

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

MARIA LUCIA POZZATTI FLÔRES

METODOLOGIA PARA CRIAR OBJETOS DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA USANDO COMBINAÇÃO DE FERRAMENTAS DE AUTORIA

Prof^ª. Dr^ª Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Orientador

Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui
Coorientador

Porto Alegre, 2011

MARIA LUCIA POZZATTI FLÔRES

METODOLOGIA PARA CRIAR OBJETOS DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA USANDO COMBINAÇÃO DE FERRAMENTAS DE AUTORIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – PPGIE, em nível de Doutorado, linha de pesquisa em Ambientes Informatizados e Ensino a Distância, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Informática na Educação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Coorientador: Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui

Porto Alegre

2011

CIP - Catalogação na Publicação

Flôres, Maria Lucia Pozzatti

Metodologia para criar objetos de aprendizagem em Matemática usando a combinação de ferramentas de autoria / Maria Lucia Pozzatti Flôres. 2011. 140 f.

Orientadora: Liane Margarida Rockenbach Tarouco.

Coorientador: Eliseo Berni Reategui.

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

1. Objeto de aprendizagem. 2. Ferramentas de autoria.

3. eXeLearning. 4. GeoGebra.

I. Tarouco, Liane Margarida Rockenbach, orientadora.

II. Reategui, Eliseo Berni, coorientador. III. Título.

Maria Lucia Pozzatti Flôres

METODOLOGIA PARA CRIAR OBJETOS DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA USANDO COMBINAÇÃO DE FERRAMENTAS DE AUTORIA

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

Aprovada em 17 jan. 2012.

Prof^a. Dr^a. Liane Margarida Rockenbach Tarouco – Orientadora

Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui - Coorientador

Prof^a. Dr^a. Patricia Alejandra Behar (PPGIE/UFRGS)

Prof. Dr. Marcus Vinícius de Azevedo Basso (UFRGS)

Prof^a. Dr^a. Gilse Antoninha Morgenthal Falkembach (ULBRA)

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco, pela orientação durante o curso e a realização desta tese. Pelos seus conhecimentos transmitidos, suas valiosas ideias, sua competência e dedicação.

Ao Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui, pela coorientação durante a realização deste trabalho, pela atenção dispensada e seus conhecimentos transmitidos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – PPGIE, em nível de Doutorado, pelos seus ensinamentos.

A prof^a Dr^a Gilse Antoninha Morgental Falkembach, grande colega, chefe e incentivadora, responsável pelo primeiro contato com minha orientadora.

Aos professores de Matemática e de Laboratório de Informática pesquisados, que com suas colaborações tornaram esse trabalho possível.

Ao meu esposo Luiz Alberto e filhos Luiz Alberto e Thiago, pela paciência, compreensão e carinho.

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2. ENSINO DE MATEMÁTICA	17
2.1 Estratégias típicas usadas no ensino de Matemática.....	17
2.2 Os resultados das dificuldades do ensino e aprendizagem da Matemática	21
2.3 A didática no ensino da Matemática	28
2.4 A Potencialidade da Tecnologia de Informação e Comunicação – TIC.....	35
2.5 Proposta de uma metodologia voltada ao ensino e aprendizagem de Matemática usando OAs	39
3 OBJETO DE APRENDIZAGEM	42
3.1 A pedagogia por trás do OA.....	45
3.2 Estratégias possíveis e recomendáveis	46
3.3 O OA no ensino e aprendizagem da Matemática.....	48
3.4 Repositórios	52
3.4.1 OAs de Matemática disponíveis em repositórios	53
3.5 Ferramenta de autoria.....	56
3.5.1 eXe – elearning XHTML <i>editor</i>	57
3.5.2 GeoGebra	60
3.5.3 Outras ferramentas de autoria.....	63
3.5.4 As Ferramentas de Autoria usadas nesta proposta.....	66
4 TEORIAS DE APRENDIZAGEM EMBASADORAS DESTA TESE	68
4.1 Ciclo de Kolb.....	68
4.2 O Sequenciamento da Instrução	72
4.2.1 Proposta de Wiley.....	72
4.2.2 Proposta de Gagné	80
5 METODOLOGIAS PARA CRIAR OBJETOS DE APRENDIZAGEM	82
5.1 Metodologia ADDIE	82
5.2 Metodologia Cisco Systems Reusable Information Object Strategy	83
5.3 Metodologia para a criação de objetos de aprendizagem em realidade virtual	84
5.4 Modelos Pedagógicos para Educação a Distância	86

5.5 Metodologia para construção de OAs proposta nesta tese	87
5.5.1 Planejamento pedagógico	88
5.5.2 Planejamento tecnológico	90
5.5.3 Desenvolvimento do(s) OA(s).....	90
5.5.4 Planejamento das estratégias para aplicação	92
5.6 Exemplo de uso da Metodologia proposta.....	92
6 METODOLOGIA E RESULTADOS	98
6.1 Cronograma do curso de capacitação.....	98
6.2 Descrições da Metodologia	99
6.3 População e amostra.....	99
6.4 Instrumentos de pesquisa utilizados.....	100
6.5 Análises estatísticas dos dados coletados	100
6.6 OAs produzidos pelos participantes.....	101
6.7 Resultados	102
6.7.1 Resultados do questionário sobre o processo de criação dos Objetos de Aprendizagem	102
6.7.1.1 Teste de hipótese das proporções	103
6.7.1.2 Teste de Fisher	105
6.7.2 Resultados do questionário sobre a análise dos objetos apresentados	106
6.7.2.1 Teste de hipótese das proporções	107
6.7.2.2 Teste de Fisher	109
7 CONCLUSÃO	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
APÊNDICE 1.....	127
APÊNDICE 2.....	130
APÊNDICE 3.....	132
APÊNDICE 4.....	138
APÊNDICE 5.....	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AICC	Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committe
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
CBT	Computer Based Treining
CESTA	Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendi- zagem
CINTED	Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação
IMS	Instructional Managment System
Inep/MEC	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
HTML	HyperText Markup Language
LMS	Learning Management Systems
LOM	Learning Object Metadata standard
LOR	Learning Objects Repository
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MOODLE	Modular Object Oriented Distance Learning
OA	Objeto de aprendizagem
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
Saeb	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SCM	Simplifeyed Condition Method (Método da Simplificação de Condições)
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
W3C	World Wide Web Consortium
XHTML	eXtensible Hypertext Markup Language

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - RECURSOS NAS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL (ANOS FINAIS) EM 2010	35
FIGURA 2 - HABILIDADE RELACIONADA AO USO DO COMPUTADOR POR USUÁRIOS DE 5 A 9 ANOS.	36
FIGURA 3 - OA GANGORRA INTERATIVA	49
FIGURA 4 - OBJETO DE APRENDIZAGEM – DECIFRANDO MAPAS	50
FIGURA 5 - IDEVICES DISPONÍVEIS NO EXE	58
FIGURA 6 - IDEVICE ACTIVIDADE.....	58
FIGURA 7 - COMANDOS LATEX.....	59
FIGURA 8 - IDEVICEAPPLET JAVA IMPORTANDO ARQUIVO GEOGEBRA	60
FIGURA 9 - TELA DAS JANELAS ALGÉBRICA, GRÁFICA E PLANILHA DE CÁLCULO DO GEOGEBRA.	61
FIGURA 10 - USO DA FERRAMENTA POLÍGONO, APRESENTADA NA JANELA GRÁFICA.	62
FIGURA 11 - FUNÇÃO QUADRÁTICA ESCRITA NA BARRA DE ENTRADA DO GEOGEBRA.....	62
FIGURA 12 - CICLO DE KOLB	69
FIGURA 13 - METODOLOGIA PROPOSTA	88
FIGURA 14 - FIGURA PARA MOTIVAÇÃO DA AULA	93
FIGURA 15 -TELA DA ATIVIDADE SENO X COSSENO CAPTURADA NO GEOGEBRA	95
FIGURA 16 - TELA DO OA CAPTURADA NO MOODLE.....	95

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- MÉDIA DE PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA- BRASIL, 1995 – 2005.....	22
QUADRO 2- NOTAS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO DE MATEMÁTICA, LÍNGUA PORTUGUESA E MÉDIA – PROVA BRASIL/SAEB – 2005, 2007 E 2009.....	23
QUADRO 3-ESTRATÉGIAS DE UM PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....	80
QUADRO 4 - DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS	81
QUADRO 5-FUNCIONALIDADES DA FERRAMENTA DE AUTORIA EXEARNING, COMBINANDO AS PROPOSTAS DE GAGNÉ (1987), WILEY (2000) E KOLB (1984), USADAS NA APLICAÇÃO PRÁTICA	96
QUADRO 6-CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES	99
QUADRO 7-RESULTADO SOBRE O PROCESSO DE CRIAÇÃO DO OA	102
QUADRO 8-REAGRUPAMENTO DAS RESPOSTAS PARA TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DAS PROPORÇÕES	103
QUADRO 9- RESULTADO SOBRE A ANÁLISE DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM APRESENTADOS	107
QUADRO 10– REAGRUPAMENTO DAS RESPOSTAS PARA TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DAS PROPORÇÕES	108

RESUMO

Esta tese consiste em uma Metodologia para reusar ou criar objetos de aprendizagem (OA) de Matemática, usando combinação de ferramentas de autoria. As teorias de Gagné e de Wiley foram usadas para dar suporte ao planejamento do sequenciamento das interações de aprendizagem, na construção desses OAs. As estratégias de aplicação desses objetos estão baseadas no ciclo de Kolb, que sugere que o aprendizado ocorre se houver a compreensão da experiência e como esta se transforma, envolvendo um ciclo composto de quatro etapas constituído por experiência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata e experimentação ativa. O trabalho descreve a implantação desta metodologia realizada através de um Curso de Capacitação para professores municipais e estaduais de Santa Maria - RS, no qual aprenderam a construir OAs usando a metodologia proposta. Ao final da capacitação cada professor dessa amostra, analisou o desenvolvimento de seu próprio objeto e os OAs dos seus pares, através de um questionário. Esses dados foram analisados estatisticamente pelo Teste de Hipótese da Proporção, chegando-se a conclusão que os professores de Matemática aprendem facilmente usar e combinar as ferramentas de autoria para criar OAs de acordo com a metodologia proposta. Também foi avaliado se esses OAs criados atendem critérios de sequenciamento e de reflexão.

Palavras-chave: Objeto de aprendizagem. Ferramenta de autoria. eXeLearning. GeoGebra.

ABSTRACT

This thesis is the construction of a methodology that combines ready and reusable Learning Objects (LO), creating and completing parts of these LOs, using a combination of authoring software. The theories of Gagné and Wiley will support the sequencing of instruction, construction of Los. The implementation strategies for applying these LOs will follow the Kolb cycle's, which suggests that learning occurs if there is an understanding of the experience and it's transformation, involving a four stages cycle: concrete experience, reflective observation, abstract conceptualization and active experimentation. The paper describes the implementation of this methodology conducted through a training course for local teachers and state of Santa Maria - RS, during which they learned to build LOs using the proposed methodology. At the end of training each teacher in the sample, analyzed the development of its own object and review the LOs of their peers, through a questionnaire. These data were statistically analyzed by Hypothesis Test of Proportion, reaching the conclusion that the mathematics teachers learn to use and easily combine authoring tools to create LOs according to the proposed methodology. We also assessed whether these meet criteria established LOs sequencing and reflection.

Keywords: Learning objects. Authoring software. eXeLearning. GeoGebra.

1 INTRODUÇÃO

Por que alunos que têm bom raciocínio matemático para resolverem seus problemas financeiros diários, têm dificuldade para relacionar esse raciocínio com os modelos matemáticos estudados na disciplina de Matemática? Por exemplo, em uma aula de Matemática Financeira, no curso de graduação em Administração de Empresas, foi trabalhado um exemplo real de ganhos salariais de dois alunos: o aluno (1) trabalha em uma joalheria com um pequeno salário fixo e mais 3% de comissão sobre as vendas; o aluno (2) é vendedor de peças para caminhões e ganha 1% do total das vendas do mês como salário. O professor discutiu o conceito de função, a partir das discordâncias sobre qual situação salarial é a mais vantajosa. Os alunos concluíram que a obtenção de um salário maior não era apenas questão percentual, mas também dependia da sazonalidade dos trabalhos: para o aluno (1), as datas comemorativas: dia das mães, Natal, Páscoa e dia dos namorados; para o aluno (2), as épocas de colheita de arroz e soja na região. Nessa situação, notou-se que os protagonistas e seus colegas fizeram estimativas mentais procedentes utilizando as variáveis apresentadas, porém, todos manifestaram dificuldades em transpor essa situação para outra forma de representação da Matemática escolar, por exemplo, a da escrita algébrica, isto é, “chamar” o salário de $f(x)$ e as variáveis que compõem esse salário de x , ou de x_1 , x_2 , etc., dependendo da quantidade de variáveis. Alguns alunos têm dificuldade até para entender que essa escrita algébrica é um modelo universalmente aceito, que pode ser trabalhado com variáveis práticas nas mais diversas áreas. Esta percepção de dificuldades de aprendizagem em Matemática é salientada por diversos autores, como, Carraher *et al* (1995), Vergnaud (2003), Perez (2004), Notare e Behar (2009) e Moreira e David (2005), além de ser destacada pelo MEC nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) tanto no Ensino Fundamental como especialmente no Ensino Médio (BRASIL MEC / PCN, 1997 e 2008).

Esta situação de o aluno saber fazer o cálculo mental associado a sua vivência, portanto, ter um raciocínio matemático na sua vida prática, mas nem sempre ter a mesma eficiência na educação formal motivou este estudo. Acredita-se que o aluno, ao chegar à escola, não está desprovido de “saberes” e o professor, para ensinar a Matemática, deve contextualizar a partir dos “saberes” interiorizados pelo aluno, sua vivência e seus sonhos, criando condições de problematização. Assim, os alunos serão parte da construção, serão coautores desse conhecimento, o qual será significativo para estes estudantes, pois foi construído e vivenciado por eles. Esse novo conhecimento se integra ao saber pré-existente, modificando-o e sendo por ele modificado (AUSUBEL, 1968).

Ao abordar um novo conhecimento, o professor, conhecendo seus alunos, pode delinear uma estratégia de ensino aprendizagem mais adequada para cada um. Como derivar uma estratégia específica para cada aluno, quando as turmas com as quais o professor usualmente trabalha têm muitos alunos? A grande maioria das escolas têm computadores como um recurso para as aulas. Então, o professor pode usar a tecnologia para construir e disponibilizar materiais educacionais usando diferentes estratégias. Isso pode ser conseguido com a construção de objetos de aprendizagem contextualizados, com os quais o aluno pode interagir e descobrir, através da experiência, não apenas novos conhecimentos, mas também formas de utilizar os conhecimentos aprendidos para resolver problemas.

O uso do computador pode trazer grandes benefícios ao ensino de Matemática, mas para isso o professor deve escolher softwares adequados e uma metodologia que tire proveito das características do computador, como boas representações gráficas e rapidez em cálculos, deixando o processo da aprendizagem mais dinâmico e interessante para o aluno. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2001b) as experiências escolares com o computador têm mostrado que seu uso efetivo pode levar ao estabelecimento de uma nova relação professor-aluno, marcado por uma maior proximidade, interação e colaboração.

Os computadores podem ser usados nas aulas de Matemática como meio para desenvolver a autonomia pelo uso de *software* que possibilitam pensar, refletir e criar soluções e como ferramenta para realizar certas atividades. A construção do eixo de simetria de uma parábola, por exemplo, pode ser realizada com a régua,

contudo o uso do *software* Cabri-Géomètre¹ permite, de forma rápida o seu desenho e o estudo de suas propriedades. *Softwares* como o Cabri-Géomètre, o Winplot², Modellus³, Winmat⁴, entre outros, são programas computacionais que apoiam a aprendizagem de Matemática, porém o uso desses softwares necessita de uma estrutura para a formação de professores que os habilite a produzir OAs.

O trabalho de capacitação de professores pode ser um caminho para que os mesmos se sintam encorajados a criar OAs que apoiem a aprendizagem de Matemática. Um curso de poucas horas, todavia, não é suficiente para habilitar um professor a desempenhar o seu papel de mediador na construção do conhecimento matemático usando a tecnologia da informação. Para minimizar esse problema, neste trabalho é proposta uma metodologia para criar e principalmente reusar OAs, utilizando combinação de ferramentas de autoria. Com essa metodologia o professor pode criar novos OAs, contextualizados, disponibilizando-os aos alunos, para que eles tenham a oportunidade de interagir ativamente com o objeto de aprendizagem trabalhando com o conhecimento Matemático de forma a alcançar habilidades de generalização, extrapolação etc., superando as dificuldades características da aprendizagem da Matemática.

Para este estudo, foram analisadas as estratégias típicas utilizadas pelo professor para apresentar conceitos e construir / utilizar atividades envolvendo os conceitos da Matemática; as dificuldades encontradas nesse processo e as potencialidades da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para uso na educação.

As hipóteses básicas bem como um maior detalhamento das questões de pesquisa que nortearam esta investigação, como o problema de pesquisa, as hipóteses e objetivos, estão descritas no próximo capítulo, especificamente no subcapítulo 2.5. Ainda, o capítulo dois apresenta e comenta estratégias típicas usadas no ensino de Matemática, bem como dificuldades típicas e possibilidades de uso da TIC neste contexto.

No capítulo três são apresentados e analisados objetos de aprendizagem, estratégias recomendadas para seu uso no ensino e aprendizagem da Matemática, repositórios e ferramentas de autoria. O capítulo quatro expõe as teorias de aprendizagem que deram subsídio a esta investigação. No capítulo cinco é apresentada

¹ Cabri-Géomètre - <http://www.cabri.com/>

² Winplot - <http://www.baixaki.com.br/download/winplot.htm>

³ Modellus - <http://modellus.fct.unl.pt/>

⁴ Winmat - <http://math.exeter.edu/rparris/winmat.html>

uma metodologia para criar objetos de aprendizagem, que prezem estratégias interativas, na qual o aluno tenha participação ativa, podendo aprofundar e ampliar os conhecimentos e as competências do ensino de Matemática. O capítulo seis descreve a metodologia da pesquisa realizada, bem como os resultados da pesquisa e sua conclusão será exposta no capítulo sete.

2. ENSINO DE MATEMÁTICA

2.1 Estratégias típicas usadas no ensino de Matemática.

Ao longo do tempo a Matemática foi construída por meio de objetos concretos, como exemplo, o uso de pedras para a contagem do rebanho; as trocas de mercadorias no comércio que levaram a um sistema monetário; o censo que tinha o objetivo de descobrir quantos rapazes poderia ir para a guerra.

A Matemática hoje conhecida foi estruturada em torno de algumas características como: reconhecimento de regularidades, criação de modelos e, a partir daí, foram elaborados os enunciados, as fórmulas e os registros para a sua caracterização. Como no exemplo mostrado no subcapítulo 5.2, para chegar à fórmula do seno de um ângulo ser igual ao cateto oposto dividido pela hipotenusa, foi verificado através da experimentação, que a mudança de ângulo mudava o valor do seno, mas a variação dos segmentos do triângulo retângulo não, daí sua fórmula depender desses segmentos (hipotenusa e catetos). A Matemática se apresenta em forma de linguagem que, longe de ser um conjunto de símbolos a ser transmitido, é uma forma de comunicação universal que foi e vai sendo estruturada através da história. É por esse motivo que a mesma fórmula serve para diferentes áreas, por exemplo, a função exponencial é usada em juros bancários compostos e para mostrar o crescimento exponencial de bactérias.

O conhecimento Lógico-Matemático, assim como todo o conhecimento humano, inicia a partir de uma captação sensorial da realidade que é sucedida de uma fase de entendimento construída através da coordenação das relações que ele estabelece entre os objetos. É a partir desta coordenação que se chega à manipulação simbólica e ao raciocínio puramente dedutivo. É uma construção feita pela mente através da abstração reflexiva (BRASIL, 2001).

Diferente dessa concepção o ensino da Matemática, ao longo da história, foi apoiado frequentemente em métodos tradicionais que utilizavam extensivamente a

repetição. O professor apresentava verbalmente o conteúdo, partindo de definições, exemplos, demonstração de propriedades, seguidos de exercícios de aprendizagem, fixação e aplicação. Nessa estratégia, era pressuposto que o aluno aprendia pela reprodução. Considerava-se que uma reprodução correta era a evidência de que teria ocorrido a aprendizagem. Essa prática de ensino, embora ainda usada, tem se mostrado ineficaz e a comprovação pode ser obtida a partir dos baixos resultados obtidos na Provinha Brasil, no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre outros, que o governo realiza nos diferentes níveis de ensino. A reprodução correta pode ser apenas uma simples indicação de que o aluno aprendeu a reproduzir, mesmo que não tenha compreendido o conteúdo.

Teorias de aprendizagem mais atuais, como a teoria construtivista e a sociocultural, têm recebido maior atenção e derivam resultados experimentais que comprovam sua maior eficácia. Na teoria construtivista, a estratégia de aprendizagem prioriza mais o processo que o produto do conhecimento (PIAGET, 1991). Enquanto que, na teoria sociocultural, o desenvolvimento cognitivo é produzido pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura, sendo que o processo se constrói de fora para dentro (Vygotsky, 1982).

A partir de Fonseca (2004, p.12), a problematização é um elemento importante no processo de “fazer matemática”, pois é através dela que o aluno tem sua curiosidade desafiada. Assim, adquire o gosto pelo trabalho mental e pela descoberta, estabelece relações e hipóteses; possibilita a reflexão crítica de contextos reais relativos às questões pessoais e profissionais, pelo mundo do trabalho, do esporte, lazer, cultura e, assim, na busca pela solução é capaz de explicar e verificar, ou seja, desenvolver as competências e habilidades inerentes ao “fazer matemática”.

Segundo Kamii e Joseph (2005, p.54), os alunos aprendem a Matemática em uma sequência de aprendizado, na qual a experiência, em cada nível facilita a aquisição do nível seguinte. Um exemplo disso seria o aprendizado em Matemática seguindo a sequência do nível “concreto” (dos objetos) para o nível “semi concreto” (das figuras) e para o nível “abstrato” (dos numerais). Esse exemplo demonstra o cotidiano de uma criança ao aprender os números: primeiro o professor faz a criança manusear palitinhos, depois a criança trabalha com diferentes quantidades de palitos e, por último, aprende a escrever o número que representa cada quantidade. Nesse caso, o próprio aluno promove a organização e assimilação do conhecimento.

Em outras palavras, o aluno capta a informação e a reorganiza a partir de estruturas que já possui. O aprendizado se dá por acomodação, ocorrendo quando há modificação de determinado esquema estrutural em decorrência das particularidades do objeto que será assimilado.

D'Ambrósio (2002) acredita que os problemas surgidos naturalmente e aqueles que os alunos trazem para a sala de aula constituem a matéria-prima para a experiência, sistematização e avanço no conhecimento matemático sob a orientação do professor. O Ministério de Educação e Cultura - MEC (2001), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o ensino da Matemática, também aponta caminhos para a prática dessa disciplina usando recurso de resolução de problemas, agregando, adicionalmente, tecnologias da informação e jogos. Os PCNs colocaram o foco do ensino e aprendizagem da Matemática na resolução de problemas desde 1997, quando enunciaram os seguintes princípios (BRASIL, 1997, p. 32-33):

- O ponto de partida da atividade matemática não é a definição, mas o problema. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, ideias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las;
- O problema não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é apresentada e é levado a estruturar a situação;
- Aproximações sucessivas ao conceito são construídas para resolver certo tipo de problema; em outro momento, o aluno utiliza o que aprendeu para resolver outros, o que exige transferências, retificações, rupturas, segundo um processo análogo ao que se pode observar na história da Matemática;
- O aluno não constrói um conceito em resposta a um problema, mas constrói um campo de conceitos que tomam sentido em um campo de problemas. Um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de ações: várias operações, uma cadeia lógica de argumentos, vários procedimentos de naturezas diferentes, como a organização dos dados, o desenho de diagramas ou a tentativa de generalização de algo que se percebe ser válido para alguns casos particulares.

