisica.pdf>>. Acesso em 3 de Agosto de 2005 às 08:00:01.

OE<sup>3</sup> – e-tools. Objetos Educacionais para Engenharia de Estruturas. Disponível na Internet em <<http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3/>>. Acesso em 27 de Março de 2005 às 09:25:01.

PARZYSZ, B. Knowing versus seeing, problems of the plane representation of space geometry figures. Educational Studies in Mathematic, nº 19.1, 1988.

PARZYSZ, B. Espace, géométrie et dessin: une ingeniere didactique pour l'apprentissage l'enseignement et l'utilisation de la perspective parallele au lycee. Recherches en Didactique des Mathematiques. França, vol. 11, nº 23, 1991.

PETRIS, Raquel H.; LOPEZ Maria V. Incorporación de un software de aplicación en la enseñanza-aprendizaje de funciones matemáticas en el nivel Polimodal, 2003. Disponível na Internet em <[http://colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/24\\_514.pdf](http://colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/24_514.pdf)>. Acesso em 18 de Fevereiro de 2005 às 18:17:49.

PODELL, D. M. Automatization of mathematics skills via computer-assisted instruction among students with mild mental handicaps. *Education and Training in Mental Retardation*: 27(3), 1992.

POSSANI, Rosemary Aparecida Romagnoli. Apreensões de representações planas de objetos espaciais em um ambiente de geometria dinâmica. Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC-SP, 2002.

QUINN, Clark. International Forum of Educational Technology & Society Formal Discussion Initiation Learning Objects and Instruction Components, 2000. Disponível na Internet em <[http://ifets.ieee.org/discussions/discuss\\_feb2000.html](http://ifets.ieee.org/discussions/discuss_feb2000.html)>. Acesso em 25 de Maio de 2005 às 09:24:51.

REIS, Maria de Fátima. Educação Tecnológica: a montanha pariu um rato? Portugal: Porto Editora, 1995.

RIVED. Edital projeto RIVED/Fábrica Virtual – Seleção Pública de Equipes e Produção de Módulos Educacionais Digitais, 2004. Disponível na Internet em <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/noa/pdf/edital-MEC-Rived.pdf>>. Acesso em 14 de Março de 2004 às 18:55:10.

RIVED. Rede Internacional Virtual de Educação, 2005. Disponível na Internet em <<http://rived.proinfo.mec.gov.br>>. Acesso em 17 de Março de 2005 às 22:47:35.

ROBSON, Robby. Object-oriented Instructional Design and Web-based Authoring, 1999. Disponível na Internet em <<http://robby.orst.edu/papers/objectoriented.html>>. Acesso em 25 de Maio de 2005 às 09:05:14.

ROSHELLE, J.; KAPUT, J.; STROUP, W. SimCalc: Accelerating Students' Engagement with the Mathematics of Change, 2000. Disponível na Internet em <<http://www.simcalc.umassd.edu/downloads/MathofChange.pdf>>. Acesso em 12 de Julho de 2005 às 20:18:49.

ROSS, J. H. Improving academic achievement in reading of the at-risk first grader through the use of computers. Dissertação de Mestrado. Jacksonville: Universidade do Norte da Flórida, 1992.

SANTOS, Edivaldo Pinto dos. Função afim  $y=ax+b$ : A articulação entre os registros gráfico e algébrico com o auxílio de um software educativo. Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC-SP, 2002.

SCORM. SCORM - Sharable Content Object Reference Model, 2004. Disponível na Internet em <<http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>>. Acesso em 23 de Outubro de 2004 às 12:18:17.

SILVA, Maria da Graça Moreira da. Novos currículos e novas aprendizagens: a utilização de objetos de aprendizagem como alternativa para a mudança curricular. Tese de Doutorado. São Paulo: PUC-SP, 2004.

SINGH, Harvi. Achieving interoperability in e-Learning, 1999. Disponível na internet em <<http://www.learningcircuits.org/mar2000/singh.html>>. Acesso em 25 de Maio de 2005 às 09:13:57.

SOLHEIM, Ivar. Talk, silence and the study of situated action. 2002. Disponível na Internet em <<http://citeseer.nj.nec.com/507969.html>>. Acesso em 22 de Maio de 2005 às 08:14:47.

SOSTERIC, Mike; HESEMEIER, Susan. When is a Learning Object not an Object: A first step towards a theory of learning objects, 2002. Disponível na Internet em <<http://www.irrodl.org/content/v3.2/soc-hes.html>>. Acesso em 16 de Maio de 2005 às 22:46:09.

SOUZA, T. A. Calculadoras Gráficas: uma proposta Didático-Pedagógica para o tema funções quadráticas. Dissertação de Mestrado: UNESP-SP, 1996.

TALL, D. Functions and Calculus. *In*: International Handbook of Mathematics Education: 4. Holanda: Kluwer Academic, 1996

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VILLAREAL, M.E. O pensamento matemático de estudantes universitários de cálculo e tecnologias de informática. Tese de Doutorado: UNESP-Rio Claro, 1999.

VYGOTSKY, Levi Semenovich. A Formação Social da Mente. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

WIESELER, W. RIO: A standards-based approach for reusable information objects, 1999. Disponível na Internet em <<http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/publishing/whitepapers/>>. Acesso em 10 de Dezembro de 2004 às 08:14:00.

WILEY, David A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, 2000. Disponível na Internet em <<http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em 10 de Maio de 2004 às 15:48:19.