- A resolução de problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se podem apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas.

Tomando como ponto de partida os procedimentos criados pela criança, o professor também pode encorajá-la a mostrar seus algoritmos, sem medo de erros, e compartilhá-los com a turma. Os PCNs para o ensino da Matemática consideram que o erro deve ser visto “como um caminho para buscar o acerto. Quando o aluno ainda não sabe como acertar, faz tentativas à sua maneira, construindo uma lógica própria para encontrar a solução” (BRASIL, 2001b, pág. 59).

Conforme destaca o BRASIL (2002) (PCNEM e os PCN+), o ensino da Matemática pode contribuir para que os alunos desenvolvam habilidades relacionadas à representação, compreensão, comunicação, investigação e, também, à contextualização sociocultural.

Dante (2000) afirma que a capacidade e a habilidade de resolver problemas se desenvolvem ao longo do tempo, como resultado de um ensino prolongado, de várias oportunidades para resoluções de muitos tipos de problemas e de confronto com situações do mundo real. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1998) indicaram que tanto a Aritmética, a Álgebra e a Geometria podem ser abordadas a partir da solução de problemas.

A resolução de problemas assume o papel de instrumento de contextualização, a partir do momento em que propõe situações que exigem uma solução matemática e que direcionam para o questionamento, a pesquisa e a inserção das operações dentro de um contexto.

Para resolver um problema, os PCNs (BRASIL, 1997) pressupõem que o aluno:

- compare seus resultados com os de outros alunos;
- elabore um ou vários procedimentos de resolução (como, por exemplo, realizar simulações, fazer tentativas, formular hipóteses);
- valide seus procedimentos.

Os documentos oficiais da Nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (1999) destacam a importância da estratégia “solução de problemas” no ensino, não apenas nas aulas de Matemática, mostrando a necessidade de um trabalho multidisciplinar, ao estabe-

lecer a área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Os alunos, confrontados com situações-problema novas, compatíveis com os instrumentos que já possuem ou que possam adquirir no processo, aprendem a desenvolver estratégia de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades, fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas; adquirem espírito de pesquisa, aprendendo a consultar, a experimentar, a organizar dados, a sistematizar resultados, a validar soluções; desenvolvem sua capacidade de raciocínio, adquirem autoconfiança e sentido de responsabilidade; e, finalmente, ampliam sua autonomia e capacidade de comunicação e de argumentação (BRASIL- PCN, 1999).

Os alunos são capazes de criar soluções a partir de problemas propostos, desta forma o compromisso do professor é oferecer a seus alunos situações que os instiguem a criação. O professor deve, a partir das situações-problema criadas e da cultura do aluno, incentivá-los “a inventar seus próprios procedimentos” (KAMII; JOSEPH, 2005, p. 81).

Para Guimarães (2010), o papel do professor é o de permitir que os alunos discutam o problema, mostrem os procedimentos para resolvê-los, troquem ideias, além de intervir, quando necessário, com questões que promovem o desenvolvimento do raciocínio do aluno.

O fato de o aluno poder escolher as suas próprias estratégias de resolução de problemas, ser estimulado a questionar o problema e sua própria resposta, confrontar diferentes processos de resolução de problemas, a transformar um dado problema em uma fonte de novos problemas, evidencia uma concepção de ensino e aprendizagem não pela mera reprodução de conhecimentos, mas pela via da ação refletida que constrói conhecimentos.

2.2 Os resultados das dificuldades do ensino e aprendizagem da Matemática

Os resultados das dificuldades do ensino e aprendizagem de Matemática vêm sendo mostradas em exames de larga escala como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE). Essas provas têm o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro, a partir de testes padronizados, que buscam uma associação entre os conteú-

dos da aprendizagem e as competências utilizadas no processo de construção do conhecimento. Elas são baseadas em situações-problema e não em questões objetivas que valorizam apenas a memorização de fórmulas, regras e esquemas. A Resolução de Problemas traz implícita a convicção de que o conhecimento matemático ganha significado, quando os alunos têm situações desafiadoras para resolver e trabalham para desenvolver estratégias de resolução.

Os resultados dessas provas, no geral, são baixos, como mostra o Quadro 1, que relata o desempenho na Prova Brasil/SAEB, dos alunos da 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, no período de 1995 a 2005, cuja nota da prova varia de 0 a 500. Nesse período, nota-se o baixo rendimento dos alunos na disciplina de Matemática, com flutuações no período, todas elas entre 16 a 17%, tanto para acréscimo como para decréscimo. O escore médio da 4ª série do Ensino Fundamental variou dentro da faixa de 176,3 a 190,8; sendo que o rendimento médio teve um leve aumento de 1995 a 1997, caiu de 1997 a 2001, entretanto de 2003 a 2005 novamente aumentou. Já o escore médio da 8ª série variou de 239,5 a 253,2; mas teve diminuição do rendimento, com exceção de 2001 a 2003, período que teve um leve aumento. O escore médio da 8ª série do Ensino Médio variou dentro da faixa de 271,3 a 288,7; médias maiores das que as outras séries. Também teve flutuações no rendimento, a saber, aumentou de 1995 a 1997 e diminuiu de 1997 a 2001, aumentou de 2001 a 2003, porém tornou a diminuir de 2003 a 2005. Apesar da 4ª série do Ensino Fundamental ter as menores médias, foi a única que teve a diferença significativa de 2003 a 2005 positiva, o que mostra um crescimento no rendimento médio.

QUADRO 1- Média de Proficiência em Matemática- Brasil, 1995 – 2005

SÉRIE	1995	1997	1999	2001	2003	2005	Dif.Sig
4ª - EF	190,6	190,8	181,0	176,3	177,1	182,4	5,3
8ª - EF	253,2	250,0	246,4	243,4	245,0	239,5	-5,5
3ª - EM	281,9	288,7	280,3	276,7	278,7	271,3	-7,4

Fonte: DAEB/Inep/MEC

Segundo os dados do BRASIL - MEC/Inep (2008), nessas provas, os índices médios de acerto não têm variado muito e, raramente, ultrapassam 40% de acerto nas mais diversas regiões do país. O Quadro 2 mostra os resultados de Matemática e Língua Portuguesa, bem como a média padronizada das duas disciplinas, nos anos de 2005, 2007 e 2009 de todo o país. No estudo dos primeiros resultados da SAEB 2005, também foi constatado que a maioria dos alunos é incapaz de manipu-

lar informações simples, tais como: gráficos, escalas, juros, fato que indica o des-
preparo matemático dos estudantes.

Outro tipo de prova, o ENEM de 2009, mostrou, no seu resultado, o pior de-
sempenho em Matemática do que nas outras três áreas avaliadas: linguagens, ciên-
cias da natureza e ciências humanas. A Matemática foi a única das quatro provas
objetivas do ENEM em que mais da metade dos participantes (57,7%) ficaram abai-
xo da média de 500 pontos. Nessa edição, a nota mínima em Matemática foi 345,9 e
a máxima, 985,1 em uma escala de 0 a 1000 (BRASIL, 2009).

**QUADRO 2- Notas do Ensino Fundamental e Médio de Matemática, Língua Portuguesa
e Média – Prova Brasil/SAEB – 2005, 2007 e 2009.**

Série	SAEB 2005			P.BR SAEB 2007			P.BR SAEB 2009		
	Mat	L.Por	Méd	Mat	L. Por	Méd	Mat	L.Por	Méd
4ª - EF	182,38	172,31	4,58	193,48	175,77	4,86	204,30	184,29	5,22
8ª - EF	239,52	231,82	4,52	247,39	234,64	4,70	248,74	244,01	4,88
3ª - EM	271,29	257,60	4,36	272,89	261,39	4,44	274,72	268,83	4,57

Fonte: BRASIL/Inep

Dados que confirmam essa situação se encontram no Indicador Nacional de
Alfabetismo Funcional (INAF, 2001), que revela que 3% da população brasileira são
de analfabetos absolutos em Matemática. Não dominam habilidades simples, como
ler o preço de produtos ou anotar um número de telefone que lhe foi ditado. E, se a
comparação for feita em nível internacional, a situação se torna alarmante, pois de
acordo com o Program for International Student Assessment (PISA) de 2001, o Bra-
sil ficou no último lugar.

Os baixos rendimentos na disciplina de Matemática vêm preocupando pais,
alunos e professores. O Ministério de Educação e Cultura - BRASIL (1997), nos Pa-
râmetros Curriculares Nacionais (PCNs), defende que o ensino e a aprendizagem de
Matemática costumam provocar duas sensações contraditórias, tanto pelo professor,
quanto pelo aluno: de um lado, a constatação de que se trata de uma área de co-
nhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos ob-
tidos com muita frequência em relação à sua aprendizagem.

A constatação da sua importância apoia-se no fato de que a Matemática de-
sempenha papel decisivo, pois permite resolver problemas da vida cotidiana, tem

muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. Do mesmo modo, interfere fortemente na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento e na agilidade do raciocínio dedutivo do aluno (BRASIL, 1997).

A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias e recursos compatíveis com a formação que hoje a sociedade reclama (BRASIL, 1997).

Carraher et al (1995) afirmam que a Matemática faz parte da vida das pessoas, desde pequenas nas experiências mais simples como: contar, comparar, calcular sobre quantidades pequenas. Quando a pessoa cresce, a Matemática faz parte do dia a dia em tarefas corriqueiras como: realizar compras, efetuar pagamentos, administrar salários e gastos domésticos. Quando ela chega à escola, já traz consigo uma bagagem de conhecimentos matemáticos, nem sempre aproveitados pelos professores. A escola ensina a somar, subtrair, dividir e multiplicar através de procedimentos formais, e muitos alunos apresentam facilidade em resolver as operações mentalmente sem auxílio de lápis e papel; método esse, muitas vezes, não aceito por professores.

O fato de muitos alunos apresentarem dificuldades na Matemática nem sempre é devido a uma incapacidade ou dificuldade de aprender essa disciplina. Muitas vezes, o fracasso escolar aparece como um fracasso da escola, localizado na incapacidade de aferir a real capacidade da criança; no desconhecimento dos processos naturais que levam a criança a adquirir o conhecimento; na incapacidade de estabelecer uma ponte entre o conhecimento formal que deseja transmitir e o conhecimento prático do qual a criança, pelo menos em parte, já dispõe (CARRAHER et al, 1995).

Perez (2004) acredita que a falta de interesse para estudar Matemática pode ser resultante do método de ensino empregado pelo professor, que usa linguagem e simbolismo muito particular, além de alto grau de abstração.

Como sustenta Vergnaud (2003), a questão fundamental em didática é a escolha de situações apropriadas para os alunos, levando-se em consideração o ponto de desenvolvimento que já atingiram. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud destaca que a aquisição de conhecimento é moldada pelas situações e problemas

previamente dominados e que esse conhecimento tem muitas características contextuais. Assim, muitas das concepções vêm das primeiras situações que o aluno foi capaz de dominar ou da experiência tentando modificá-la. Assim, é fundamental que o professor, antes de elaborar suas aulas, investigue qual é o conhecimento que cada aluno tem sobre o assunto que vai explorar e quais as dificuldades de cada um para então, elaborar situações de aprendizagem.

De acordo com o BRASIL / MEC (1997), o ensino nas escolas está inadequado para o desenvolvimento das capacidades do aluno, na medida em que ele se centraliza na apresentação oral dos conteúdos, partindo de definições, exemplos, demonstração de propriedades e exercícios de fixação e aplicação, normalmente descontextualizada e atemporal. Isso faz com que o aluno apenas reproduza esse conhecimento sem interiorizá-lo. Esse fato pode levar o aluno à reprovação nesta disciplina, ou então, mesmo que aprovado, que ele sinta dificuldades em fazer relações com o dia a dia daquilo que a escola lhe ensinou.

Outras vezes, o problema pode ser com o professor de Matemática e também os livros didáticos, transmitem aos seus alunos a imagem de que o conhecimento de Matemática é formado por uma série de conteúdos já feitos e acabados, imutáveis, que já “nasceram” prontos, sem que houvesse, em sua gênese, uma série de problemas e algumas crises. Os livros didáticos, em sua maioria, trazem um grande formalismo e apresentam uma Matemática com procedimentos e práticas repetitivas, sendo pouco explorado o movimento da história do conceito (BRASIL, 1997, p.31).

Normalmente, não são estudados os conceitos matemáticos em paralelo com a história da Matemática, mostrando o caráter tentativo da ciência; os erros que aparecem no processo de criação que geram novas ideias científicas; as limitações das teorias e os problemas pendentes de solução; o contexto global em que foram geradas essas teorias científicas; assim os alunos ficam com a visão de que a Ciência Matemática é constituída basicamente de “fórmulas”, cuja aplicação mecânica permite resolver os problemas e não enxergam a Matemática como uma construção de conhecimentos (BRASIL, 1997).

Para Notare e Behar (2009), compreender Matemática não se resume a manipular técnicas operatórias, de forma mecânica, nem memorizar fórmulas, regras e propriedades. Compreender Matemática é entender o que se lê e escreve, buscando significado para isso. Para entendê-la é preciso saber expressar-se, pois a expressão auxilia na concretização do pensamento. Quando um aluno consegue se ex-

pressar, argumentando sobre determinado conceito ou assunto, está em um nível mais elevado de compreensão, se comparado àquele aluno que apenas resolve numericamente um problema, através da utilização de uma fórmula, regra ou equação.

De acordo com o BRASIL - PCN/MEC (1999, p.82), o aluno deve entender que “a compreensão da Matemática é essencial para o cidadão agir como consumidor prudente ou tomar decisões em sua vida pessoal e profissional”. Muitos alunos percebem a Matemática como um sistema de regras ou de símbolos descontextualizados e inúteis.

A forma de trabalhar os conteúdos deve sempre agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático. Isso significa colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e contra exemplos, generalizar situações, abstrair regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva. Também significa um processo de ensino que valorize tanto a apresentação de propriedades matemáticas acompanhadas de explicação quanto à de fórmulas acompanhadas de dedução, e que valorize o uso da Matemática para a resolução de problemas interessantes, quer sejam de aplicação ou de natureza simplesmente teórica. (BRASIL, 2002)

Estudos do INAF (Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional) (2004) revelam que a maior dificuldade dos alunos não está em “fazer contas”, mas em resolver os problemas, isto é, fazer a interpretação correta do problema e solucioná-lo. Polya (1986, p.57) afirmou que “resolver problemas é uma atividade humana fundamental. De fato, a maior parte do pensamento consciente relaciona-se com um eixo problemas”. Embora a resolução de problemas seja metodológica do ensino de Matemática, esse tema tem se constituído como a etapa final do processo do ensino de conteúdos matemáticos, enfatizando a aplicação de conceitos.

Entende-se que a solução de problemas é o início da atividade matemática em que o aluno é estimulado, diante de um problema, a levantar hipóteses, elaborar procedimentos e estratégias, organizar seu raciocínio e utilizar conceitos já aprendidos. Para Notare e Behar (2009) a cada novo problema matemático vivenciado, o sujeito é perturbado e desafiado a superá-lo. Para resolver o problema, é necessária a construção de novas estruturas que permitam dar conta da situação enfrentada,

rever os conceitos já elaborados e tentar reconstruí-los e enriquecê-los, de forma a solucionar o problema apresentado. Se o aluno não vive o problema como uma contradição interna, não sentirá necessidade de construir algo novo para resolver tal problema. Esse processo é contínuo e são justamente esses desafios que promovem o desenvolvimento do ser humano, bem como a construção do conhecimento matemático.

As mesmas autoras admitem que possa haver sucesso aparente dos alunos na resolução de problemas. Isso porque, esses alunos aprenderam, em suas aulas de Matemática escolar, apenas rituais e receitas, como se houvesse um roteiro ou um modelo a ser seguido na resolução de um problema. Dessa forma, o que ocorre é a aprendizagem de um conjunto de procedimentos padrões, que possibilitam a resolução de uma classe de problemas limitada, na qual os alunos adquirem apenas a capacidade de efetuar cálculos, sem compreendê-los. Dienes (1970) afirma que o professor pode ter a impressão de que o aluno entende alguma coisa, quando, de fato, tal não acontece, pois o aluno pode aprender facilmente as respostas padrão às perguntas padrão, e assim, dar a impressão de saber um conceito. Uma pergunta menos padronizada pode revelar uma situação diferente, sendo verificado que esse aluno não interiorizou esse conceito estudado.

Notare e Behar (2009) afirmam que, muitas vezes, os alunos resolvem determinados problemas e equações corretamente, mas não conseguem justificar o procedimento utilizado, chegando a casos nos quais nem mesmo dão uma interpretação para a solução encontrada. Tais situações dão indícios de que são realizados operações e cálculos de forma mecânica, sem significado, portanto, sem conceituação. Para chegar à compreensão, é necessário atingir níveis mais elevados de abstração, o que acontece mediante tomadas de consciência, especialmente, mediante abstração refletida.

As mesmas autoras ainda afirmam que a representação e a abstração são processos complementares. Por um lado, um conceito matemático pode ser abstraído de várias representações e, por outro, representações são sempre representações de algum conceito formal. Quando várias representações de um mesmo objeto são consideradas simultaneamente, a relação com o conceito abstrato formal torna-se presente e importante. Assim, compreende-se que a aprendizagem de Matemática é um processo que envolve, entre outras características, o exercício da ex-

pressão, argumentação, justificativa, em paralelo com a capacidade de reconhecer e trabalhar com as diferentes representações.

Para Piaget (1995), na aprendizagem de Matemática, torna-se importante incentivar o aluno a pensar e expressar o que pensa, seja falando ou escrevendo, de modo a justificar suas ideias e refletir sobre suas concepções. Se um sujeito consegue expressar-se sobre determinado assunto, há indícios de que o mesmo está em atividade reflexiva, ou seja, em processo de coordenação do pensamento.

Aprender Matemática não é simplesmente compreender a Matemática já feita, mas ser capaz de fazer investigação de natureza Matemática (conforme cada grau de ensino). Só assim se pode verdadeiramente perceber o que é Matemática e a sua utilidade na compreensão do mundo e na investigação sobre o mundo. Só assim se pode realmente dominar os conhecimentos adquiridos. Só assim pode ser inundado pela paixão “detetivesca” indispensável à verdadeira fruição da Matemática (PONTE, 2005, p.19).

Por outro lado, o ensino da Matemática nas Instituições que formam professores de Matemática, preocupa-se muito mais em formar um profissional que tenha o domínio operacional e procedimental da Matemática do que um professor que fale sobre a Matemática, que saiba explorar suas ideias de múltiplas formas, tendo em vista a formação humana (FIORENTIN; CASTRO, 2003, p.137).

Moreira e David (2005) apontam que no trabalho escolar é importante que os professores sejam capazes de envolver os alunos em um leque de situações didáticas adequadas, isto é, situações que se colocam como problemas e que de algum modo, desafiem os seus saberes anteriores, conduzindo à reflexão sobre novos significados e novos domínios de uso desses saberes.

2.3 A didática no ensino da Matemática

O ensino da Matemática tem sido influenciado por várias tendências pedagógicas. Primeiro, a tendência tradicional procurou reduzir a Matemática a um conjunto de técnicas, regras e algoritmos, sem grande preocupação em fundamentá-los ou justificá-los (GODINO, 1990). A partir da epistemologia genética piagetiana emergiu o construtivismo como uma tendência pedagógica, que influenciou as inovações do ensino da Matemática. Essa influência trouxe maior embasamento teórico para a iniciação ao estudo da Matemática, substituindo a prática mecânica, mnemônica e associativa em aritmética por uma prática pedagógica que visa, com auxílio de mate-

riais concretos, à construção das estruturas do pensamento lógico-matemático e/ou à construção do conceito de número e dos conceitos relativos às quatro operações (KAMII, 2005). Crusius (1992) considera como variante construtivista a abordagem sócio interacionista de Vygotsky. O que se observa é uma mudança de um construtivismo pedagógico preocupado com o desenvolvimento de estruturas mentais para um construtivismo ligado à construção ou à formação de conceitos ou outras formas menos radicais.

A prática pedagógica de Matemática deve exercitar as linhas centrais do pensar matemático, isto é, deve desenvolver alunos ativos, criadores do conhecimento, pensadores matemáticos capazes de inter-relacionar, argumentar e justificar, no contexto de uma Matemática com significado no mundo atual. Segundo Vergnaud (1994), aprender Matemática é construir conceitos em ação que geram procedimentos para a resolução de problemas significativos para o aluno. É na ação efetiva do aluno que se entende o processo de construção de conceitos e de seus procedimentos. Por exemplo, na disciplina de Matemática Financeira, o estudo de situações-problema ligadas à influência dos impostos no salário do trabalhador leva o aluno a estudar o gráfico sobre a variação percentual anual do rendimento desse trabalhador. Se nesse período o trabalhador só tiver aumento no rendimento, variações positivas, o resultado final é um aumento maior. Se tiver queda no rendimento, variação negativa, o resultado final é uma queda maior. Caso um aumento for sucedido por uma queda, o aluno terá de criar novos modos de pensar e conceituar.

O professor que pretende ser mediador no processo ensino e aprendizagem de Matemática deve identificar os esquemas mentais produzidos pelo aluno em uma tarefa, isto é, ele deve identificar, descrever e analisar os esquemas mentais apresentados de forma oral ou escritos pelo aluno para que possa entender o processo de construção conceitual utilizado nessa tarefa.

Nas últimas décadas, a pesquisa didática se aprofundou na relação específica entre conteúdos no ensino da Matemática, a maneira como os alunos adquirem esses conhecimentos, os métodos e as relações aluno-professor e aluno-aluno.

Um dos objetivos da didática da Matemática é verificar o funcionamento das situações didáticas, ou seja, o que caracteriza cada situação como fator determinante para uma evolução comportamental do aluno e, conseqüentemente, a apropriação do saber escolar. Nessa análise, todas as situações são consideradas, as exitosas e as sem êxito. Quanto as que fracassam, elas servem como um aporte à didática pa-

ra identificação dos aspectos das situações determinantes desse fracasso. Brousseau (1996) afirma que a didática não consiste em oferecer um modelo para o ensino, mas sim em produzir questões que permita colocar à prova qualquer situação de ensino, corrigir e melhorar as que forem produzidas, formular perguntas a respeito do acontecimento.

De acordo com Polya (1995), um dos mais importantes deveres do professor é o de auxiliar os seus alunos, o que não é fácil, pois exige tempo, prática, dedicação e princípios firmes. O estudante deve adquirir tanta experiência pelo trabalho independente quanto lhe for possível, mas se ele for deixado sozinho, sem ajuda ou com auxílio insuficiente, é possível que não experimente qualquer progresso. Se o professor ajudar demais, nada restará para o aluno fazer. O professor deve auxiliar, nem demais nem de menos, porém de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável do trabalho. Caso o aluno não seja capaz de fazer muita coisa, o mestre deverá deixar-lhe pelo menos alguma ilusão de trabalho independente. Para isso, deve auxiliá-lo discretamente, sem dar na vista. O melhor é, porém, ajudar o estudante com naturalidade. O professor deve colocar-se no lugar do aluno, perceber o ponto de vista deste, procurar compreender o que se passa em sua cabeça e fazer uma pergunta ou indicar um passo que poderia ter ocorrido ao próprio estudante.

Para Muniz (2001) a fonte dos problemas matemáticos deve ser a da vida real do aluno, do contexto sociocultural, com temas e lógicas que fazem sentido para aquele que se propõe a resolvê-lo. O mesmo autor, aborda a valorização, não a resposta numérica final, mas o processo de resolução, suas etapas, suas estratégias, seus caminhos e descaminhos, suas hipóteses e conceitos. O professor deve se colocar como um mediador eficaz nesse processo contínuo de construção da aprendizagem de aprender a aprender, valorizando as alternativas de solução próprias de cada sujeito, incentivando e apoiando aqueles que encontram em impasses, reforçando a autoconfiança e promovendo a autoestima de cada ser matemático que constitui cada aluno.

A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1994) busca a compreensão da constituição dos conceitos, na qual cada conceito é constituído a partir de sua participação em uma rede conceitual mais ampla. Por exemplo: comparação, medida, unidade de medida, razão e números racionais, podem ser considerados como participantes de um mesmo campo conceitual denominado de proporções.

Segundo Vergnaud (1994), a compreensão de como o aluno está desenvolvendo um conceito em suas estruturas mentais requer que se leve em conta, fundamentalmente, os tipos de conexões deste com os demais do mesmo campo conceitual. Essa compreensão é um permanente desafio no desenvolvimento das competências profissionais, querendo uma permanente formação sustentada na análise de sua própria práxis, ou seja, observando, compreendendo e refletindo sobre os processos de construção de conhecimento dos seus alunos. A necessidade de levar em conta o campo conceitual reforça a ideia de trabalhar com situações-problema, uma vez que na resolução da situação os laços que unem os conceitos não são rompidos.

Às vezes, pode existir uma ruptura entre conceito e procedimento, no processo de ensino da Matemática. Isso ocorre quando o professor favorece a construção de um conceito e impõe certo procedimento que nada tem a ver com o processo de construção conceitual. Por exemplo, para resolver uma situação de partilha nas séries iniciais, o professor dá a liberdade inicial de ação ao aluno, mas o professor faz a apresentação de um único algoritmo de divisão a ser assimilado e reproduzido pelo aluno e não aceita algoritmos alternativos. Como exemplo: para dividir dez canetas entre cinco pessoas, o aluno pode fazer rodadas de distribuições de uma caneta para cada pessoa, vendo que conseguirá realizar duas rodadas e distribuem todas as dez canetas, ou ainda, pode distribuir duas canetas na mesma rodada distribuindo as dez canetas ao final da mesma rodada, ou fazer a operação tradicional de divisão. Contudo, se o professor somente aceitar a operação tradicional está impondo uma ruptura com a construção do conceito e o procedimento.

Os procedimentos desenvolvidos na resolução de uma situação-problema são constituídos por uma sequência lógica de ações cognitivas que tem por objetivo produzir uma solução adequada à situação. Na construção desta sequência são importantes os levantamentos de hipóteses pelo aluno, as tentativas realizadas, muitas vezes frustradas, em termos de produção da resposta esperada. Entretanto, mesmo não levando à solução desejada, essas tentativas são partes essenciais da produção matemática do aluno, uma vez que permitem validar conhecimentos em processo de construção. Essa sequência lógica, em uma dada situação, constitui um encaideamento de ações mentais, definido por esquema (VERGNAUD, 1994).

O mesmo autor afirma que o esquema, mais que uma listagem de ações realizadas, revela uma lógica interna existente entre duas ou mais ações, formando

uma corrente. Assim, entre o esquema e a real atividade cognitiva existe um trabalho necessário de interpretação por parte do professor, que o leva a formular hipóteses sobre como o aluno está pensando diante da situação proposta.

Os processos operatórios utilizados pelos alunos ficam em espaços secundários no processo pedagógico (rascunho, carteira, contracapa, palma da mão, cálculo mental) e não são revelados no processo. Procedimentos próprios são ferramentas de pensamento do aluno, por ele produzidos e justificados. Isso não significa que, na sua trajetória de aprendizagem e de desenvolvimento, o aluno não evolua para outros procedimentos ou algoritmos historicamente transmitidos de geração à geração. O importante é instaurar na escola um processo no qual o aluno, construindo seus procedimentos, possa compreender o processo histórico da construção da Matemática e, até mesmo, abandonar o procedimento que construiu para assimilar e utilizar os apresentados no livro didático. As conquistas realizadas pelo aluno na construção desses procedimentos vão lhe permitir a aquisição de estruturas de pensamento que o instiguem à compreensão de outros, sejam eles dos colegas, do professor, do livro didático, ou de outra cultura. Nessa perspectiva, os algoritmos e regras de procedimento não devem ser frutos de mera reprodução do que é transmitido pelo professor, mas sim um produto de experiências regulares operadas pelo aluno, validadas por ele em uma classe de situações e assumidas como forma de conduta cognitiva a ser mobilizada em determinado tipo de situação. Essa perspectiva se choca com a formação matemática de muitos professores, que concebem o ensino da Matemática como processo de transmissão dos algoritmos, em oposição à concepção da escola como espaço dinâmico de geração de saberes matemático. É nesse sentido que a formação do professor requer alicerçar o desenvolvimento de novas competências a partir do reconhecimento do aluno como agente ativo no fazer matemática no espaço escolar e não apenas consumidor de fórmulas estáticas. Um ponto de alta relevância nessa reflexão sobre o papel dos esquemas mentais como síntese da ação do aluno de resolução de situação-problema, seguida da validação pelo professor, é a socialização no grupo maior, e o desenvolvimento, no aluno, de sua crença de poder fazer matemática. Quando um procedimento é validado no grupo, isso pode vir a ter um sentido muito forte para o aluno no que se refere à sua capacidade em fazer matemática, ou seja, agir sobre uma dada realidade produzindo conhecimento e alterando a realidade (VERGNAUD, 1994).

Para Brousseau (1997) docentes e estudantes são atores indispensáveis da relação de ensino e aprendizagem, mas ele estudou, ainda, um terceiro elemento: o meio em que a situação evolui.

Se considerar que a educação, em especial a Matemática, não pode ter suas finalidades engessadas no próprio contexto escolar, deve-se assumir que a Matemática deve servir para a formação extraescolar, ou, segundo Brousseau (1997) resolver situações didáticas. Para Muniz (2001), uma situação dita didática é aquela situação em que as ações cognitivas do aluno são guiadas por regras impostas e controladas por um educador. Nas situações ditas didáticas, as ações cognitivas do aprendiz têm como referência seus próprios valores e seus sistemas de controle interno de validação.

Gálvez (2001) afirma que Brousseau desenvolveu uma teoria na qual é preciso criar situações didáticas que façam funcionar o saber, a partir dos saberes definido culturalmente nos programas escolares. Trata-se de colocar os alunos diante de uma situação que evolua de forma tal, que o conhecimento que se quer que aprendam seja o único meio eficaz para controlar tal situação. Para o autor, a situação proporciona a significação do conhecimento para o aluno, na medida em que o converte em instrumento de controle dos resultados de sua atividade. Assim, o aluno constrói um conhecimento contextualizado, em contraste com a sequência escolar habitual, em que a busca das aplicações dos conhecimentos antecede a sua apresentação, descontextualizada.

A teoria de Brousseau, assim como o Ciclo de Kolb, enfatiza a experimentação para após fazer a teorização. Brousseau (1997, p.34) desenvolveu a Teoria das Situações Didáticas baseada no princípio de que "cada conhecimento ou saber pode ser determinado por uma situação", entendida como uma ação entre duas ou mais pessoas. Para que ela seja solucionada, é preciso que os alunos mobilizem o conhecimento correspondente. Um jogo, por exemplo, pode levar o estudante a usar o que já sabe para criar uma estratégia adequada.

Nesse caso, o professor adia a emissão do conhecimento ou as possíveis correções até que os alunos consigam chegar à regra e validá-la. Ele deve propor um problema para que eles possam agir, refletir, falar e evoluir por iniciativa própria, criando assim condições para que tenham um papel ativo no processo de aprendizagem. Brousseau (1997) chama essa situação de meio didática. Segundo o pes-

quisador, o aluno "não terá adquirido, de fato, um saber até que consiga usá-lo fora do contexto de ensino e sem nenhuma indicação intencional".

As situações adidáticas fazem parte das situações didáticas, que é um conjunto de relações estabelecidas explícita ou implicitamente entre um aluno ou grupo de alunos e o professor para que estes adquiram um saber constituído ou em constituição.

Brousseau (1997, p.82) classifica a situação adidática em quatro tipos: ação; formulação; validação e institucionalização. Entende-se melhor esse processo pelo exemplo dado pelo próprio autor: o jogo Quem Dirá 20? Um participante escolhe um número e o adversário vai propondo somas consecutivas dos algarismos 1 ou 2 até chegar a 20. Invertem-se os papéis e ganha quem atingir o objetivo com menos operações. A atividade começa com o professor contra um dos alunos, ambos registrando as opções. Em seguida, joga-se em duplas e, em outra fase, entre equipes. Depois de várias partidas, os alunos começam a procurar estratégias para ganhar e discutem entre eles. Assim, o processo passa pelos quatro tipos de situação:

a)Ação - os participantes tomam decisões, colocando seus saberes em prática para resolver o problema. É quando surge um conhecimento não formulado matematicamente. Alguns participantes chegam à conclusão de que a melhor tática para ganhar é dizer os números 14 ou 17.

b)Formulação - os alunos são levados a explicitar as estratégias usadas. Para isso, precisam formulá-las verbalmente, transformando o conhecimento implícito em explícito. O aluno retoma sua ação em outro nível e se apropria do conhecimento de maneira consciente.

c)Validação - a estratégia é demonstrada para interlocutores. "O aluno não só deve comunicar uma informação como também precisa afirmar que o que diz é verdadeiro dentro de um sistema determinado", afirma Brousseau (1997, p. 96). Cada equipe propõe o enunciado de sua estratégia para ganhar, contestando a do adversário.

d)Institucionalização - aqui aparece o caráter matemático do que os alunos validaram. Eles fazem uma síntese do que foi construído durante o processo e têm um significado socialmente estabelecido. O professor tem um papel ativo, selecionando e organizando as situações que serão registradas.

A Teoria das Situações Didáticas trouxe uma concepção inovadora do erro, que deixou de ser um desvio imprevisível para se tornar um obstáculo valioso e parte da aquisição de saber. Ele é visto como o efeito de um conhecimento anterior,

que já teve sua utilidade, mas agora se revela inadequado ou falso. Brousseau (1997, p. 98) valeu-se da concepção do filósofo Bachelard que afirmava que "só se faz novos conhecimentos contra um conhecimento anterior".

Nessa teoria, acontece uma inversão do ensino tradicional de Matemática, o qual parte do saber institucionalizado e segue na tentativa de esmiuçá-lo para os alunos. Ao contrário, ela leva os alunos a buscar por si mesmos as soluções, chegando aos conhecimentos necessários para isso.

2.4 A Potencialidade da Tecnologia de Informação e Comunicação – TIC

Embora os computadores comecem a ser instalados nas escolas no Brasil ainda não são efetivamente utilizados como recurso educacional. Relatórios recentes derivados do Censo Escolar mostram que aumentam a cada ano os percentuais de escolas com laboratório de Informática. O gráfico da Figura 1 apresenta o percentual de escolas de Ensino Médio e Fundamental com esse recurso em 2010 (INEP 2010).

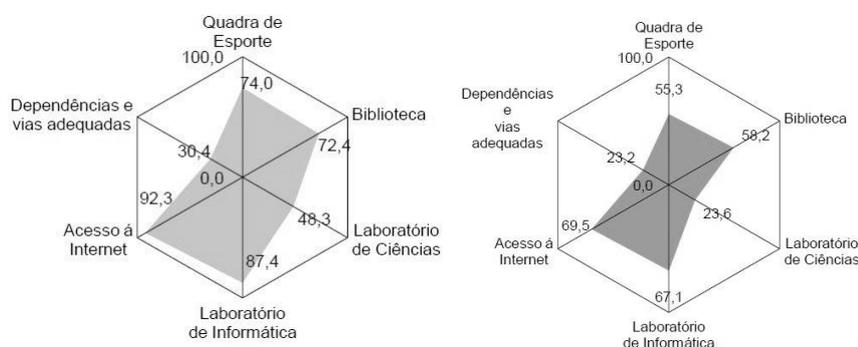


Figura 1 - Recursos nas Escolas de Ensino Médio e Fundamental (anos finais) em 2010

Fonte: INEP 2010

Em diversos casos já começa a integração da TIC na educação, sendo possível prever um aumento na sua utilização em maior escala em curto prazo.

O computador pode ser usado como elemento de apoio para o ensino (banco de dados, elementos visuais), mas também como ferramenta de aprendizagem e como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades. O uso integrado de ferramentas suportadas pelo computador, tal como os objetos de aprendizagem, é apontado como capaz de proporcionar melhorias significativas no processo ensino e a-

prendizagem, oferecendo mais e melhores condições ao aluno para participar ativamente do processo de construção de seu próprio conhecimento (VALENTE, 1999).

Com relação ao ensino e aprendizagem da Matemática, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2001) trazem o recurso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC's) como um caminho para “fazer Matemática” na sala de aula. De acordo com os PCNs, os computadores podem ser usados nas aulas de Matemática como fonte de informação, como auxílio no processo de construção de conhecimento, como meio para desenvolver a autonomia pelo uso de *software* que possibilitem pensar, refletir e criar soluções e como ferramenta para realizar certas atividades.

O computador é um instrumento que se bem utilizado, pode tornar o trabalho do professor mais fácil, eficiente e produtivo, provoca uma mudança na dinâmica da aula, a qual exige do professor novos conhecimentos e ações. Para Basso (2003) atualmente os recursos das TIC's fazem parte da realidade dos alunos, o que é confirmado pela pesquisa do CETIC (2009) a qual constatou em 2009 que 54% das crianças (entre 5 e 9 anos) entrevistadas já tinham utilizado o computador, para diversos fins e dominava diversa habilidade relacionadas com seu uso, tal como listrado na figura 2.

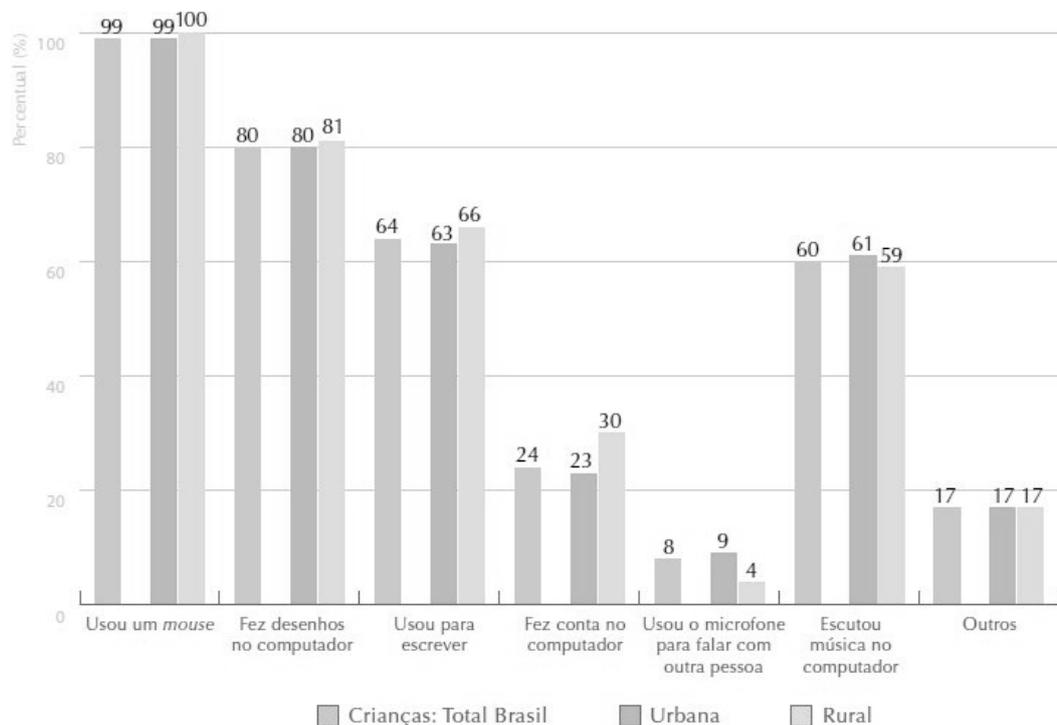


Figura 2 - Habilidade relacionada ao uso do Computador por usuários de 5 a 9 anos.

Fonte: CETIC 2009

Essa familiaridade do estudante com as TIC's leva a esperar que seu uso no processo de ensino e aprendizagem de Matemática pode facilitar a aprendizagem. Um dos objetivos do uso de tecnologias é o de permitir que o estudante vá além do proposto pelo professor/escola, melhorando a qualidade do seu processo de aprendizado, do ensino e das aulas dos professores, pois o "conteúdo" passa a ser objeto de necessidade do aluno. Neste sentido, o acesso à Internet, que também aumenta ano a ano no Brasil, tanto nas Escolas como no uso doméstico, tal como evidenciado nas pesquisas no INEP (Figura 1) e em pesquisa do Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC), realizadas desde 2005, as quais mostram que o crescimento médio do acesso à Internet no Brasil aumentou de 19% de 2005 até 2010.

Corroborando essa expectativa de benefício derivado do uso da TIC, Papert (1994) argumenta que a tecnologia contribui para proporcionar um ambiente mais favorável, reduz isolamento, enseja a interdisciplinaridade, permite explorar a criatividade - para as diversas iniciativas em direção a novos contextos para a aprendizagem de cada estudante, respeitando o seu tempo de aprendizagem.

Com o advento da Internet o professor pode preparar melhor a sua aula, bem como repensar e ampliar os modelos pedagógicos conhecidos e modificar o processo de avaliação. Ela propicia troca de experiências, de materiais didáticos, o esclarecimento de dúvidas, a busca de informações sobre diversos assuntos, relatos de experiências, leitura de notícias, busca de *softwares* livres ou gratuitos.

As novas tecnologias estão se incorporando cada vez mais na sala de aula e as escolas devem oportunizar e incentivar a formação dos recursos humanos para a integração natural do computador às suas aulas para atender as atividades do cotidiano.

O professor deve observar que os recursos computacionais em si mesmos não são suficientes para garantir uma ação educacional diferenciada, se não estiverem claras e fundamentadas nas teorias. Segundo Oliveira (2005), além da necessidade de saber lidar com o computador, o professor deve entregar-se ao processo de construir para si mesmo um novo conhecimento, incorporando não somente os princípios que estão sendo atualmente desenvolvidos sobre a informática e educação, mas, acima de tudo, passando pelas considerações teóricas sobre a aprendizagem

que melhor explicam a aquisição do conhecimento cognitivo. Trata-se de dominar o conhecimento científico de uma maneira ampla e necessária para o seu próprio aprimoramento intelectual.

É necessário que o professor conheça as possibilidades e potencialidades do computador para saber como lidar com essa ferramenta, para isso precisa buscar novas técnicas pedagógicas, em que a introdução das tecnologias possa levar a formação produtiva para a sociedade e crescimento pessoal do aluno, tornando um sujeito crítico e criativo para conviver neste mundo em constante mudança, principalmente tecnológica.

Um grande desafio para o uso intenso das TICs na educação é o de implantar uma infraestrutura adequada em escolas e instituições de ensino. Essa infraestrutura está composta basicamente de computadores e *softwares* matemáticos (para a aprendizagem de Matemática) nos laboratórios das instituições; em conjunto com a Internet. O problema dessa infraestrutura é o custo, pois demanda um investimento inicial alto, bem como para a manutenção dos equipamentos e atualizações tanto dos *softwares* quanto dos computadores.

As experiências escolares com o computador têm mostrado que seu uso efetivo pode levar ao estabelecimento de uma nova relação professor-aluno, marcada por uma maior proximidade, interação e colaboração. Isso define uma nova visão do professor, que longe de considerar-se um profissional pronto, ao final de sua formação acadêmica, tem de continuar em formação permanente ao longo de sua vida profissional (BRASIL, 2001).

Segundo Penteado e Borba (2003), nos dias de hoje, existem inúmeros *softwares* passíveis de uso nos mais diversos campos da Matemática. Utilizando o *software* Winplot, por exemplo, podem-se estabelecer animações com os parâmetros de uma função mostrando diversas características e propriedades, que dificilmente seriam mostradas no quadro de giz. Também, podem-se usar outros *softwares* disponíveis como:

- Cabri Géomètre II (<http://www.cabri.com/>),
- Graphmatica (<http://graphmatica.com/>),
- Matlab (<http://www.mathworks.com/products/matlab/tryit.html>),
- GeoGebra (<http://www.geogebra.org/cms/>),
- Maple (<http://www.maplesoft.com/products/maple/>) e

- Poly (<http://www.peda.com/download/>).

O uso de *softwares* matemáticos necessita de uma estrutura para a formação de profissionais habilitados a produzir aulas e OAs com esses recursos ou mesmo para levar seus alunos a uma aula demonstrativa sobre algum conteúdo específico, o que requer tempo e dedicação por parte dos profissionais da educação. O trabalho de capacitação de professores pode ser um caminho para que os mesmos se sintam encorajados a fazer bom uso do computador nas aulas de Matemática. Nesse contexto, sugere-se que o professor faça uso de ferramentas de autoria, as quais disponibilizam um ambiente integrado que combina conteúdo e funções disponíveis, pois esse recurso permite ao professor com pouco conhecimento em informática, manipular, desenvolver e usar OAs online.

A Matemática se constitui uma dificuldade para a maioria dos alunos. É preciso estratégias inovadoras para motivá-los e os OAs podem ajudar no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, devido ao crescente uso do computador o professor pode investir na criação de OAs para a construção do conhecimento matemático de seu aluno, tornando suas aulas mais motivadoras e atraentes. Logo, o docente pode criar OAs de Matemática usando a combinação de ferramentas de autoria, utilizando a metodologia proposta no item a seguir.

2.5 Proposta de uma metodologia voltada ao ensino e aprendizagem de Matemática usando OAs

Acredita-se que os OAs *online*, com atividades contextualizadas, permitem que os alunos interajam com eles, tornando-se assim, participantes ativos do processo de aprendizagem para aquisição do conhecimento matemático. Com o uso de OAs o aluno pode construir e testar várias estratégias para solucionar problemas em uma atividade, obtendo realimentação imediata do computador o que auxilia na correção e ajuste dessas estratégias, diminuindo assim, as dificuldades do aprendizado de Matemática.

Neste contexto, esta pesquisa se propõe resolver o seguinte problema: É possível capacitar professores para combinar ferramentas de autoria, usando estratégias de sequenciamento para a criação de OAs reutilizáveis, que apoiem os alunos na construção de conhecimento matemático?

Para solucionar o problema de pesquisa, foram formuladas as seguintes hipóteses as quais serão analisadas no decorrer do trabalho:

- Os professores de Matemática podem aprender facilmente a usar e combinar as ferramentas de autoria para criar OAs usando estratégias de sequenciamento;
- Os OAs criados com a metodologia proposta atendem critérios de sequenciamento e de reflexão através da experiência como definido pelo critério de Kolb.

Para resolver o problema proposto e validar essas hipóteses, propõe-se uma metodologia para criar e/ou reusar objetos de aprendizagem (OAs) a qual será explicada em detalhes no capítulo cinco. Nela será mostrado que o professor, para ensinar uma atividade ou um conteúdo de Matemática, pode reusar OAs já existentes ou parte deles, complementando-os com a criação de outros OAs ou parte deles, usando para isso uma combinação de ferramentas de autoria. Esse OA final deverá atender a padrões para ser disponibilizado em diferentes plataformas computacionais. É importante observar que as atividades dos OAs devem ser usadas com a finalidade de desenvolver a cognição, e, nesse sentido, precisam ser cuidadosamente planejadas para que a partir delas seja possível construir conhecimentos, desenvolver capacidades, habilidades e competências.

Para a criação de OAs, o professor deverá ter, a priori, um objetivo claro da atividade e/ou do conteúdo que irá ensinar ao seu aluno. Deve fazer todo o planejamento desde a motivação, objetivo, pré-requisitos, o conteúdo propriamente dito, aplicações práticas e como será avaliado o aprendizado do aluno.

Ao combinar os OAs existentes para formar o seu próprio objeto, o professor poderá criar outro objeto, ou parte dele, exercitando a autoria. É recomendável que a combinação e os novos objetos sigam estratégias de sequenciamento de instrução, tal como proposto por Wiley (2000) e Gagné (1987), tal como será explanado no capítulo quatro, ou seja, a instrução deve ser organizada em uma hierarquia de acordo com a complexidade, a qual identifica os pré-requisitos que devem ser seguidos para facilitar a aprendizagem em cada nível. Para que a aprendizagem seja facilitada, as atividades propostas no OA seguirão o Ciclo de Kolb (1984), que sugere que o aluno aprende pela experiência e pela reflexão, explicado no subcapítulo 4.1.

Na metodologia proposta, para criação dos novos OAs, será usada a combinação de ferramentas de autoria de uso livre. Essa escolha se justifica em primeiro

lugar por essas ferramentas serem gratuitas e de código aberto, o que diminui o custo para o professor e para a instituição. Além disso, as ferramentas de autoria são usualmente desenvolvidas com o objetivo de apoiar professores e acadêmicos na publicação de conteúdo para *Web* sem que esses necessitem de conhecimentos aprofundados nas linguagens HTML e XHTML. É nesse contexto que este projeto busca oferecer a sua maior contribuição, pois a maioria dos professores de Matemática não é especialista em tecnologia da informação. Buscando desenvolver objetos padronizados facilita o compartilhamento e reutilização em diversos sistemas e ambientes.

Esta tese tem por objetivo mostrar a esse professor como ele pode reusar ou criar OAs organizados conforme uma sequência recomendável de atividades, combinado ou não com outros objetos, de forma a ser capaz de atender as necessidades de aprendizagem de determinado conceito matemático. Assim, esta pesquisa envolve as seguintes atividades:

- a busca por uma solução que permita a interoperabilidade entre os conteúdos educacionais e o reaproveitamento de OAs de Matemática já existentes em um novo modelo de OA reutilizável, que permita o sequenciamento de instrução;
- a proposta de criar atividades, combinando o uso de ferramentas de autoria, no qual o aluno possa interagir e construir o conhecimento matemático.
- a proposta de criar OAs que atendam critérios de sequenciamento e de reflexão.

3 OBJETO DE APRENDIZAGEM

Os objetos de aprendizagem (OAs) são recursos utilizados para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Wiley (2000), OAs são elementos de um tipo novo de instrução por computador baseado no paradigma “orientado ao objeto” da informática.

O mesmo autor, ainda, define OA como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (p.4). Os estudos sobre OA são recentes, de forma que não há um consenso universalmente aceito sobre sua definição. Os OAs podem ser criados em qualquer mídia ou formato, podendo ser simples como uma animação ou uma apresentação de *slides* ou complexos como uma simulação. Normalmente, eles são criados em módulos que podem ser reusados em diferentes contextos.

Uma das vantagens dos OAs é que eles podem ser contextualizados de maneira similar ao ambiente do mundo real, no qual determinados conhecimentos e habilidades são requisitados. Eles podem ser uma única atividade ou um conjunto de estratégias e atividades elaboradas para promover a aprendizagem de um tema ou conteúdo conceitual. Esses materiais são elaborados em formas variadas de apresentação conceitual como: textos, imagens, animações, simulações, podendo ser distribuídos pela Internet, o que significa que todos podem acessá-los e usá-los simultaneamente.

Objetos podem ser representações de abstrações de entidades do mundo real e serem implementados usando a tecnologia de construção de *software*. No paradigma de orientação a objetos, *softwares* que podem ser reutilizados nos objetos são componentes de construção de novos *softwares*. O objetivo principal do paradigma de orientação a objetos é facilitar a construção de software por meio do reuso de componentes. Dessa forma, sistemas mais complexos de *software* podem ser construídos por meio da organização de componentes menos complexos. Uma das

consequências desse tipo de abordagem é a melhoria da produtividade no processo de trabalho uma vez que não é preciso a cada novo projeto recomeçar tudo do zero.

Para Wiley (2000), OAs são entendidos como entidades digitais, geralmente entregues pela Internet, significando que qualquer pessoa pode ter acesso e uso, simultaneamente a outros usuários. Esse fato é o que diferencia OAs da mídia instrucional tradicional. OAs mais simples podem ser arranjados para formarem um novo objeto mais complexo a ser aplicado em um novo propósito em um contexto diferente.

O principal objetivo da estratégia de OA é que ele possa ser reutilizável. Isso pode ser conseguido mediante a criação de blocos de conteúdos educacionais digitais, independentes que possibilitem e facilitem sua utilização em outros contextos e com diferentes propósitos pedagógicos.

OAs normalmente apresentam as seguintes características: ser reutilizável diversas vezes em diversos ambientes de aprendizagem; ser adaptável a qualquer ambiente de ensino; ser um conteúdo de tamanho pequeno; ser acessível facilmente; ter a possibilidade de continuar a ser usado independente da mudança de tecnologia e operar em diferentes sistemas.

Essas características são contempladas quando o OA segue uma padronização de parâmetros. A padronização permite que um ambiente virtual de aprendizagem possa usar objetos de diversos desenvolvedores sem conflito, combinando as possibilidades mais convenientes com o objetivo educacional. A adoção de padrões possibilita uma uniformização, na produção do OA. Atualmente, há diversas organizações que desenvolvem normas e padrões para nortear o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, tais como *Instructional Management System* (IMS), o *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) e o *Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee* (AICC) (ADL⁵, 2006) .

Segundo Tarouco e Dutra (2007), OAs são mais eficientemente aproveitados quando organizados, catalogados e armazenados em um repositório integrável a um sistema de gerenciamento de aprendizagem (*Learning Management System – LMS*).

Os mesmos autores afirmam que é desejável a adoção de padrões abertos para nortear o projeto e desenvolvimento de OAs. Afinal, o rápido avanço da tecno-

⁵ ADL - <http://www.imsglobal.org/>

logia leva à possível substituição de plataformas de gerenciamento de aprendizagem com maior rapidez que a desatualização e/ou obsolescência de um OA, que pode ser atualizado e continuar a ser reusado em outro contexto. A estratégia de adotar padrões abertos também tem como objetivo alcançar independência de plataforma na qual os objetos vão ser exibidos/executados permitindo o uso de diferentes sistemas operacionais e plataformas de *hardware*.

Adicionalmente, o reuso implica considerar aspectos relativos à interoperabilidade com ambientes virtuais de aprendizagem e questões relativas a encapsulamento e interfaceamento dos objetos, pois para que se possam utilizar componentes desenvolvidos por outros, é preciso que estejam resolvidas, de alguma forma, as maneiras de integrar tais componentes possibilitando passar informações derivadas da execução do componente integrado para serem utilizadas por outro componente e que esse atenda a requisitos de interface para repassar as informações derivadas de sua execução para outros componentes e assim sucessivamente. Esse fato requer algum grau de padronização na especificação dessas interfaces para a troca de informações entre os objetos de aprendizagem e o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). A vantagem derivada do uso dessa padronização é aumentar a durabilidade do resultado do esforço de desenvolvimento, pois permite continuar usando recursos educacionais, sem extenso reprojeto ou recodificação.

Os OAs podem ser padronizados e depois armazenados em repositórios (*Learning Objects Repository* – LOR) devidamente identificados e catalogados. Assim, eles podem ser compartilhados em qualquer parte do mundo que tenha acesso à Internet, usados em mais de uma situação e com objetivos diversos. Esse fato torna o desenvolvimento de cursos, tutoriais e outras opções de ensino e aprendizagem, mais dinâmicos e mais simples de serem mantidos atualizados (SÁ e MACHADO, 2003).

Os OAs armazenados nos repositórios podem ser disponibilizados através de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Nos últimos anos, a evolução das tecnologias voltadas à construção, à disponibilidade e à gestão de cursos online vêm crescendo rapidamente. Hoje, os AVAs podem ser responsáveis pelo planejamento, disponibilidade e gerenciamento dos eventos dentro de um ambiente educacional virtual, incluindo desde o controle de ferramentas administrativas até ferramentas de comunicação. Então, um AVA pode gerenciar os aprendizes, mantendo através de

ferramentas administrativas a trajetória de seu progresso e sua atuação em todos os tipos de atividades de treinamento.

A vantagem de usar um AVA é que esses sistemas são projetados para permitir que os especialistas na matéria, com pouco conhecimento tecnológico, como muitos professores de Matemática, projetem, elaborem, disponibilizem e meçam rapidamente os resultados de um curso via *Web* a partir de avaliações imediatas e relatórios do aproveitamento de cada aluno.

3.1 A pedagogia por trás do OA

Na definição de OA, ao colocar a expressão “suporte ao aprendizado”, Wiley (2000, p.4) procura capturar não só o que explicita como importantes atributos de um objeto de aprendizagem (reusável, digital, recurso, aprendizagem), mas também procura destacar que deve haver no objeto uma intencionalidade de uso para apoiar a aprendizagem.

Wiley (2002, p.8) afirma que “[...] uma mudança importante pode surgir na maneira com que os materiais educacionais são projetados, desenvolvidos e apresentados para aqueles que desejam aprender”. O projeto e construção de OAs envolvem um arranjo de habilidades multidisciplinares. Polsani (2003) destaca que o processo de desenvolvimento deve ser cuidadosamente planejado e metodicamente desenvolvido, pois para produzir um OA é preciso: (a) conhecer o tema que se deseja trabalhar; (b) determinar a abordagem pedagógica que norteará sua concepção e uso; (c) saber utilizar ferramentas de autoria para sua construção e (d) trabalhar de forma coerente com os princípios do projeto educacional.

Para produzir OAs podem-se usar os princípios de projeto instrucional de Gagné (2005) que afirma: é preciso estabelecer: (a) os seus objetivos; (b) o público alvo (suas habilidades, conhecimentos, estilos preferenciais de aprendizagem, estilos cognitivos); (c) a interface (com vistas a maximizar usabilidade), (d) as estratégias de interatividade; (e) as ferramentas que serão utilizadas para sua construção; (f) e os recursos humanos e financeiros disponíveis. Esses fatores influenciam diretamente no tamanho e na qualidade do material que será desenvolvido.

Gagné (1987) sugeriu que a aprendizagem de tarefas para habilidades intelectuais pode ser organizada em uma hierarquia de acordo com a complexidade. O principal significado da hierarquia é identificar as condições prévias (pré-

requisitos) que devem ser seguidas para facilitar a aprendizagem em cada nível. A hierarquia fornece uma base para o sequenciamento da instrução e será descrita no capítulo quatro.

3.2 Estratégias possíveis e recomendáveis

Entre as estratégias recomendadas por Vergnaud (1994), Brousseau (1996), Polya (1995), Muniz (2001) e os PCNs – Brasil (1997), para a aprendizagem da Matemática pode-se citar: resolução de problemas, uso de jogos, desafios e quebra-cabeças, emprego da história e uso das TIC's em sala de aula.

Martinez (2004) afirma que as TIC's estão adquirindo um papel relevante no contexto educativo e considera que o conjunto de tecnologias, associadas ou não, permitem a aquisição, produção, armazenamento, processamento e transmissão de informações na forma de imagem, vídeo, texto ou áudio. Wiley (2000) declara que os OAs podem transformar a tecnologia instrutiva em aprendizagem.

Os níveis de aquisição de conhecimento podem ser melhorados pelo aumento no grau de interatividade e integração dos OAs envolvidos no processo. Os OAs podem levar o aluno a realizar atividades em que ele manuseia representações gráficas, desenhos, tabelas e os relaciona com as suas funções matemáticas e seus conceitos geométricos, seguindo as recomendações dos PCNs (BRASIL, 1997), que recomendam que o ensino e a aprendizagem da Matemática consistem em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras) e ainda relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos.

A aprendizagem da Matemática está ligada à compreensão, isto é, apreender o significado de um objeto ou acontecimento pressupõe vê-lo em suas relações com outros objetos e acontecimentos. Assim, o tratamento dos conteúdos em compartimentos estanques e em uma rígida sucessão linear deve dar lugar a uma abordagem em que as conexões sejam favorecidas e destacadas. O significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais disciplinas, entre ela e seu cotidiano e das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos. Então, a seleção e organização de conteúdos devem levar em conta sua relevância social e a contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno.

Os OAs devem propor estratégias que levem os estudantes a realizar atividades matemáticas de: explorar, procurar generalizações, fazer conjecturas e raciocinar logicamente. Ao realizar esses tipos de atividades, cria-se o hábito de experimentar, tentar encontrar generalizações e procurar o que há de invariante em uma situação. Ao seguir essa sequência, segue-se também o Ciclo de Kolb (1997), tal como será descrito no capítulo quatro, em que se aproveita a vivência do aluno para introduzir um assunto (experiência concreta); e por meio de observação, análise e reflexão crítica faz-se a validação pedagógica dessa experiência; levando os alunos a estabelecerem ligações entre as suas vivências e as proposições teóricas, despertando a compreensão e a curiosidade sobre a proposta de ensino; e por fim, fazendo o aluno testar esse processo cognitivo.

Nas atividades propostas no OA o aluno deverá ter a possibilidade de escolher sua própria estratégia de resolução de problema, trabalhando dentro de seu tempo e ainda confrontar a sua estratégia com os diferentes processos de resolução de problemas de seus pares, o que permite fomentar a aprendizagem de uma forma crítica e interativa, valorizando o trabalho efetuado.

No OA podem-se prever atividades de trabalho síncronas e assíncronas, fazendo com que haja interação entre professor-aluno e aluno-aluno, possibilitando um aprendizado colaborativo e/ou cooperativo.

As atividades podem ser centradas em torno de objetivos precisos e apresentadas fazendo referências a situações vividas e experiências anteriores dos alunos. O ambiente online pode facilitar o acesso e a navegação entre a atividade, o conteúdo e materiais da aula. Nesse contexto, os recursos tecnológicos do OA devem permitir:

- a mediação pedagógica por meio da mediação tecnológica;
- a autonomia do aluno;
- a interatividade;
- a colaboração.

Os alunos podem construir seus percursos de aprendizagem em exercícios de interação com os outros atores do processo (alunos e professor) e com as máquinas. As problematizações podem ser socializadas e aprofundadas no ambiente virtual, por alunos e professor, multiplicando-se as possibilidades de troca, de acesso a conteúdos em diversos formatos, prolongando o tempo das discussões, possibi-

litando a riqueza da experiência, estreitando a fronteira virtual/presencial, provocando sua continuidade e potencializando a prática pedagógica.

O professor tem o papel de organizador da aprendizagem. Para desempenhar expectativas e competência cognitiva dos alunos, além de conhecer as condições socioculturais, precisará escolher o(s) problema(s) que possibilita(m) a construção de conceitos ou de procedimentos e alimentar o processo de resolução, sempre tendo em vista os objetivos a que se propõe atingir.

Adicionalmente, como um elemento incentivador da aprendizagem, o professor estimula a cooperação entre os alunos, bem como a confrontação daquilo que cada aprendiz pensa com o que pensam seus colegas e demais pessoas com quem convive.

3.3 O OA no ensino e aprendizagem da Matemática

Algumas vezes, as dificuldades encontradas por alunos na aprendizagem da Matemática podem ser decorrentes de determinadas estratégias de ensino, tal como comentado no capítulo dois. O uso dos OAs na introdução de conceitos matemáticos deve buscar estratégia capaz de ensejar a superação ou, pelo menos, diminuir essas dificuldades.

Uma possível característica derivada do uso de OAs interativos é a possibilidade de o aluno fazer inúmeras tentativas para validar hipóteses ou estratégias para resolução de problemas, recebendo realimentação imediata o que auxilia na correção e ajuste dessas estratégias, tendo o professor como articulador e planejador das atividades de ensino aprendizagem ensejadas pelo OA. Ao manipular informações na tela, o aluno interage com o computador e se torna autor e coautor da construção de seu conhecimento.

O uso de *softwares* educacionais e das pesquisas na Internet pode ser utilizado pelo professor como apoio ao ensino (VIDAL *et al*, 2002). Esses recursos aliados à mediação do professor ajudam os alunos na resolução de problemas, na experimentação e na análise de hipóteses, criando condições para uma aprendizagem mais contextualizada. (KENSKI, 2003).

Um bom exemplo é o OA Balança Interativa de Castro-Filho *et al*. (2003), que simula uma gangorra e tem como objetivo que o aluno equilibre a gangorra colocando pesos em cada um dos seus lados. O OA Gangorra Interativa (Figura 3) foi

desenvolvido pelo grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) da Universidade Federal do Ceará. Esse OA possui cinco níveis de dificuldade, tendo três variações possíveis para a gangorra: duas de desequilíbrio e uma de equilíbrio. Cada lado da gangorra tem cinco ganchos para colocar pesos. Através do equilíbrio da gangorra, espera-se que o aluno possa comparar e estabelecer relações entre os dois lados da gangorra, criando um sentido nas atividades de grandeza inversamente proporcional.

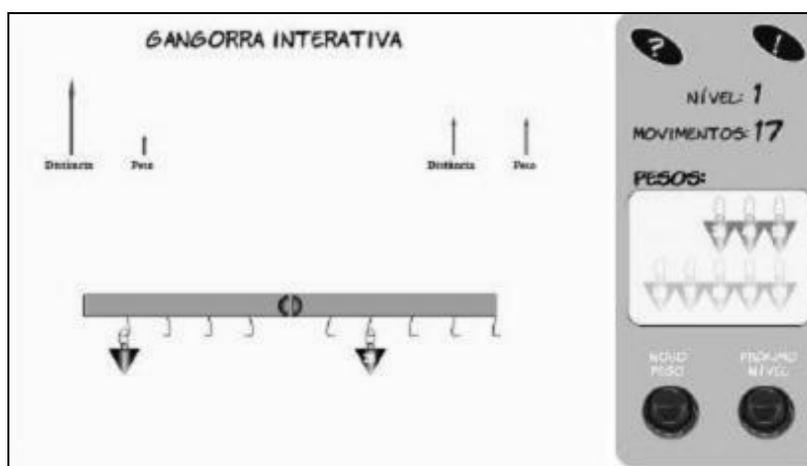


Figura 3 - OA Gangorra Interativa

No primeiro nível do OA o computador já coloca, em um dos lados da gangorra, um peso para que o aluno a equilibre adicionando outro peso do outro lado. Os pesos possuem os seguintes valores: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 101. Por exemplo, se o computador colocar o peso 30 no gancho 5, isso significa que o aluno terá que colocar ou o peso 30 no gancho 5 ou o peso 50 no gancho 3.

No nível dois e nos demais o peso colocado pelo computador em um dos lados da gangorra vai variando randomicamente para que o jogo não fique previsível. A partir do nível três o número de pesos vai diminuindo para aumentar o desafio e forçar o aluno a desenvolver novas estratégias de atuação que superem a tentativa por ensaio e erro. Os níveis quatro e cinco apresentam ainda uma novidade: dois pesos são colocados pelo computador ao invés de apenas um como ocorre nos níveis anteriores. Os alunos podem mudar de nível a qualquer momento, para isso basta apertar o “botão próximo nível”.

Uma das vantagens de se trabalhar com o OA Gangorra Interativa, ao invés de usar a própria gangorra ou as situações convencionais de sala de aula (lápiz e papel) é a possibilidade de conexões entre formas de representação mais intuitivas e outras mais abstratas como as equações matemáticas. Outra vantagem é que o OA registra e apresenta o número de movimentos que o aluno realiza durante a atividade. Essa contagem é importante, pois pode ajudar o professor a verificar como o aluno está resolvendo as situações-problema. Supõe-se que quanto menor o número de movimentos, mais os alunos estão utilizando estratégias para resolver as situações propostas pelo OA. Esse objeto, assim como outros trabalhados pelo grupo da UFC continuam em evolução sendo continuamente reusados derivando versões aprimoradas.

Também são bons exemplos os OAs de Matemática do repositório da RIVED, como o OA Decifrando Mapas que trabalha com diferentes lugares das regiões do Brasil, no qual o aluno interage construindo uma tabela, mostrando a distância entre esses lugares. O objeto trabalha, além da tabela, com distância, velocidade e tempo. Além disso, auxilia o aluno na tabela de distância entre os lugares. A partir daí, o aluno vai fazendo o cálculo para completá-la. Esse objeto está disponível em: http://rived.mec.gov.br/atividades/matematica/decifrando_mapas/

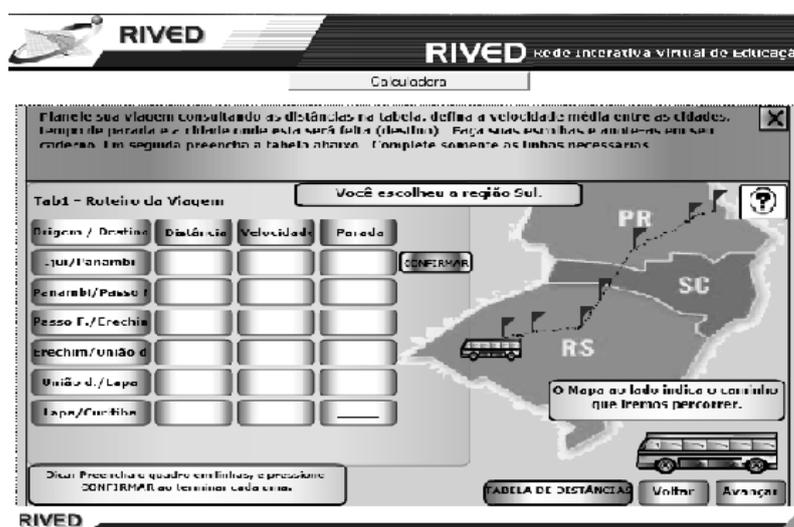


Figura 4 - Objeto de Aprendizagem – Decifrando Mapas

Uma vantagem do aluno em trabalhar com o OA Decifrando Mapas (Figura 4) é que ele ao interagir com o objeto faz conexões entre distância, velocidade e tempo de viagem. O objeto tem várias fases, iniciando por representações mais simples e,

algumas vezes, intuitiva e avançando para a mais abstrata, nas quais o aluno deverá realizar cálculo para preencher a tabela. Esse objeto utiliza a interdisciplinaridade entre a Matemática e a Geografia, promovendo uma Matemática significativa para o aluno.

Uma estratégia diferente em termos de uso das TIC's pode envolver soluções (atividades educacionais) criadas com o uso de ferramentas como planilhas. Flôres (2004) defende que a utilização da planilha eletrônica em uma aula, pode trazer benefícios, tais como: interatividade e realimentação imediata em função dos dados inseridos na planilha, tendo em vista as operações programadas sobre os mesmos. Assim, é possível trabalhar com fórmulas, geração de gráficos, resolução de problemas complexos, oportunizando ao aluno uma ferramenta que dê apoio à sua aprendizagem em Matemática. O tempo também é um fator positivo, por exemplo, ao utilizar a planilha para elaboração de gráficos, no tempo que se leva para fazer um gráfico manualmente, é possível fazer vários com a planilha. Isso possibilita a observação e ligações mais rápidas entre os dados e os gráficos.

Gravina (1996, p.11) mostrou-se favorável à utilização de ambientes computacionais no ensino de Geometria, como uma [...] “nova forma de ensinar e aprender Geometria”; a partir de exploração experimental viável somente em ambientes informatizados, os alunos conjecturam e, com a realimentação oferecida pela máquina, refinam ou corrigem suas conjecturas, passando então para a fase abstrata de argumentação e demonstração matemática.

Nesse contexto, cabe ao professor o desafio do desenvolvimento de OAs, integrando a Matemática e a Informática, de modo que possam auxiliar em uma melhor construção de conceitos, para que essa integração possa proporcionar um melhor desenvolvimento cognitivo dos alunos. O professor pode utilizar OAs padronizados, armazenados e disponíveis em repositórios já existentes, desde que satisfaçam o objetivo da aprendizagem. Alternativamente, os alunos podem procurar, encontrar e utilizar OAs para ampliar ou reforçar sua aprendizagem em algum conteúdo específico.

3.4 Repositórios

Para que um OA possa ser mais facilmente encontrado e reutilizado, é preciso que esse objeto seja devidamente indexado (preenchimento dos metadados) e armazenado em um repositório.

Repositórios de OAs são espaços que permitem a guarda e a reutilização desses objetos. Harman e Koohang (2007 a) definem um repositório de OAs como um catálogo digital que facilita a pesquisa por OAs. Esses catálogos devem permitir:

- o armazenamento propriamente dito;
- o controle de versões e de publicação;
- a busca dos objetos a partir de suas características;
- o controle de acesso;
- a avaliação dos objetos.

Nos repositórios, o sistema de catalogação pode usar uma taxonomia padronizada, como a do SCORM, IMS, LOM, etc. A importância de padronizar os OAs deriva da necessidade de reutilização de conteúdos educacionais digitais, minimizando esforços na produção desses materiais e permitindo a utilização de OAs existentes na formação de um novo OA que atenda aos objetivos pedagógicos propostos pelo professor.

O padrão LOM (*Learning Object Metadata standard*) é o pioneiro, sendo um dos mais difundidos, encontrado em <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Ele é considerado a base para os demais padrões de empacotamento existentes. Esse padrão tem como objetivos habilitar alunos para pesquisa e uso de OAs e habilitar agentes de computador para compor automaticamente OAs para cada aluno. O padrão LOM especifica um modelo conceitual que define a estrutura da instância de metadados para um OA. (HARMAN e KOOHANG, 2007b).

Outro padrão muito usado é o SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), que é um modelo de referência composto por um conjunto de padrões e especificações para a agregação, sequenciamento e execução de OAs para uso *online*, utilizados principalmente em cursos de capacitação, treinamento e formação na modalidade de Educação a Distância (ADL, 2004).

O padrão SCORM permite:

- padronização dos conteúdos;
- reutilização, portabilidade, usabilidade e interoperabilidade dos OAs; e

- flexibilização da aprendizagem.

Assim, o padrão SCORM permite o empacotamento de conteúdo, que consiste em agregar todos os OAs de uma unidade de aprendizagem com especificações de metadados e outras descrevendo o conteúdo em um arquivo compactado, normalizado segundo definido no padrão. Esse arquivo, usualmente referido como um pacote SCORM, poderá ser importado para AVAs compatíveis com esse padrão, tal como o MOODLE.

Neste projeto optou-se pelo uso do padrão SCORM pela vantagem de que ele não está restrito a um único AVA, permitindo maior portabilidade dos OAs assim encapsulados, que poderão então ser utilizados em todos os ambientes que forem compatíveis com esse modelo.

3.4.1 OAs de Matemática disponíveis em repositórios

A seguir, são mostrados e comentados alguns OAs de conteúdo de Matemática encontrados disponíveis em repositórios. Foram citados o nome do repositório e seu endereço *online*, a Instituição que o hospeda e descritos alguns OAs com seus respectivos conteúdos:

- BIOE - Banco Internacional de Objetos Educacionais: banco de dados do MEC. Disponível no endereço: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>. Repositório composto de OAs colocados dentro de diferentes níveis de ensino: Educação Infantil, Ensino Fundamental; Ensino Médio; Educação Profissional; Educação Superior; modalidades de ensino. Para cada nível de ensino, tem-se OAs com diferentes recursos, a saber: animação/simulação; áudio; experimento prático; hipertexto; imagem; mapa; *software* educacional e vídeo. Nele são encontrados vários tipos de OAs sobre Matemática, como os exemplos colocados a seguir que foram escolhidos do nível de Ensino Médio e recurso animação/simulação:
 - a) Exponential function.zip - inclui applets java para investigar vários gráficos de funções, equações e Álgebra. Cada tema é explorado de forma interativa e graficamente, sendo também mostrado através de tutoriais.
 - b) 3x3 determinants by expansion - mostra o algoritmo para resolver determinantes de terceira ordem.
 - c) Área de um retângulo inscrito em um triângulo - relaciona a variação da largura, altura e área de um retângulo inscrito em um triângulo. A animação

mostra um retângulo sendo inscrito em um triângulo e a função da área do retângulo. Também são exibidas as variações da largura, altura e área do retângulo.

- d) Aplicaciones de las derivadas [Unidades didácticas] - calcula intervalos de acréscimos e decréscimos, concavidade e convexidade dos pontos de inflexão de uma função. Explica como calcular os intervalos de acréscimos e decréscimos, máximos, mínimos e otimização de funções, concavidade e convexidade dos pontos singulares. Apresenta exercícios interativos.
- e) Aprendendo Matemática no Excel-seno e cosseno - simula como se comportam funções seno e cosseno de um ângulo. A mídia simula (ao alterar o valor de defasagem) como se comportam as funções seno e cosseno de um ângulo.
- CESTA – Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso da Tecnologia na Aprendizagem. O projeto foi desenvolvido pela equipe da Pós-Graduação Informática na Educação e do CINTED - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da UFRGS. Está disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/cestadescr.html>. É composto por objetos com os seguintes recursos educacionais: vídeos sincronizados com material de apresentação, demonstrações e/ou simulações, CBT (criados com Tool-Book), WBT - (construídos com Director, Flash, etc.), material interativo construído com programas de apoio para auto avaliação usando Java, Javascript e outros mecanismos disponíveis nos ambientes de autoria de *courseware*, tais como Java Builder. Alguns OAs de Matemática podem ser vistos, tais como:
 - a) Noções sobre limites, infinitésimos, processos recursivos
Conjunto de objetos digitais de aprendizagem composto por animações e atividades interativas envolvendo processos que tratam da noção de infinitésimos e recursividade no âmbito da aritmética e da geometria.
 - b) Geometria - aborda a Geometria plana em uma visão que associa postulados e teoremas com aplicação no cotidiano (construções de figuras geométricas e medidas).
 - c) PitágorasNet: O objeto de aprendizagem do Teorema de Pitágoras - este objeto estabelece uma relação simples entre o comprimento dos lados de um triângulo retângulo.

- Merlot – Multimedia Educacional Resource for Learning and Online Teaching - programa da California State University, em parceria com instituições de ensino superior, sociedades profissionais e da indústria. Está disponível em <http://www.merlot.org/merlot/index.htm> . Pesquisa e compartilha materiais de aprendizagem em várias áreas, trabalhando com diversos recursos. Encontram-se vários OAs no portal de Matemática, disponível no endereço: <http://mathematics.merlot.org/TeachingUse.html>, como os exemplos a seguir:
 - a) Graphing the line $y=mx+b$ - este objeto trabalha com o gráfico da equação linear dando ênfase na inclinação da reta. Tipo de material: exercício e prática. Categoria: Matemática e Estatística / Matemática / Matemática Pré-Cálculo / Álgebra.
 - b) Numerical Integration Simulation - tutorial que permite aos alunos aprenderem sobre o ponto central, retangular e trapezoidal de integração numérica. Tipo de material: simulação. Categoria: Matemática e Estatística / Matemática / Análise Numérica.
 - c) Animations - conjunto de animações útil em demonstrações, cálculo e classes de equações diferenciais. Tipo de material: animações. Categoria Matemática e Estatística / Matemática / Equações Diferenciais.
 - d) Hypothesis Test for a Mean - tutorial para realizar teste de hipótese para a média. Nele são encontradas: explicação sobre as etapas do teste de hipóteses e uma descrição dos testes de uma cauda e duas caudas. Tipo de material: tutorial. Categoria: Matemática e Estatística / Estatística e Probabilidade / Estatística.

Existem inúmeros outros OAs de Matemática, os quais podem ser encontrados nos seguintes repositórios (entre outros):

- Domínio Público
<http://www.dominiopublico.gov.br>
- Portal do Professor
<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>
- Intute
<http://www.intute.ac.uk/>
- Wisc Online
<http://www.wisc-online.com/>

- Le@rning Federation
<http://www.thelearningfederation.edu.au/default.a>

3.5 Ferramenta de autoria

Segundo o W3C (2009), ferramenta de autoria é qualquer aplicativo, parte de um aplicativo ou coleção de aplicativos com os quais o autor interage para criar, modificar ou montar conteúdo *Web*, que será utilizado por outras pessoas.

Maia (2002) define as ferramentas de autoria como recursos de uso facilitado para que leigos ou não programadores, possam desenvolver com rapidez e simplicidade, independentes de tempo, lugar ou situação física, um determinado conteúdo ou programa.

Para Falkembach, Geller e Silveira (2006) as ferramentas de autoria disponibilizam um ambiente integrado que combina conteúdo e funções disponíveis. Podem ser compostas por texto, gráficos, desenhos, animação, sons, vídeos, entre outros recursos.

As ferramentas de autoria devem permitir o agrupamento de todos esses elementos visando estimular a criatividade e interatividade. Quando completas, devem, além de criar, editar, também importar vários tipos de mídia e material, agrupando os elementos em um projeto coeso.

Para Maia (2002), justifica-se o uso de ferramentas de autoria nos cursos pelas seguintes razões: economia de tempo para a produção; a disseminação da cultura de *e-Learning* na instituição entre a área acadêmica; o custo de produção; a liberdade de criar e gerenciar o conteúdo do ponto de vista do professor, de forma que o novo paradigma educacional seja a tríade: professor, conteúdo e alunos, focados no desenvolvimento, gerenciamento e construção de conhecimentos.

Atualmente, os desenvolvedores de softwares têm buscado o estudo e desenvolvimento de ferramentas de autoria, que permitam aos professores com pouco conhecimento em informática, manipular, desenvolver e usar OAs on-line. Elas vêm facilitar a atuação do professor, pois permitem a criação de material educacional digital sem que o próprio professor seja um programador, usando estruturas e procedimentos já programados, reunindo-os, agregando conteúdo e forma de tratamento aos dados que dependem de sua estratégia pedagógica. O professor não

precisa ser um programador, mas deve ter conhecimentos básicos de informática e capacitação para o uso dessas ferramentas.

Assim, as ferramentas de autoria, aliadas à experiência do professor dão mais condições para que o resultado do OA atenda aos objetivos de seu uso como ferramenta de apoio ao processo de ensino aprendizagem.

A seguir, serão descritas algumas ferramentas de autoria que podem ser usadas na criação de materiais educacionais digitais para o ensino de Matemática, dando ênfase nas ferramentas eXe e GeoGebra, as quais serão usadas neste projeto.

3.5.1 eXe – elearning XHTML editor

O *eXe-elearning XHTML editor (eXe)* é uma ferramenta de autoria para a produção de materiais educacionais digitais para a *Web*, livre e de código aberto, disponível para *download* nas versões dos sistemas operacionais Windows, Linux e Macintosh, desenvolvido pela Universidade de Auckland, Nova Zelândia.

O eXe foi desenvolvido com o objetivo de assistir professores e acadêmicos na publicação de conteúdo para *Web* sem que esses necessitem de conhecimentos aprofundados nas linguagens HTML e XHTML.

Os conteúdos produzidos por essa ferramenta podem ser exportados para vários formatos, como: *IMS Content Package*, *Common Cartridge*, *SCORM 1.2*, pasta de conteúdo com o conjunto de arquivos no formato de páginas *Web* ou pasta de conteúdo no formato zip, simples página *web* auto contida, no formato txt e no formato de notas para *iPod* (RODRIGUES *et al*, 2009).

A ferramenta eXe permite a criação de OAs, constituídos por *iDevices*, que são dispositivos instrucionais disponíveis para o autor escolher de acordo com a proposta pedagógica de cada atividade do OA.

Alguns *iDevices* vêm padronizados na ferramenta conforme é mostrado na Figura 5. É possível criar novos *iDevices* através do editor de *iDevices* disponível na ferramenta. Os *iDevices* construídos serão *templates* e poderão ser utilizados em outras instalações, através das opções de exportação e importação, existentes também nesse editor.



Figura 5 - iDevices disponíveis no eXe

Para construir materiais educacionais, utilizando o eXe, não é necessário ter conhecimentos de linguagens de programação. Ele é programado para o usuário construir o material utilizando a linguagem HTML, através de um botão disponível na barra de ferramentas do editor de textos do *iDevice*. Por exemplo, para trabalhar com atividades, clicar no botão Atividade e trabalhar na caixa de texto e após concluir clicando o botão verde, como é visto na Figura 6 a seguir.

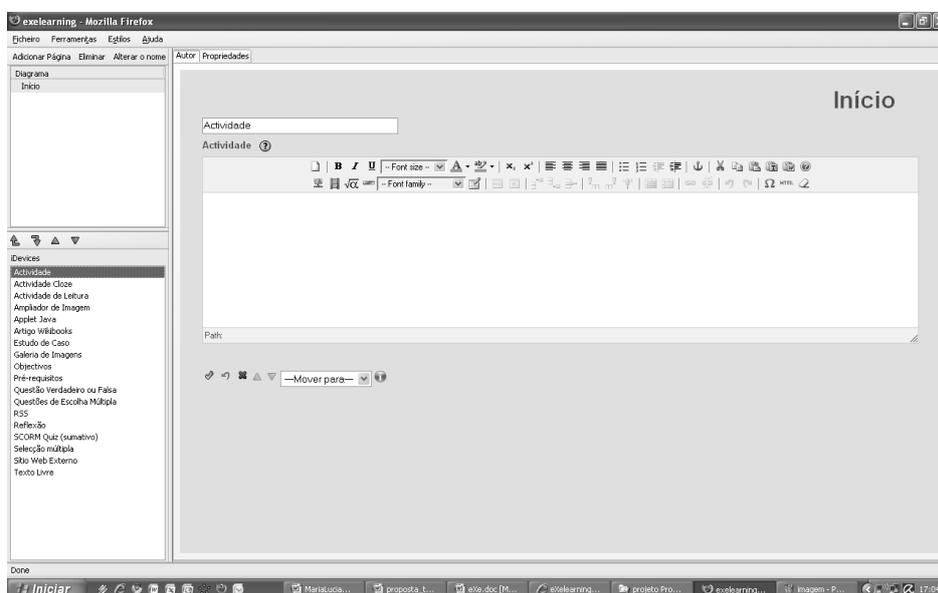


Figura 6 - iDevice Actividade

Os *iDevices* possuem diferenças no que se referem a sua constituição e ao seu objetivo de uso. Um *iDevice* é formado por caixas de texto com um editor embutido do tipo WYSIWYG, que permite a inclusão de imagens, vídeos, *links*, tabelas,

textos e fórmulas matemáticas. Para a escrita matemática o usuário deve conhecer a linguagem LaTeX (Figura 7). Para Lammport (1994), LaTeX é uma aplicação criada usando o TeX, que é um sistema de tipografia digital completo, concebido especialmente para tratar texto com conteúdo matemático. O resultado final do documento gerado é esteticamente superior em comparação com os programas mais conhecidos.

Entrada LaTeX	Resultado
<code>a \cdot b</code>	$a \cdot b$
<code>\frac{a}{b}</code>	$\frac{a}{b}$
<code>\sqrt{x}</code>	\sqrt{x}
<code>\sqrt[n]{x}</code>	$\sqrt[n]{x}$
<code>\vec{v}</code>	\vec{v}
<code>\overline{AB}</code>	\overline{AB}
<code>x^{2}</code>	x^2
<code>a_{1}</code>	a_1
<code>\sin\alpha + \cos\beta</code>	$\sin \alpha + \cos \beta$
<code>\int_a^b x dx</code>	$\int_a^b x dx$
<code>\sum_{i=1}^n i^2</code>	$\sum_{i=1}^n i^2$

Figura 7 - Comandos LaTeX

Outra diferença existente entre os *iDevices* é referente à avaliação e à rastreabilidade da navegação do usuário pela Unidade de Aprendizagem. Nesse sentido, o único *iDevice* que possui as duas características é o SCORM Quiz (somativo, pois vai somando os pontos que o aluno obtém), que permite ao próprio usuário verificar, dentro da Unidade de Aprendizagem, por onde já navegou e as partes que ainda faltam navegar.

Uma boa prática na utilização da ferramenta eXe é construir pequenos objetos, os mais genéricos possíveis, para que os mesmos possam ser reutilizados em diferentes situações de aprendizagem. Uma unidade de aprendizagem pode ser construída com vários OAs criados previamente. Para isso, a ferramenta disponibiliza a opção de incluir um pacote pré-existente do próprio eXe.

Nesta proposta foi sugerido que os OAs sejam construídos usando o *software* GeoGebra e após serão importados para o eXe pelo *iDevice Applet Java*. Por esse motivo, no próximo subitem é apresentado o *iDevice Applet Java*.

3.5.1.1 Applet Java

O *eXe Learning* permite inserir arquivos gerados com o *software* GeoGebra através do *iDevice Applet Java*, como mostra a figura 8. Para adicionar um arquivo criado com o GeoGebra: (1) escolher a página que deseja que apareça o *applet*. (2) Clique no *iDevice Applet Java*. (3) Após, é inserido na página do *applet* em modo de edição. (4) No código do *applet*, escolher o tipo GeoGebra. Nota-se que, automaticamente, é adicionado um conjunto de arquivos que vai fazer a atividade de trabalho Geogebra, que configure a extensão ggb. (5) Para fazer o upload do arquivo ggb, clique no botão “Adicionar Arquivos” e na janela que aparece, selecione o arquivo GeoGebra (arquivos com a extensão ggb). Para confirmar, clique em abrir e, em seguida, clique no botão *Upload*. (6) Para ver o *applet* executado, dê um clique no pequeno botão verde.

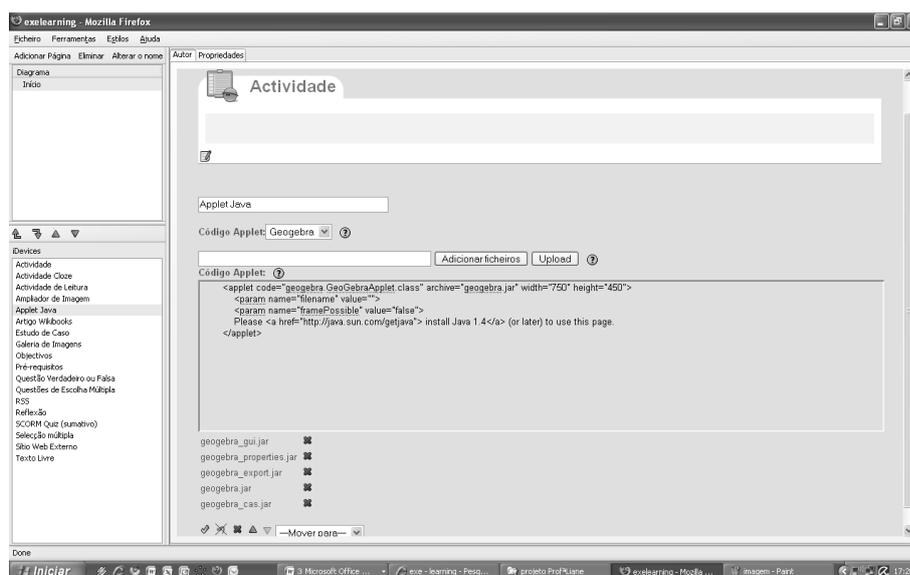


Figura 8 - iDeviceApplet Java importando arquivo GeoGebra

3.5.2 GeoGebra

GeoGebra é um *software* de Matemática, livre, dinâmico, para utilizar em ambiente de sala de aula ou *online*, que reúne GEOMETRIA, álGEBRA e cálculo. Foi elaborado por Markus Hohenwarter e uma equipe internacional de desenvolvedores, para o ensino de matemática escolar, encontrado em <http://www.geogebra.org/cms/>. Foi construído em Java e suas Applets estão disponibilizadas na Internet, podendo rodar em Windows, Linux e Macintosh.

No GeoGebra, as equações e coordenadas podem ser introduzidas diretamente no teclado. Ele oferece três perspectivas diferentes de cada objeto matemático: uma janela Gráfica; uma janela Algébrica e uma janela da Planilha de Cálculo, conforme é mostrado na figura 9. Assim, pode-se ver o objeto matemático em três representações diferentes: graficamente (como no caso de pontos, gráficos de funções), algebricamente (como as coordenadas de pontos, equações), e em células de uma planilha de cálculo. Cada representação do mesmo objeto se vincula dinamicamente às outras em uma adaptação automática e recíproca, que assimila as trocas produzidas em qualquer uma delas.

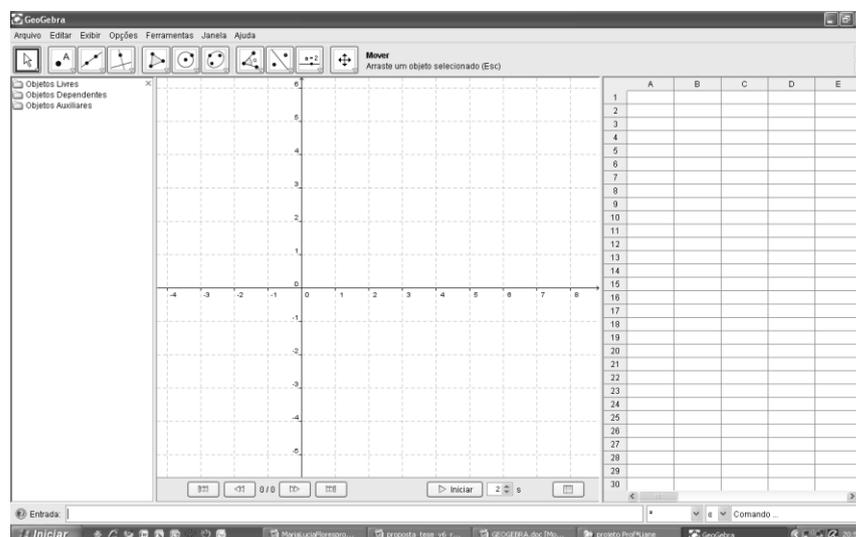


Figura 9 - Tela das janelas Algébrica, Gráfica e Planilha de Cálculo do GeoGebra

A interface do usuário do GeoGebra é flexível e pode ser adaptada às necessidades dos alunos. Se o professor quiser usar GeoGebra no ensino fundamental, ele pode ocultar a janela de álgebra, campo de entrada e eixos de coordenadas trabalhando apenas com o teclado de ferramentas de desenho e geometria. Assim, o aluno pode interagir trabalhando somente com formas geométricas básicas. Mais tarde, o professor pode introduzir o sistema de coordenadas utilizando uma grade para facilitar o trabalho com coordenadas inteiras. No Ensino Médio, o professor pode usar a entrada algébrica a fim de orientar seus alunos nos cálculos algébricos.

Uma vantagem do GeoGebra é que ele pode ser instalado via Internet ou via CDs, o que aumenta sua possibilidade de uso. Para a utilização das diferentes janelas, pode-se trabalhar com as ferramentas de construção disponíveis na Barra de

Ferramentas, como mostra a figura 10. A explicação do seu emprego, pode ser lida no quadro que aparece ao passar o *mouse* por cima da ferramenta ativada. Cada ícone da barra representa uma caixa de ferramentas que contém uma seleção de ícones similares.

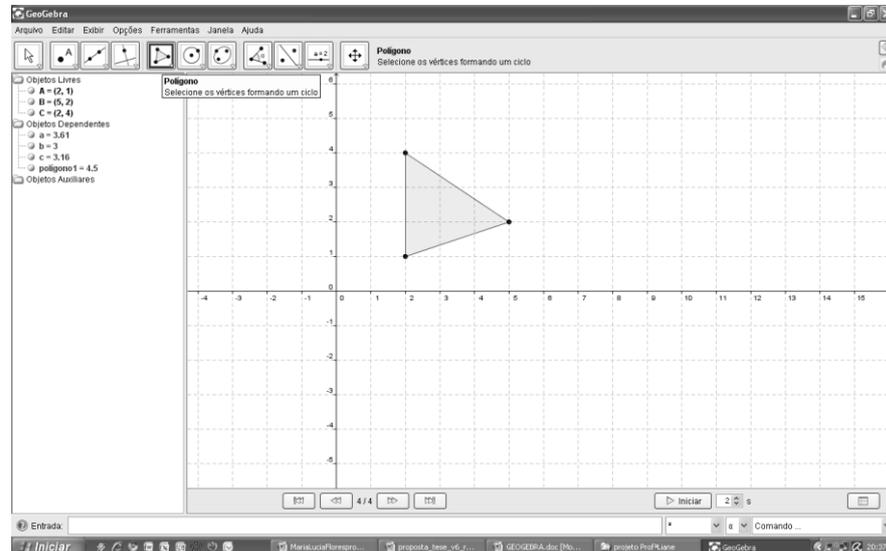


Figura 10 - Uso da ferramenta Polígono, apresentada na janela gráfica.

Na Janela Algébrica, podem-se escrever diretamente as expressões e clicar a tecla *Enter* e a expressão aparece na Janela Algébrica e, automaticamente, sua representação gráfica na Janela Gráfica. Ou, ainda, usar os comandos do GeoGebra, acessados na Barra de Entrada. Por exemplo, ao escrever $f(x) = x^2$ na Barra de Entrada (e clicar Enter) aparece a função quadrática na Janela Algébrica e o gráfico da parábola na Janela Gráfica, como mostra a figura 11.

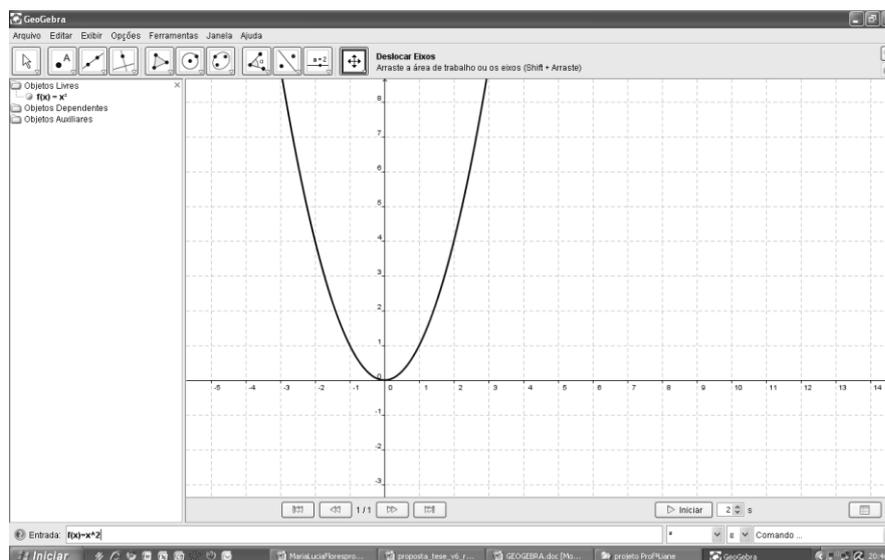


Figura 11 - Função quadrática escrita na barra de entrada do GeoGebra

3.5.3 Outras ferramentas de autoria

Existem outras ferramentas de autoria, as quais podem ser *livres* ou não, isto é, gratuito ou não, todas elas podem ser usadas para desenvolver OAs.

a) HotPotatoes

O Hotpotatoes é uma ferramenta gratuita para uso educacional, mas não livre, que permite criar exercícios interativos de cinco tipos: múltipla escolha (Quiz), resposta curta (JClose), palavras-cruzadas (JCross), ordenação de sentenças (Jmix) e preencher lacunas (JMatch). Foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro de Informática e Média da Universidade de Victoria, Canadá.

O programa aceita caracteres portugueses e pode ser configurado para essa língua, assim como quase todos os aspectos da interface (cores, tipo de letra, etc.). Para trabalhar com esse programa, precisa-se saber onde colocar os dados (textos, questões, respostas, imagens, etc.), pois o programa cria, automaticamente, a página web (código HTML). Posteriormente, basta enviar a página ou páginas criadas para o servidor, de forma a serem utilizadas pelos alunos, via Internet.

Permite ainda criar uma unidade didática com a combinação dos exercícios. O Hotpotatoes permite exportar seu conteúdo nos formatos página web, pacote zip, SCORM e para *WebCT*. Compatíveis com todas as versões dos browsers/navegadores Internet Explorer e Netscape e com as plataformas Windows ou Macintosh.

Os exercícios construídos por essa ferramenta podem ser utilizados como parte de um tutorial promovendo a avaliação formativa e, se exportados no formato SCORM e inclusos no LMS MOODLE, poderão ser utilizados também como avaliação somativa. Eles também podem ser inseridos no eXe pelo iDevice SCORM Quiz. O eXe permite a importação de pacotes SCORM permitindo tirar partido das vantagens inerentes à (re)utilização de OAs.

b) ReLoad

ReLoad (*Reusable e-Learning Object Authoring & Delivery*) é um projeto que tem como meta desenvolver ferramentas baseadas nas especificações de interoperabilidade e tecnologia de aprendizagem. É administrado pela Universidade de Bolton.

A ferramenta ReLoad permite a criação e o empacotamento de OAs seguindo algum padrão existente, como exemplo LOM; IMS; SCORM, etc.

O projeto ReLoad oferece à comunidade cinco ferramentas para *download*, com o objetivo de construir OAs em conformidade com os padrões mais utilizados. As ferramentas e os padrões, que cada um deles atende, estão descritos a seguir (Rodrigues et al, 2009):

- *The Classic ReLoad Editor* : suportam os padrões *IMS Metadata*, IEEE LOM, *IMS Content Packaging 1.1.4*, SCORM 1.2 e SCORM 2004.
- *The Eclipse-based RELOAD Editor* : suporta os padrões IMS MD (versions 1.1, 1.2.1 and 1.2.4), IEEE LOM, IMS CP (versions 1.1.1, 1.1.2 and 1.1.4), SCORM 1.2 e SCORM 2004 (3ª edição).
- *Learning Design Editor* : suporta todas as especificações IMS.
- *SCORM 1.2 Player* : visualiza um pacote no formato SCORM.
- *Learning Design Player* : visualiza uma unidade de aprendizagem LD (*Learning Design*).

O Reload Editor é um Pacote de Conteúdo e um Editor de metadados. Com ele pode-se criar um conteúdo eletrônico como: páginas em HTML, imagens, animações em flash, applets em Java, etc. Além de criar, é possível armazenar esse conteúdo em repositórios de OAs para facilitar a reutilização e a busca através dos metadados.

Reload provê várias funcionalidades, dentre elas destacam-se:

- pacote de conteúdo criado por outras ferramentas;
- preparação de conteúdo para armazenar em repositórios;
- distribuição de conteúdo para usuários.

O Reload Editor programa o IMS Content Packaging e especificações de Metadados. Atualmente, o Reload Editor suporta a versão v1.1.3 da especificação IMS Content Packaging e v1.2.2 da especificação do IMS Metadados. A versão v1.3 do Reload Editor também oferece a opção de editar o pacote SCORM 1.2. Informações sobre o SCORM encontram-se disponíveis no site da ADLnet: <http://www.adlnet.org.br>.

c) CourseLab

O *CourseLab* é uma ferramenta de autoria para produção de materiais educacionais digitais que empacotam os OAs em algum padrão. Conforme Santanchè et al

(2008), a ferramenta *CourseLab* é gratuita e utiliza a metáfora de slides para sistematizar o conteúdo produzido. Dispõe de uma rica galeria de recursos prontos, bem como suporte à construção de animações. Além de dispor de múltiplas formas de criação de conteúdo, o *CourseLab* também pode ser usado para a criação de atividades e questionários, que enviam os resultados do desempenho do estudante para um Sistema Gerenciador de Curso através da interface SCORM/AICC.

O *CourseLab* é uma ferramenta, de fácil utilização, para a criação de conteúdos para *e-learning*. Permite a criação de conteúdos interativos de qualidade, que podem ser publicados na internet em uma plataforma de gestão de aprendizagens ou até em um CD-ROM. Por exemplo, o OA [CourseLab: Horas e Minutos](#).

Com o *CourseLab* os professores podem criar um conjunto de módulos que podem ser utilizados em ambiente de sala de aula (tal como o *Power Point*) e disponibilizados em sistemas de gestão de aprendizagem. Em outra perspectiva, o *CourseLab* poderá ainda servir como ferramenta para os alunos, de vários níveis de ensino, que querem apresentar trabalhos ou criar módulos interativos que podem ser disponibilizados on-line ou em um CD-ROM.

d) Visual Class

O Visual Class é uma ferramenta de Autoria paga, concebida para trabalhar em ambiente de rede com recursos multimídia, com toda a interface em português. O diferencial do Visual Class em relação às ferramentas de autoria tradicionais é a sua facilidade de uso. É possível criar sofisticadas aplicações multimídia, por usuários não especializados em informática. O único pré-requisito é um conhecimento do ambiente Windows.

Tem-se um exemplo de objeto matemático disponível no endereço <http://www.slideshare.net/nadaline/nadaline-carlos-desenvolvimento-aulas>, o qual foi construído usando a ferramenta Visual Class.

e) ToolBook

É um sistema de autoria com recursos que permitem agregar diversas mídias para criar uma aplicação hipermídia. Trabalha em dois modos: modo autor e modo leitor. A programação é feita obedecendo à sintaxe da linguagem OPENSRIPT.

ToolBook permite que os usuários da *web* desenvolvam a formação, o treinamento baseado em computador (CBT), material didático, aplicativos multimídia, simulações de *software* e outros tipos de conteúdo interativo, como o exemplo encontrado em <http://www.prof2000.pt/users/secjeste/aristoteles/Pg000400.htm>.

O ToolBook pode ser usado para criar qualquer aplicação multimídia. Na mesma pode ser colocado som, vozes, fotos, imagens, vídeo, animações e textos. Podem ser, também, construídas aplicações de auto treinamento, *softwares* que abordam um assunto específico, apresentações para serem expostas ao público, sistemas de testes, apresentação de produtos, *softwares* educacionais, etc. (FALKEM-BACH, GELLER E SILVEIRA, 2006).

3.5.4 As Ferramentas de Autoria usadas nesta proposta

As ferramentas de autoria são instrumentos importantes para a construção de materiais didáticos, pois oferecem a ferramenta de construção de OAs aos professores que possuem pouco conhecimento em TIC's. Cabe ao professor definir qual ferramenta é mais adequada aos objetivos de suas aulas e qual se adapta melhor à sua realidade, da escola e dos alunos.

Na Metodologia proposta, os OAs de Matemática, ou parte deles, serão localizados em repositórios, podendo ser usados sozinhos, ou combinados entre si ou ainda serão criados novos OAs ou parte deles. Os OAs de Matemática serão construídos usando o *software* GeoGebra e após serão importados para o eXeLearning usando o *iDevice applet* Java. Combinando-se os OAs tem-se um OA completo sobre determinada atividade Matemática.

Essas ferramentas foram escolhidas, pois permitem ao professor, com pouco conhecimento em Informática, manipular, desenvolver e usar OAs de Matemática. Elas permitem a criação de material educacional digital sem que o próprio professor seja um programador, mas com conhecimentos básicos de informática e capacitação para o uso dessas ferramentas.

A combinação do eXe e do GeoGebra disponibiliza um ambiente integrado que combina conteúdo e funções disponíveis. Podem ser compostas por texto, gráficos, desenhos, animação, sons, vídeos, entre outros recursos.

Justifica-se, também, o uso da combinação do eXe e do GeoGebra pelo custo da produção, pois ambos são *softwares free*.

O professor ao se decidir por uma ferramenta de autoria deve planejar suas ações e verificar se esse recurso vai ajudar os alunos a avançar em determinado conteúdo. Para aproveitar o programa computacional, é aconselhável que o professor analise como os conteúdos podem ser aprendidos com seu uso. Também seria importante utilizar o mesmo *software* para diferentes situações e em diferentes

níveis, com o intuito de mostrar aos estudantes essa versatilidade. Outro ponto, é permitir que os alunos manipulem o programa por alguns instantes antes de iniciarem as atividades propriamente ditas. O professor precisa ser um agente facilitador, ajudando seus alunos a refletir sobre o que estão fazendo.

O aluno deve construir, explorar, reconstruir – interagir com o objeto para compreender, para criar novos significados a partir das situações que se apresentam. O objeto deve desenvolver no aluno a observação, o questionamento e a criatividade. Valente (1999, p.40) afirma que “a experiência demonstra que os indivíduos têm sua aprendizagem acentuada em ambientes ricos, desafiadores e estimuladores”. Logo, para justificarem seu uso, os *softwares* devem possibilitar o desenvolvimento de diversas capacidades, bem como da autonomia. Precisam propiciar que o aluno sinta-se construtor de seu conhecimento através das atividades realizadas.

4 TEORIAS DE APRENDIZAGEM EMBASADORAS DESTA TESE

A metodologia proposta se apoiará no Ciclo de Aprendizagem de Kolb (1984), que pressupõe que o processo humano de aprendizagem é composto por quatro etapas consecutivas: experiência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata e experimentação ativa. Os OAs construídos com a combinação de ferramentas de autoria disponibilizado em um ambiente virtual de aprendizagem, por exemplo, o MOODLE, fornecem atividades em que (1) o aluno se envolve em vivências concretas, nas quais realiza (2) observações e reflexões sobre seu contato com o mundo, (3) elaborando conceitos abstratos e generalizações que permitem um novo contato com a realidade com o objetivo de (4) testar os resultados e suas implicações em novas situações por meio de experimentação ativa, levando-o ao início do ciclo para novas vivências concretas e assim sucessivamente (KOLB, 1984).

4.1 Ciclo de Kolb

Kolb (1984, p.38) afirma que a aprendizagem é “o processo por meio do qual o conhecimento é criado pela transformação da experiência”, a partir de seis suposições:

- a) a aprendizagem é um processo, não um resultado;
- b) deriva da experiência;
- c) exige que um indivíduo solucione demandas dialeticamente opostas;
- d) é sistêmico e integrativo;
- e) requer interação entre uma pessoa e o ambiente e
- f) resulta em criação de conhecimento.

As estratégias de aplicação construídas para a aprendizagem correspondem a um plano que se constrói e reconstrói através de processos didáticos, seguindo um ciclo composto de quatro etapas, o qual sugere que o aprendizado ocorre se houver a compreensão da experiência e como essa se transforma, envolvendo: ex-

periência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata, e experimentação ativa, conforme se observa na figura 12.

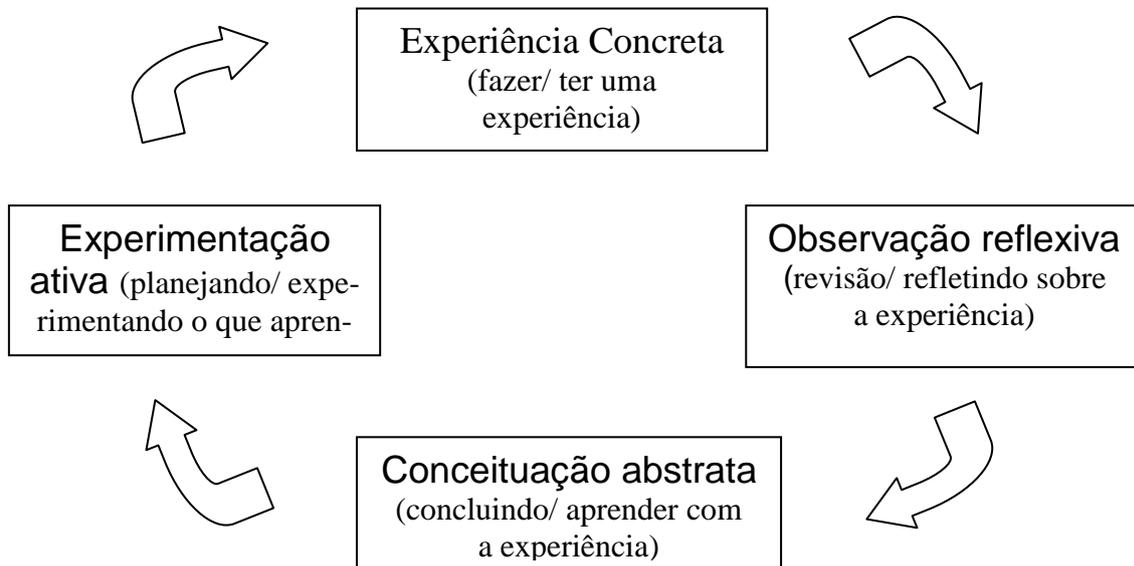


Figura 12 - Ciclo de Kolb

As quatro etapas previstas no Ciclo de Kolb (1984): a experiência concreta, a observação reflexiva, a conceituação abstrata e a experimentação ativa, podem ser adicionadas às áreas de competências, as quais caracterizam perfis de diferentes alunos:

- a) Sentir: é a maneira como o aluno percebe uma nova informação, inclui um bom relacionamento entre o professor e o aluno, enfatizando os seus valores pessoais – é a experiência concreta. A experiência concreta caracteriza-se pela fase do aprendizado na qual os indivíduos preferem a vivência de forma concreta de situações reais.
- b) Observar: é a forma como o aluno processa a informação, o momento em que ele separa a experiência e observa o evento novo a partir de diversos pontos de vista – é chamada de observação reflexiva. Na observação reflexiva, o aluno prefere observar e refletir cautelosamente sobre a realidade antes de tomar posições.
- c) Pensar: é a organização das informações por meio de conceitos, teorias e princípios transmitidos pelo professor – também denominada de conceituação abstrata.

d) Fazer: é nesta fase que o aluno efetua os testes para a obtenção de respostas, trabalhando com o real para receber resultados práticos – chamada experimentação ativa.

Kolb (1997) relaciona essas quatro etapas com os diferentes perfis dos alunos: divergentes; assimiladores; convergentes e adaptadores. Esses perfis são agrupados na forma de quadrantes. No primeiro quadrante, que relaciona “sentir” e “observar”, enquadram-se os alunos divergentes, que se destacam na integração de experiências e valores, preferem ouvir e partilhar novas ideias e são considerados criativos e inovadores. Já no segundo quadrante, que relaciona “observar” e “pensar”, estão os alunos assimiladores, cujas características são a integração da experiência e do conhecimento, sendo mais contextualizados e apresentando visão e organização lógica. O terceiro quadrante combina “pensar” e “fazer” e envolve os alunos convergentes, que são aqueles que integram a teoria e a prática, procuram soluções ótimas para casos práticos. No último quadrante, envolvendo “fazer” e “sentir”, estão os alunos adaptadores, os quais integram novas experiências de forma imediata, aprendem por tentativa e erro e são altamente criativos, independentes e líderes naturais.

Kolb (1997) propõe, então, um “Ciclo de Aprendizagem” que abranja todos os perfis de alunos, com o desenvolvimento de atividades para cada perfil caracterizado no ciclo. O objetivo dessa metodologia é auxiliar os alunos a se tornarem independentes, estimular o raciocínio e promover o desenvolvimento de suas habilidades. O ideal é que o aluno passe por todos os quadrantes propostos, para fechar o ciclo de aprendizado. Para que isso ocorra, é relevante o desempenho do professor, que deve planejar quatro tipos de atividades:

- a) questionamento - deve ser desenvolvido com uma boa pergunta para ativar a mente dos alunos, pois o objetivo é despertar a reflexão;
- b) exposição - apresentação do conhecimento de forma clara pelo professor;
- c) tutoria - o professor interage com os alunos apontando e corrigindo erros e falhas, orientando-os e provocando a modificação das atitudes;
- d) simulação - caso real para o aluno entrar em contato com a realidade, incentivando a apresentação de soluções criativas e inovadoras.

Depois do último estágio o ciclo pode ser reiniciado, uma vez que esse processo é contínuo. Contudo, é importante que o professor conheça essa diversidade de comportamentos para que possa buscar novas ferramentas, se necessárias, a-

propriadadas para cada estilo de aluno e concepção de aprendizagem conforme descrito.

Os resultados de várias pesquisas demonstram que, geralmente, cada pessoa detém um estilo próprio de aprendizagem definido em função do seu perfil psicológico, das suas atitudes, objetivos, necessidades, histórias de vida, etc. Assim, partindo do princípio que são as necessidades e os objetivos que orientam a forma como o indivíduo aprende, os estilos de aprendizagem são muito pessoais, tanto no que diz respeito à sua orientação, como no que se refere ao seu processo. Por exemplo, um matemático pode privilegiar os conceitos abstratos enquanto um poeta pode optar pela experiência concreta.

Kosir *et al* (2008) exemplifica as quatro etapas de Kolb em uma formação cirúrgica. A experiência concreta foi realizada pela própria cirurgia de acordo com a programação do professor; a reflexão foi realizada com leituras adicionais; a etapa de abstração foi revista cada etapa anterior e discutida com o professor. E por último, os testes ativos envolveram um questionário aplicado semanalmente aos alunos baseado no conteúdo programático, sendo que os professores afirmaram que com esse método o desempenho foi melhor para a maioria dos participantes.

Na visão de Kolb, a experiência é central para o desenvolvimento. Faz parte de um processo dialético e ininterrupto de aprendizagem, presente permanentemente ao longo da vida do indivíduo. As experiências de aprendizagem levam ao desenvolvimento, porque se dirigem a uma meta, um propósito específico de aprendizado.

A transformação da experiência em conhecimento pode ser descrita como um processo pelo qual o indivíduo reflete sobre sua experiência e daí emergem novas aprendizagens. Portanto, ela pode ser definida como um processo que inicia com a experiência, seguida pela reflexão, discussão, análise e avaliação da experiência. Raramente, aprende-se da experiência, a menos que ela seja avaliada, e seja concebido o significado em termos de metas, objetivos, ambições e expectativas. Desse processo surgem os *insights*, as descobertas e o entendimento. Cada parte do processo assume seu lugar e a experiência toma significado e forma, somando em relação a outras experiências. Isso é, então, conceituado, sintetizado e integrado ao sistema de construção do indivíduo, que lhe impõe o mundo pelo qual ele vê, percebe, categoriza, avalia e busca experiência.

4.2 O Sequenciamento da Instrução

O sequenciamento de instrução é recomendado principalmente na área das Ciências Exatas, na qual o aluno segue uma lógica de raciocínio para aprender um determinado conteúdo. Para Merrill (1999, p.398), a aprendizagem é facilitada caso se apresente aos alunos “organizadores estruturantes e ideias ancoráveis”. As instruções devem ser organizadas a partir de eixos estruturados em torno de uma ideia chave, de um tema.

Para que a aprendizagem ocorra, as atividades precisam envolver o aluno, motivando-o na busca do significado de algum conceito ou ideia. As atividades devem estar estruturadas em torno de um tema, para que o aluno não desvie sua atenção, não se disperse em seus estudos.

A ordem e organização das atividades afetam a maneira da informação ser processada e como ocorre a aprendizagem (VAN PATTEN, CHAO, & REIGELUTH, 1986).

A Metodologia proposta seguirá as recomendações de Wiley (2000) e de Gagné (1987) para estruturar as atividades de aprendizagem, as quais serão estudadas a seguir.

4.2.1 Proposta de Wiley

Wiley (2000) afirma que o objetivo das teorias instrutivas de um OA é orientar o sequenciamento da instrução. Para isso, ele seguiu a teoria da elaboração de Reigeluth (1999, p.8), a qual ajuda os usuários a “selecionar e arranjar os conteúdos em sequência de uma forma a aperfeiçoá-los”. Nessa teoria, a instrução deve ser organizada em ordem crescente de complexidade, deve começar pelos conceitos mais gerais e abrangentes que o aluno ainda não tem e, gradativamente, avançar para os conceitos mais restritos e complexos. Por exemplo, para ensinar uma tarefa, primeiro é apresentada a versão mais simples; posteriormente serão adicionadas lições mais complexas até que toda a tarefa seja ensinada. Em cada aula, o aluno deve ser lembrado de todas as versões vistas.

A teoria da elaboração da instrução foi desenvolvida para fornecer uma alternativa holística (inteira) para as partes – o sequenciamento todo e a cobertura superficial de conteúdo que tem sido usado na educação e formação ao longo das últimas décadas. Ela é baseada na observação de que as tarefas cognitivas complexas e

psicomotoras são feitas de maneiras diferentes em condições diferentes, que cada conjunto de condições define uma versão diferente da tarefa e que algumas dessas versões são muito mais complexas do que outras.

Reigeluth (1999) desenvolveu o Método da Simplificação de Condições (Simplifying Conditions Method - SCM), o qual fornece a informação relevante a respeito da sequência do conteúdo instrutivo. A teoria da elaboração oferece o SCM, para projetar uma visão holística do conteúdo, ou seja, começando com uma versão geral da tarefa e, gradualmente, evoluindo para versões cada vez mais complexas, mais detalhada, quando cada uma estiver dominada.

O SCM é composto de duas partes, sumário e desenvolvimento. Sumário significa encontrar a versão mais simples da tarefa que deve ser ensinada e que representa a tarefa inteira. Os princípios do sumário baseiam-se nas noções de aprendizagem holística e construção de esquema. Portanto, o sumário utiliza:

- a) uma versão de toda a tarefa, em vez de uma componente simples de habilidade;
- b) uma versão simples da tarefa;
- c) uma versão da tarefa dentro do contexto real;
- d) uma versão da tarefa bastante representativa.

O desenvolvimento significa ensinar aos estudantes versões cada vez mais detalhadas da tarefa. O primeiro "módulo", chamado de epítome, deve conter um conjunto pequeno das ideias fundamentais e representativas apresentadas em termos concretos. A versão epítome da tarefa é realizada por especialistas, sob certas condições, como as condições de simplificação. Os epítomes são formados por três tipos de conteúdo:

- Conceitos: apresentar primeiro os conceitos mais simples e mais abrangentes.
- Procedimentos: apresentar os passos na ordem de sua execução.
- Princípios: ir do princípio simples ao complexo.

O desenvolvimento do epítome começa pela escolha de um desses três tipos de conteúdos como o mais relevante para os objetivos do módulo; segue-se a apresentação do conteúdo central do módulo e, a seguir, as ideias fundamentais são mostradas de forma prática (aplicação) e não abstrata.

O desenvolvimento do epítome segue algumas regras:

- apresentar os detalhes logo depois da ideia central;

- apresentar ideias inter-relacionadas ao mesmo tempo e não sequencialmente;
- mostrar o princípio antes do procedimento dele decorrente.

O epítome é seguido de outros "módulos" que acrescentam sucessivos níveis de complexidade ao conteúdo.

Os princípios de elaboração são igualmente baseados nas noções de aprendizagem holística e assimilação ao esquema. Portanto, cada subsequente elaboração deve ser:

- a) uma versão da tarefa toda;
- b) uma versão um pouco mais complexa da tarefa;
- c) igualmente autênticas;
- d) um representante igual de toda a tarefa (REIGELUTH, 1999).

Uma sequência do SCM é projetada por integrar a análise de tarefas com *design*. Essa análise centra-se ao redor do processo de perguntas: “Qual é a versão mais simples da tarefa realizada por um especialista? ”; “Qual é a versão mais simples a seguir?” Como cada versão é identificada, o seu lugar na sequência é, simultaneamente, determinado (REIGELUTH, 1999, p.9).

O método de simplificações de condições pode ser resumido em três fases, subdivididas nas seguintes etapas (REIGELUTH, 1999):

Fase 1 - Preparar a análise do conteúdo e do projeto instrucional – visa estabelecer as bases para análise do conteúdo e design e envolve:

- Estabelecer contato com um especialista na matéria.
- Identificar as características gerais da tarefa.
- Identificar as características gerais dos alunos. Identificar as possíveis falhas de entrega da instrução.

Fase 2 – Identificar o primeiro episódio de aprendizado – busca identificar a versão mais simples da tarefa a ser ensinada, dando atenção especial à simplificação das condições, isto é, as condições que tornam esta versão da tarefa mais simples do que a outra. Esta fase envolve:

- a) Identificação inicial de algumas das principais versões da tarefa e as condições que distinguem quando uma versão é apropriada em relação à outra. Para facilitar essa identificação das versões mais simples é aconselhável seguir as recomendações:

- Delineamento de versões e como pensar em condições diferentes ajuda a identificar as versões, e pensar em diferentes versões ajuda a identificar condições. É aconselhável fazer as duas coisas simultaneamente.
 - Selecionar a versão mais simples o que pode ser realizado pedindo ao Especialista para recordar o caso mais simples que ele já viu. A versão mais simples será uma classe de casos semelhantes. Verificar se e como ela representa a tarefa como um todo.
 - Usualmente não existe uma versão única para escolher. A decisão geralmente é influenciada por aspectos comerciais. É preciso alertar para o fato de que a versão mais simples da tarefa, normalmente, não é muito representativa da tarefa como um todo. Uma versão que não seja a mais simples, mas que seja mais representativa pode ser melhor, porque fornece um esquema mais útil, que relacione com a versão posterior.
 - Podem-se usar outros critérios para a versão mais simples da tarefa (além de simples e representativa), como comuns (como frequentemente realiza a versão da tarefa) e segura (o quanto de risco existe para o aluno e/ou o equipamento)
- b) Analisar a organização do conteúdo para essa tarefa, que é realizada através de diferentes estratégias organizacionais pelos métodos processuais, heurísticos ou a combinação dos dois.
- se a tarefa é processual, identificar subetapas no início da descrição e desenhar um fluxograma;
 - se a tarefa é heurística, usar o processo descrito abaixo:
 - i) identificar um modelo descritivo para todos os objetos envolvidos na execução da tarefa;
 - ii) identificar os objetivos para cada tarefa;
 - iii) identificar todas as considerações importantes para alcançar cada meta. Se há uma série de fatores causais para uma consideração, identificar essas subconsiderações;
 - iv) identificar todos os fatores causais para cada consideração;
 - v) analisar cada fator causal para identificar todas as orientações que um especialista usa para executar a tarefa. Também identi-

ficar qualquer regra de decisão que o especialista usa para combinar as diretrizes para um modelo de desempenho;

vi) identificar explicações do porquê de cada uma das diretrizes e combinar as explicações em modelos explicativos.

- se a tarefa é uma combinação dos métodos processuais e heurísticos, fazer as duas coisas: identificar subetapas, diretrizes, regras de decisão e as explicações e representar graficamente cada etapa.

c) Analisar o conteúdo de apoio ou de pré-requisito. Para isso deve-se:

- Identificar informações, compreensões, a ordem das habilidades metacognitivas e as qualidades afetivas que são diretamente relevantes para esta versão da tarefa, que ainda não foram adquiridas pelos alunos.
- Analisar a ordem dessas compreensões, capacidades, habilidades metacognitivas superiores e qualidades afetivas até a do pré-requisito. As abordagens de análise processual e tarefa hierárquica funcionam bem para as competências e habilidades de ordem superior, e da abordagem hierárquica pode ser facilmente estendida para identificar entendimentos do pré-requisito.

Os pré-requisitos identificam todo o conteúdo que precisa ser ensinado para esta versão da tarefa. No entanto, se for usada uma abordagem de ensino construtivista, ou que seja autodirigida, para a aprendizagem, não estará ensinando qualquer conteúdo de apoio. O professor deve conhecer todo o conteúdo de apoio, para fornecer explicações adequadas para o aluno, quando necessário.

d) Decidir o tamanho da instrução individual, que não deve ser nem muito grande, nem muito pequeno, o tamanho apropriado é situacional e varia dependendo dos diferentes fatores como o tempo, a habilidade do aluno, a dificuldade do conteúdo, etc. As instruções não necessitam ser do mesmo tamanho. O professor deve certificar se a quantidade de aprendizado necessário para esta versão da tarefa se ajusta ao tamanho dos episódios para o curso. Logo, o professor deve:

- Decidir quão grande deve ser o seu episódio. Para isso deve-se:
 - i) Analisar as restrições específicas de instrução;
 - ii) Não se esquecer de ter em mente o tempo, tanto em sala de aula como de casa;

iii) Grande demais é ruim. Ao considerar o tamanho ideal do conteúdo, considerar o tempo que os alunos podem estar ativamente envolvidos sem uma pausa. Isso dependerá, em certa medida, de fatores como: a idade dos alunos, a dificuldade do conteúdo e o valor motivacional da instrução;

iv) Pequeno demais é ruim. Considerar quanto tempo os alunos devem trabalhar, a fim de não interromper a sua concentração e engajamento;

v) O tamanho dos episódios deve ser determinado para garantir que o retorno para o aluno seja compatível com o esforço que ele investe. Além disso, haverá pouca necessidade de tornar os episódios iguais em tamanho.

- Ajuste o tamanho do episódio para o tamanho do curso.

i) Se o comprimento do conteúdo é maior do que a meta, reduza o tamanho desse episódio, mas cuide para não reduzi-lo demais. Alternadamente, alguns conteúdos de apoio podem ser removidos a partir deste episódio, mas não remova quaisquer pré-requisitos para organizar o conteúdo.

ii) Se o comprimento é muito menor do que o alvo aumente o tamanho do episódio, de preferência através da remoção de uma condição de simplificação.

e) Determinar a sequência do conteúdo. O professor pode considerar algumas das seguintes diretrizes para fazer sugestões ao aluno ou decidir a sequência de um episódio:

- ensinar os pré-requisitos um pouco antes do conteúdo para o qual eles são pré-requisitos.
- ensinar a compreensão (princípios, modelos causais, modelos de processo) antes de um procedimento relacionado.
- ensinar a coordenar conceitos juntos.
- ensinar o conteúdo na ordem em que ele é usado.

Entretanto, se o professor pretende usar um problema ou um projeto baseado na aprendizagem fará pouca orientação e ele poderá exigir que o aluno descubra os recursos de aprendizagem que ele precisa e quando aplicá-los.

Neste ponto, o professor está pronto para projetar e desenvolver a instrução para este episódio de aprendizagem. Caso contrário, ele pode continuar a Fase III para a concepção do escopo e sequência para cada um dos episódios restantes.

Fase 3 – Identificar o episódio do próximo aprendizado - visa organizar o conteúdo e envolve:

- Identificação da versão seguinte da tarefa (primeira elaboração). Pode-se ajudar o *expert* identificar a versão mais simples da tarefa que seja representativa como um todo.

i) Identificar e ordenar - classificar as condições que distinguem a versão mais simples da tarefa de todas as versões mais complexas.

-cada condição de simplificação elimina alguma habilidade e conhecimento que um especialista tem para ser capaz de executar a tarefa. Condições diferentes correspondem a diferentes habilidades e conhecimentos que variam em complexidade. Isso permite simplificar as condições para ser classificada de acordo com a complexidade adicional para o desempenho da tarefa.

-a sequência na ordenação da simplificação corresponde a uma ordenação das versões da tarefa do simples ao complexo.

-a sequência na ordenação da simplificação deve ser feito usando os mesmos critérios usados na etapa dois: identificar a versão mais simples. Por exemplo, o que é comum e o que é seguro.

-Não espere ser capaz de identificar todas as condições para a simplificação de imediato. À medida que prosseguir com a análise, vai encontrar condições adicionais a acrescentar.

-Essas condições de simplificação são referidas como as condições primárias de simplificação, porque são identificadas primeiras.

-Geralmente, é útil para identificar a variedade completa de versões da tarefa apropriada para este curso.

ii) Identificar a próxima versão mais simples e representativa da tarefa

-Esse será o próximo passo da condição de simplificação.

-Se a remoção da “1ª chamada de elaboração” exige um conteúdo mais novo do que pode ser ensinado em um episódio, então, identificar a “2ª chamada de elaboração” que pode ser incluída para reduzir a complexidade da nova versão da tarefa.

-Se a “2ª chamada de elaboração” é adicionada, o passo é recomendado.

-Nota que os episódios definidos pela remoção da “1ª Primeira Chamada de Elaboração” deve ser aprendida após o episódio mais simples. No entanto, esses episódios poderiam ser aprendidos em qualquer ordem em relação uns aos outros e, geralmente, são ensinadas as elaborações mais simples primeiras. Por outro lado, os episódios definidos pela remoção das “2ª Chamada de Elaboração” não podem ser aprendidos até que a elaboração primária seja aprendida.

-Se desejar criar uma sequência de aprendizagem controlada, pode-se projetar as elaborações primárias para que elas possam ser selecionadas em qualquer ordem. Às vezes, isso também pode resultar em redundância, se as habilidades aprendidas em uma elaboração também são necessárias em outra. A instrução por computador pode ser concebida para eliminar qualquer redundância.

iii) Se a “2ª Chamada de Elaboração” é adicionada, o passo é recomendado.

- Analisar o conteúdo organizado, o conteúdo de apoio e determinar o tamanho e a sequência do conteúdo para a versão seguinte da tarefa. Esses passos são os mesmos que os passos da fase II

- Versões restantes. Repetir a fase III identificando as versões restantes da tarefa e as instruções do projeto. Para cada condição “restante simplificar” (primário, secundário, terciário, etc), até o tempo de instrução se esgotar ou que se tenha atingido o nível de conhecimento desejado.

Para Reigeluth (1999), uma estratégia de elaboração de um processo de aprendizagem deve conter sete componentes descritos no Quadro 3:

QUADRO 3-Estratégias de um processo de aprendizagem

COMPONENTE	DESCRIÇÃO
1- Sequência de elaboração	O processo de aprendizagem deve ir do raciocínio simples para o complexo; o primeiro "módulo" deve ter as características especiais descritas mais abaixo.
2- Pré-requisitos de aprendizagem	Uma ideia só deve ser apresentada depois que todos os requisitos para sua compreensão tiverem sido apresentados.
3- Revisões	Em cada módulo deve ser feita uma revisão sucinta dos conteúdos dos módulos anteriores (apresentando conceitos e exemplos).
4- Integrações	Devem ser usados "integradores", definidos como elementos (gráficos, quadros, textos etc.) que ajudam o aluno a integrar cada conceito num todo significativo e relacioná-lo com seu conhecimento anterior.
5- Analogias	A definição ou introdução de ideias novas através de ideias conhecidas (analogias) deve ser utilizada para facilitar o estabelecimento de relações com o conhecimento anteriormente adquirido pelo aluno.
6- Ativadores da estratégia cognitiva	Os ativadores da estratégia cognitiva estimulam o processo de aquisição de informação do aluno; ativadores internos são figuras, diagramas, analogias etc., que forcem o aluno a interagir com o conteúdo; ativadores externos são instruções explícitas dadas ao aluno para que faça algo que vai ajudar a ancoragem do novo conhecimento no conhecimento que ele já tinha.
7- Controles pelo aluno	O aluno deve ser encorajado a ter controle sobre o conteúdo e sobre a estratégia de aprendizagem; a clara identificação dos componentes dessa estratégia facilita seu controle.

Fonte⁶ - Quadro elaborado por Paula de Waal e Marcos Telles.

4.2.2 Proposta de Gagné

Gagné (1987) sugeriu que a aprendizagem de tarefas para habilidades intelectuais pode ser organizada em uma hierarquia de acordo com a complexidade. O principal significado da hierarquia é identificar as condições prévias (pré-requisitos) que devem ser seguidas para facilitar a aprendizagem em cada nível. A hierarquia fornece uma base para o sequenciamento da instrução.

⁶ Quadro elaborado por Paula de Waal e Marcos Telles - Maio 2004, disponível em: <http://www.dynamiclabb.com/moodle/mod/forum/discuss.php?d=422>

Pela proposta de Gagné, o desenvolvimento de estratégias instrucionais é a sequência de nove "eventos" descritos no Quadro 4:

QUADRO 4 - Desenvolvimento de estratégias instrucionais

COMPONENTE	DESCRIÇÃO
1- Ganhar a atenção	Pode ser obtido fazendo uma pergunta provocativa ou apresentando um fato interessante, ou ainda, apresentando um problema de interesse imediato para o grupo.
2- Descrever os objetivos	Mostrar o que o aluno vai aprender e como ele vai poder utilizar o novo conhecimento.
3-Estimular a conexão com o conhecimento anterior	Explicitar a relação entre o novo e os conceitos já adquiridos.
4-Apresentar o material a ser aprendido	Apresentar na forma de gráficos, textos, simulações. Nesta fase, ocorre o momento essencial da aprendizagem e é quando a informação entra na memória do aluno.
5- Orientar a aprendizagem	Ajudar o aluno a adquirir capacidades particulares, especificadas nos objetivos, através da apresentação de exemplos, estudos de caso, representações gráficas, material complementar.
6- Propiciar desempenho	Estimular o aluno a desenvolver alguma ação que o faça mostrar se adquiriu a capacidade desejada, criando situações e oferecendo condições para a aplicação do novo conhecimento.
7- Dar feedback ou fazer a realimentação	Informar o aluno se a atividade desenvolvida por ele atingiu os objetivos esperados ou não. Quanto mais detalhada e informativa for essa descrição, mais fácil é para o aluno identificar os pontos que precisa melhorar.
8-Avaliar	Verificar se o aluno atingiu os objetivos desejados, através de testes, verificando o grau de assimilação do novo conhecimento.
9- Aumentar a retenção e facilitar a transferência do conhecimento	Disponibilizar ao aluno exercícios de aplicação e resolução de problemas.

5 METODOLOGIAS PARA CRIAR OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os OAs necessitam incluir um conjunto de atividades bem definidas e organizadas de tal maneira que aperfeiçoe o trabalho do pesquisador ou da equipe envolvida. Para delinear essas atividades elas são divididas em etapas e subdivididas em subetapas. As teorias que fundamentam esta pesquisa, como de Wiley e de Gagné, teorias que apoiam a organização de atividades na construção de um OA, mostram essas divisões de etapas.

Na literatura existem metodologias que apoiam a criação de OAs, mas a maioria necessita de uma equipe multidisciplinar, pois tem uma equipe de trabalho para cada subetapa. Normalmente para criar um objeto passa-se pelas etapas de planejamento, projeto, desenvolvimento, implementação e avaliação, ou seja, cria-se um objeto a partir do planejamento e passa-se por todas as etapas, não buscando objetos prontos ou parte deles, para ser reusado como parte de outro objeto, como é proposto na metodologia desta tese.

A seguir são descritas algumas metodologias como ilustração do que se conhece na literatura, mostrando-se também o porquê não foram escolhidas para a metodologia proposta.

5.1 Metodologia ADDIE

A metodologia ADDIE evoluiu a partir do modelo “Instructional Systems Design (ISD)” - Projeto de Sistemas Educacionais. O ISD foi desenvolvido pós-Segunda Guerra Mundial nos Estados Unidos com o objetivo de encontrar uma maneira mais eficaz e gerenciável para criar programas de treinamento militar. Hoje existem diferentes modelos de ISD, mas eles são baseados no modelo genérico ADDIE, que significa Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação (*Evaluate*).

Harvey (2005) afirma que a metodologia ADDIE é encontrada na maioria dos modelos atuais e concentra-se no desempenho do aluno em relação a atividades do mundo real. Ela é composta por cinco passos, descritos a seguir:

Análise e estratégias – quando se identifica uma necessidade de aprendizagem, realiza-se uma análise minuciosa para entender o contexto e as necessidades de cada aluno. Nesta etapa é desenvolvido um roteiro com estratégias especificamente projetadas para atingir os objetivos estipulados.

Design – projeto de soluções de aprendizagem que melhoram o desempenho e proporcionam experiências de aprendizagem ideal com base no roteiro criado durante a fase de Análise e estratégias. Nesta etapa são desenvolvidos os objetivos de formação, o *storyboard*, o sequenciamento de conteúdos, a seleção de mídias, a usabilidade e requisitos de avaliação.

Desenvolvimento - criação de conteúdo propriamente dito.

Implementação – nesta etapa é realizada a produção e a entrega do conteúdo.

Avaliação – implementa planos para a avaliação do programa e do estudante.

A metodologia ADDIE é encontrada na maioria dos modelos atuais e se concentra no desempenho do aluno em relação a atividades, sendo essas atividades contextualizadas com a vida real dos alunos. Contudo, essa metodologia foca na organização do trabalho em equipes multidisciplinares para cada passo, o que difere da proposta desta tese que tem como foco o professor. Além disso, a metodologia ADDIE envolve etapas de programação do OA, enquanto na metodologia proposta sugere-se o emprego de combinação de ferramentas de autoria, não tendo a necessidade do projetista do OA ser um programador.

5.2 Metodologia Cisco Systems Reusable Information Object Strategy

Cisco Systems Inc. é uma empresa americana que se tornou líder em redes para a Internet. Cisco é também uma das precursoras no *design*, criação e implantação de OAs. Como tal, vale a pena analisar a sua estrutura de OAs reutilizáveis (OAR). Os OAR Cisco contêm uma visão geral, um resumo, e objetos de informação reutilizáveis (OIR). Um objeto de informação reutilizável é composto por conteúdo, prática e avaliação. O modelo Cisco (desenvolvido com participação de Ruth Clark-Colvin, uma famosa designer instrucional) é baseado em um único objetivo, derivado de uma tarefa específica de trabalho.

O objeto de aprendizagem reutilizável é formado por um conjunto de objetos de informação reutilizáveis. Esse conjunto que forma o OAR é empacotado por dois objetos de informação: a Visão Geral e o Sumário. O desenvolvimento de um OAR inclui fases de:

Design – composto pelas etapas: avaliação das necessidades de aprendizagem; análise da tarefa; OAs e decisão do nível cognitivo; decisão do tipo de OAs, decisão da regra 7 ± 2 e documentação do projeto.

Desenvolvimento - finalizar o desenvolvimento e programação de produção; produzir storyboard para objeto; ter o especialista no assunto para revisar e fornecer realimentação sobre o *storyboard*; revisar cada *storyboard* com base na realimentação; programar o objeto no *layout* selecionado; validar o OA com especialista no assunto e que não esteja envolvido no projeto até este ponto; rever e reavaliar o OA. O OA é composto por: conteúdo, prática e avaliação.

Entrega – escolha de como será entregue o OA construído. Pode ser através de pacote na Web, CD- ROM ou material de treinamento.

Avaliação – é composto pelas seguintes fases: vistoria; avaliação propriamente dita; transferência e impacto (CISCO, 1999).

Essa metodologia é centrada na necessidade do aluno e usa OAs reutilizáveis. Entretanto, a metodologia também necessita de equipes multidisciplinares para cada etapa do projeto, e o *designer* muitas vezes assume o papel de programador, o que novamente difere da proposta desta tese.

5.3 Metodologia para a criação de objetos de aprendizagem em realidade virtual

Esta metodologia foi criada por Marins (2007) e publicada no artigo “Realidade Virtual em Educação Criando Objetos de Aprendizagem com VRML”. Ela foi proposta, para a utilização da linguagem VRML em aplicações educacionais e baseia-se em quatro atributos principais:

Modelo pedagógico da Aprendizagem Significativa de Ausubel - este modelo foi escolhido por sua excelente adaptação ao contexto da aprendizagem em Ambientes Virtuais. Segundo Ausubel (1980), um corpo de conhecimento é muito mais fácil de compreender e lembrar, se for relacionável a ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aluno (Aprendizagem Significativa). Outra contribuição da teoria de Ausubel

aplicável aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem é o conceito dos Organizadores Prévios, que são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém contendo um nível mais alto de abstração e generalidade.

Autoria centrada no professor - o modelo deve ser centrado no professor, na criatividade e na competência específica do professor-autor que é manifestada no momento em que constrói o conteúdo de aprendizagem que será publicado para os alunos. A preparação de bons conteúdos para *e-learning* requer do professor, além de domínio desse conteúdo, uma linguagem apropriada para a Internet. Normalmente, são utilizadas equipes de trabalho formadas por *designers* instrucionais, ilustradores, revisores, *web designers* e programadores. No entanto, essa metodologia tira do professor sua autonomia, ficando ele inserido em uma espécie de linha de montagem, fazendo apenas a parte da criação do conteúdo.

Formato baseado em Objetos de Aprendizagem - OAs podem ser entendidos como um módulo reutilizável de informação independente de mídia, que é construído com início, meio e fim. Para que ele seja reusável, são criados padrões de indexação para o armazenamento e busca dos objetos. Nesta metodologia é adotado o padrão recomendado pela RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação/ MEC), que utiliza o padrão de indexação internacional baseado em atributos, adotado pelo Global Learning Consortium, Inc. e pela The Dublin Core Metadata Initiative.

Arquitetura modular para a utilização da linguagem VRML – a arquitetura é composta de: especificações para dimensionamento dos mundos virtuais e escalas dos objetos, bibliotecas de objetos tridimensionais e de interações pré-programadas. Esta arquitetura ofereceu um maior grau de precisão e sistematização do processo de desenvolvimento dos OAs, dando condições para a reutilização de seus componentes em outros objetos virtuais.

Essa metodologia está direcionada para a criação de OA para realidade virtual, focando em aspectos que levem os estudantes a processos de aprendizagem significativa. Ela também reusa objetos, para formar um objeto mais complexo. Contudo, além de ter como foco a realidade virtual, a metodologia difere daquela aqui proposta na medida em que está centrada no professor e não no aluno, além de não propor uma combinação de diferentes ferramentas de autoria, como sugere-se aqui.

5.4 Modelos Pedagógicos para Educação a Distância

Esta metodologia foi usada por Behar, Passerino e Bernardi (2007) e propõe uma “arquitetura pedagógica” para criar OAs, chamada ARQUEAD.

A ARQUEAD é desenvolvida em quatro etapas principais; concepção do projeto, planificação, implementação e avaliação.

Concepção do projeto: nesta etapa são definidas as linhas mestras e a aplicação que se pretende desenvolver para o OA partindo da ideia inicial construída pelo grupo de pesquisadores.

Planificação: nesta etapa é realizada a pesquisa para o desenvolvimento do OA, o estudo do *storyboard* e da navegação, com estrutura não linear. Nela é realizado o levantamento de textos e *sites* da *web* para serem contemplados na biblioteca do ARQUEAD, construídos alguns textos enfocando a didática da EAD, exemplos de como escolher, elaborar material didático e uso de recursos para uma aula virtual e como avaliar tais experiências.

Implementação: esta fase se refere ao desenvolvimento propriamente dito, na qual é definido o tipo de programação que será utilizada e foram criados dois protótipos do objeto. Nesta etapa é feito o estudo dos cenários para compor a interface gráfica dos objetos, dentro dos padrões de *design* na interação, informação e apresentação. O design de informação refere-se aos materiais hipermídias, tais como: material de apoio em vídeo, áudio, som, animação, hipertextos, entre outros.

Também há uma preocupação com os critérios de usabilidade na apresentação dos objetos, a fim de promover/implementar recursos de interatividade. Dentre os recursos de interação, entende-se o planejamento de atividades abertas/desafiadoras, a fim de promover ações/comunicação entre os professores, alunos e tutores, que os levem à construção de conhecimento.

Avaliação: esta fase consiste em testar o funcionamento do objeto, seu grau de adequação ao público alvo e o nível de cumprimento dos objetivos.

Essa metodologia parte da ideia inicial do grupo de pesquisadores que tinham como meta a construção de OAs com recursos de interação, que promovessem ações entre os alunos e professores (ou tutores), que os levassem a situações de aprendizagem mais dinâmicas e motivadoras. Mas, também essa metodologia está focada no desenvolvimento de OAs por equipes multidisciplinares, envolvendo designer e programadores, o que novamente difere da proposta aqui apresentada.

5.5 Metodologia para construção de OAs proposta nesta tese

Neste trabalho foi levada em consideração a recomendação dos PCNs, no qual o professor de Matemática deve propor estratégias que levem o aluno a realizar atividades matemáticas de explorar, procurar generalizações, formular hipótese e raciocinar logicamente. A aprendizagem da Matemática depende de ações, por parte dos alunos, de experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e por último, demonstrar. O conhecimento matemático é o resultado de um processo de que fazem parte a imaginação, as hipóteses, os contraexemplos, as críticas, os erros e os acertos. Todavia, na prática escolar essas recomendações não estão sendo apropriadamente atendidas. Alguns professores ensinam a disciplina de Matemática fundamentada em estratégias expositivas e centrada em conteúdo. Esse fato contribui para aumentar a insatisfação nessa disciplina aumentando a dificuldade em sua aprendizagem, levando o aluno apenas a reproduzir esse conhecimento sem interiorizá-lo. Por consequência, levando a baixo desempenho escolar.

Com a intenção de ajudar a melhorar essa lacuna é apresentada uma metodologia para o ensino de Matemática usando OAs reutilizados. Nessa metodologia o professor de Matemática pode reusar ou criar OAs com a combinação de ferramentas de autoria, organizados conforme uma sequência de atividades aconselhável, combinado ou não com outros objetos, de forma a ser capaz de atender as necessidades de aprendizagem de determinado conceito matemático. Ao combinar os OAs existentes para formar o seu próprio objeto, o professor poderá criar outro objeto, ou parte dele, exercitando a autoria. A combinação e os novos objetos podem seguir o sequenciamento de instrução proposta por Wiley (2000) e Gagné (1987), sendo que a instrução é organizada em uma hierarquia de acordo com a complexidade, a qual identifica os pré-requisitos que devem ser seguidos para facilitar a aprendizagem em cada nível. Essa sequência das atividades afeta a maneira da informação ser processada e como ocorre a aprendizagem.

Os OAs seguirão o Ciclo de Kolb (1994) para o processo de aprendizagem. Assim, eles podem incluir atividades em que o aluno se envolve com vivências concretas, nas quais realiza observações e reflete sobre possíveis usos dos conceitos aplicados no seu cotidiano.

Para implantação desta proposta foram usadas as ferramentas de autoria, eXeLearning e o GeoGebra, que permitem combinar outros OAs com módulos acabados disponíveis em repositórios. Mostrou-se, também, o uso do *iDevice Applet Java*, pelo qual o GeoGebra é inserido no eXe. Assim o professor não precisa ser um programador, bastando ter conhecimentos básicos de informática e capacitação para o uso dessas ferramentas.

Essa metodologia tem suas pilastros em quatro elementos: planejamento pedagógico; planejamento tecnológico; desenvolvimento do(s) OAs e planejamento das estratégias para aplicação, as quais são mostradas na Figura 13.

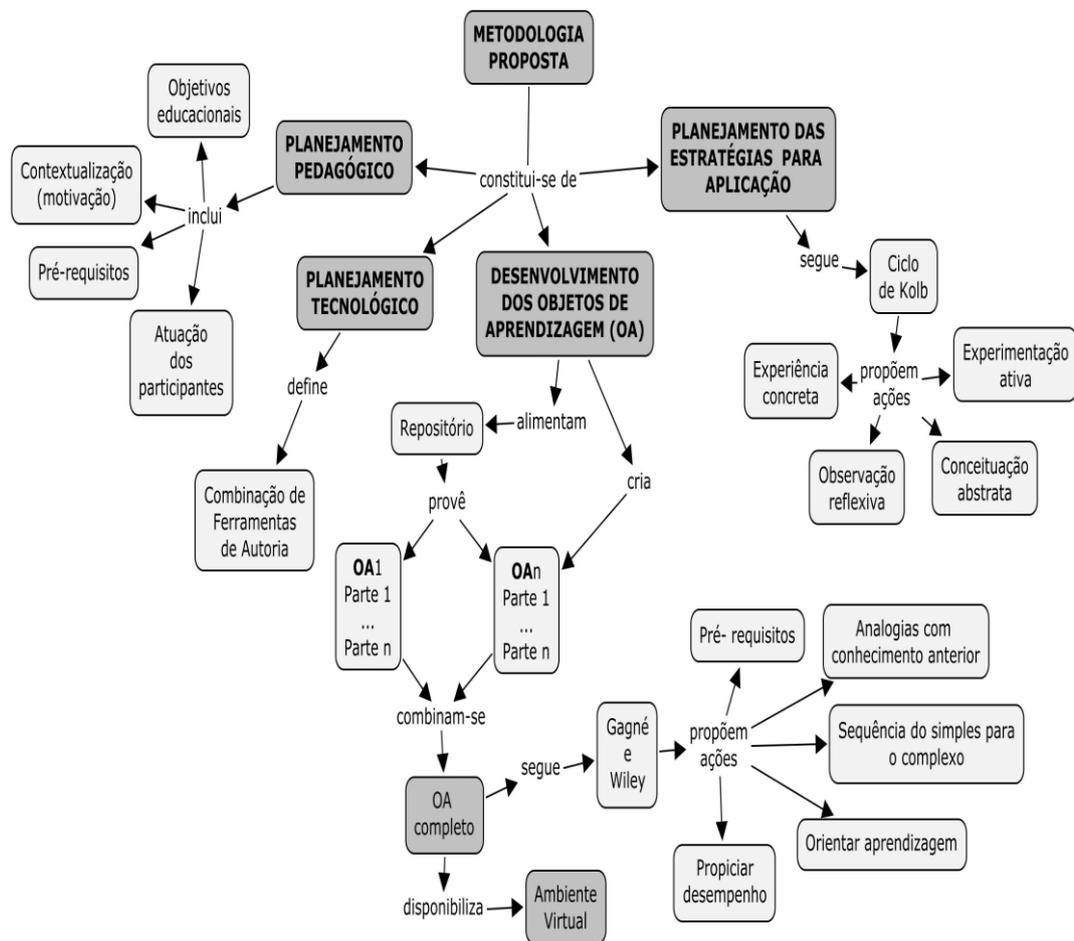


Figura 13 - Metodologia Proposta

5.5.1 Planejamento pedagógico

Objetivos educacionais – nessa etapa deve-se definir os objetivos do OA com relação ao que se espera em termos de aprendizagem, ou seja, o que o aluno precisa aprender para resolver um determinado problema.

Esses objetivos devem mostrar o que o aluno vai aprender e como ele vai poder utilizar o novo conhecimento, explicitando a relação entre o novo conhecimento e os conhecimentos já adquiridos. Um OA pode auxiliar na construção do conhecimento se for capaz de servir de ponte entre o conhecimento que o aluno já possui, e o conhecimento novo, corroborando, assim, com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1994), a qual afirma que cada conceito é constituído a partir de sua participação em uma rede conceitual mais ampla.

Para definir os objetivos da aprendizagem observam-se as seguintes considerações:

- Formular objetivos consiste que descrevam conhecimentos que podem ser assimilados com a realização das atividades, as habilidades e atitudes que podem ser desenvolvidas ao final do trabalho com o OA.
- Os objetivos devem ser redigidos com clareza, realidade, expressando tanto o que o aluno pode aprender com a realização das atividades, como os resultados possíveis de serem alcançados.
- Deve-se levar em conta o tempo que se dispõe, as condições em que se realizam as atividades com o OA e sua utilidade para engajar o aluno.

Contextualização (motivação) – a contextualização está relacionada às atividades (ou conteúdos) e suas aplicações no dia-a-dia, ou em outras ciências – mas que sejam de domínio dos alunos.

Portanto, de um modo geral, a contextualização demanda que se estabeleça qual a relação entre a atividade e situações do dia a dia destes alunos. Pode-se colocar uma situação problema e desafiar os alunos a resolvê-la, ou solicitar aos alunos que estudem temas de situações do dia a dia, ou assuntos presentes em reportagens de jornais. Portanto, com relação ao OA, este deve ser criado a partir de um problema matemático dentro do contexto da realidade do aluno.

O uso de recursos visuais como animações, simulações e vídeos, pode ser um fator de motivação que permite ampliar a vivência do aluno com relação ao tema abordado.

Pré-requisitos – tratam das condições para o aprendizado. No OA devem estar listados os pré-requisitos necessários para o aprendizado da atividade proposta, bem como a atuação do aluno em relação ao objeto.

Atuação dos participantes – trata das expectativas na relação da atuação dos participantes. A definição de papéis, direitos e deveres de cada agente (aluno, objeto e professor, definindo se o último atuará ou não como mediador) e a organização do tempo e do espaço.

5.5.2 Planejamento tecnológico

O planejamento tecnológico trata da seleção das técnicas, dos procedimentos e dos recursos informáticos a serem utilizados na atividade.

Seleção das técnicas - decidir que tipo de atividade será usada no OA: resolução de problemas; estudo de caso; ensino por projetos; relato de experiências.

Seleção dos procedimentos – decidir a sequência das ações a serem seguidas para resolver um problema ou efetuar uma tarefa.

Recursos informáticos - nesta metodologia, propõe-se o uso de ferramentas de autoria, as quais favorecem o professor que não tem profundo conhecimento da tecnologia para criar os OAs.

Uma combinação de ferramentas de autoria pode ser empregada, dependendo dos objetivos a serem alcançados e da ênfase dada às atividades e/ou conteúdos previamente estabelecidos. Por exemplo, pode-se criar uma atividade usando uma determinada ferramenta e, em seguida, empregar-se outra ferramenta para agregar à essa atividade outros recursos, como vídeo, simulações, texto, som, etc.

A navegação no OA pode ser sequencial, de modo que o aluno possa evoluir do raciocínio simples para o complexo. No entanto, as ferramentas de autoria proporcionam menus de navegação que podem levar o aluno diretamente a um ponto desejado.

Como serão usadas ferramentas gratuitas, o OA criado terá um baixo custo de desenvolvimento, favorecendo tanto o professor como a Instituição de Ensino.

5.5.3 Desenvolvimento do(s) OA(s)

O projetista pode fazer um roteiro da sequência das atividades (ou conteúdo) que irá produzir, mostrando também as diferentes ferramentas usadas e a sequência em que elas serão usadas, facilitando assim a construção do objeto.

Seleção de OAs a partir de repositórios - o desenvolvimento do(s) OAs se dá a partir da definição dos objetivos educacionais; o professor pode selecionar OAs

prontos ou parte dele, encontrados em repositórios, para compor o objeto final e esses objetos serão aglutinados através de uma ferramenta de autoria.

Criar parte do OA - se for necessário (dependendo do objetivo proposto), o professor poderá criar um novo objeto, ou parte dele, usando a combinação de ferramentas de autoria. Isto é, ele cria parte do objeto em uma determinada ferramenta e importa esse objeto para outra ferramenta, a qual aglutina todos os objetos menores, transformando em um OA final mais completo e consistente.

OA Completo - segue a proposta de Gagné (1987) e Wiley (2000) que propõem ações: listar os pré-requisitos; explicitar a relação entre o conhecimento novo e os já adquiridos; informar o aluno se a atividade desenvolvida por ele atingiu os objetivos esperados; orientar a aprendizagem; propiciar desempenho. O OA tem as atividades organizadas em uma forma hierárquica de crescente complexidade. O sequenciamento de instrução é recomendado em atividades, no qual o aluno deve seguir uma lógica de raciocínio para aprender determinado conteúdo. O objeto também poderá ser padronizado para ser disponibilizado em diferentes plataformas computacionais.

É importante observar que as atividades dos OAs são também utilizadas com a finalidade de apropriação do conhecimento, portanto elas devem ser cuidadosamente planejadas para que a partir delas seja possível construir conhecimentos, desenvolver capacidades, habilidades e competências. A ordem e as relações constituídas determinam, de maneira significativa, o modelo e as características da atividade. As atividades contidas nos OAs devem promover a interação de todos os agentes participantes do ensino e aprendizagem. O processo de autoria e coautoria vivenciado pelo professor ao criar e/ou combinar OAs deve ser preparado em uma lógica de apresentação, para que, ao aglutinar produções, contribua para o ensino e aprendizagem do tema escolhido.

Na metodologia proposta o professor busca nos repositórios objetos prontos, ou parte deles, para compor o objeto final. Para desenvolver uma atividade ou um conteúdo, o professor pode também usar diferentes sugestões de atividades. Por exemplo, as proposições contidas no link “Sugestões de Aulas” do Espaço Escola do Portal do Professor, no site do MEC, disponível no endereço <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>, que contém algumas sugestões de aulas para serem desenvolvidas nos Laboratórios de Informática Educativa das escolas. Nesse site também são sugeridos materiais em diferentes formatos e de diferentes dados

da aula, como: objetivos, duração, pré-requisitos, estratégias e recursos da aula, sugestões de várias atividades e sugestão de avaliação.

5.5.4 Planejamento das estratégias para aplicação

O planejamento das estratégias para a aplicação desta metodologia inclui o delineamento de ações didáticas para uma determinada situação de aprendizagem. Elas correspondem a um plano, que se constrói e reconstrói através de processos didáticos, que seguem o ciclo de Kolb (1984), e pressupõe que o processo humano de aprendizagem é composto por quatro etapas consecutivas: experiência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata e experimentação ativa.

Experiência concreta – o OA fornece atividade, com a qual o aluno se envolve em vivências concretas.

Observação reflexiva – o aluno realiza observações e reflexões sobre a experiência.

Conceituação abstrata – o aluno aprende com a experiência e elabora conceitos abstratos.

Experimentação ativa – o aluno experimenta o que aprendeu. Ele faz generalizações, que permitem um novo contato com a realidade com o objetivo de testar os resultados e suas implicações em novas situações por meio de experimentação ativa, levando-o ao início do ciclo para novas vivências concretas e assim sucessivamente.

5.6 Exemplo de uso da Metodologia proposta

Como exemplo de emprego da metodologia proposta, pode-se considerar uma situação hipotética descrita a seguir. Um professor de Matemática da 2ª série do Ensino Médio quer levar o aluno a aprender os conceitos envolvidos na trigonometria do triângulo retângulo. Para seguir a metodologia proposta o professor deve construir um OA que siga as seguintes etapas:

a)Elaborar o planejamento pedagógico, onde estão incluídos:

- Objetivos educacionais

O objeto deve explicar aos alunos que ao final do estudo eles devem:

- Saber que as variações nas dimensões do triângulo retângulo não alteram os valores das funções trigonométricas.

- Entender que a soma dos ângulos agudos em um triângulo retângulo é sempre 90° .
- Compreender o conceito das funções trigonométricas no triângulo retângulo.
- Aplicar esses conceitos na resolução de problemas reais.
- Contextualização e Motivação

O objeto contém um texto mostrando o significado da palavra trigonometria, por que estudá-la, em que lugar e de que maneira ela pode ser aplicada.

Como forma de contextualizar o professor propõe o seguinte problema: uma pessoa está nos desfiladeiros do Itaimbezinho (RS), está embaixo de uma árvore e vê a sua frente um paredão, como o da figura 14. Pela observação, ela calcula que a distância da árvore até a encosta é de aproximadamente 50 metros, e o ângulo do pé da árvore até o topo da encosta é de aproximadamente 60° . Ela quer subir o paredão e precisa saber qual é a sua altura, pois dependendo da altura do paredão será o tamanho da corda que ela usará. Você pode ajudar essa pessoa calcular a altura dessa encosta? Que medida deve ter uma corda que vai do pé da árvore ao topo da encosta?

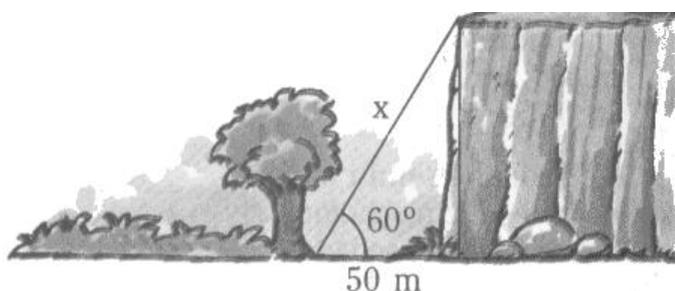


Figura 14 - Figura para motivação da aula

- Pré-requisitos

O aluno já deve conhecer a definição de ângulo e as figuras geométricas, especificamente triângulo retângulo. Ele pode recordar as figuras geométricas e ângulos através do mobiliário da sala de aula.

- Atuação dos participantes

É usado o Ambiente Virtual Moodle para a socialização dos alunos e do professor, assim, multiplicam-se as possibilidades de troca, prolongando o tempo das discussões, possibilitando a riqueza da experiência e potencializando a prática pedagógica.

O professor deve organizar e incentivar a aprendizagem, mostrando o objeto ao aluno, incentivando-o a explorar esse objeto; fornecendo as informações que os

alunos não têm condições de obter sozinhos; mediando as confrontações entre os alunos. O professor, também, deve interagir com os alunos apontando e corrigindo erros e falhas, orientando-os e provocando a modificação das atitudes.

b)Planejamentos tecnológicos - para criar as atividades do OA final foi utilizada a combinação de ferramentas de autoria, a saber:

- Software GeoGebra para criar a atividade matemática.
- Tipos de mídias usadas no OA: textos, vídeo (imagem e som), animações, figuras. O vídeo está disponível em
- <http://www.youtube.com/watch?v=uMPx37LR12E&feature=related> e as figuras para colocar nos desafios foram retiradas de:
<http://www.colegiocatanduvas.com.br/desgeo/trigonometira/index.htm>
- Ferramenta de autoria eXelearning Editor para aglutinar todas as produções e ainda para criar as questões tanto de reflexão como para verificar o desempenho e rendimento, sendo que todas elas dão realimentação ao aluno.

c) Desenvolvimento do OA ou dos OAs

Para criar um OA que trabalhe o conceito das funções trigonométricas no triângulo retângulo, o professor propõe ações que seguem a proposta de experimentação e reflexão de Kolb (1984) do sequenciamento da instrução de Gagné (1987) e Wiley (2000).

- Seleção de OAs a partir de repositórios

Para introduzir uma experiência concreta, o professor pode pesquisar nos repositórios de OAs. Um exemplo de OA encontrado no BIOE (2009) é a atividade: Seno X Cosseno⁷, criada no GeoGebra, com a qual o aluno pode interagir e trabalhar com o tema proposto, como mostra a Figura 15.

- Criação de parte do OA

O professor pode usar a funcionalidade *Applet Java* para importar a atividade matemática do GeoGebra para a ferramenta de autoria *eXeLearning*, a qual foi usada como aglutinador das atividades e criações.

- OA completo

A seguir, o professor elenca uma lista com outras funcionalidades possíveis para esse caso, nas quais o conteúdo é organizado na sequência do mais simples ao mais complexo (GAGNÉ, 1987; WILEY, 2000). As outras funcionalidades do eXe

⁷ Atividade de autoria da Prof.^a Thais Oliveira. Disponível em:
http://www.pion.sbfisica.org.br/pdc/index.php/por/material_didatico/seno_x_cosseno

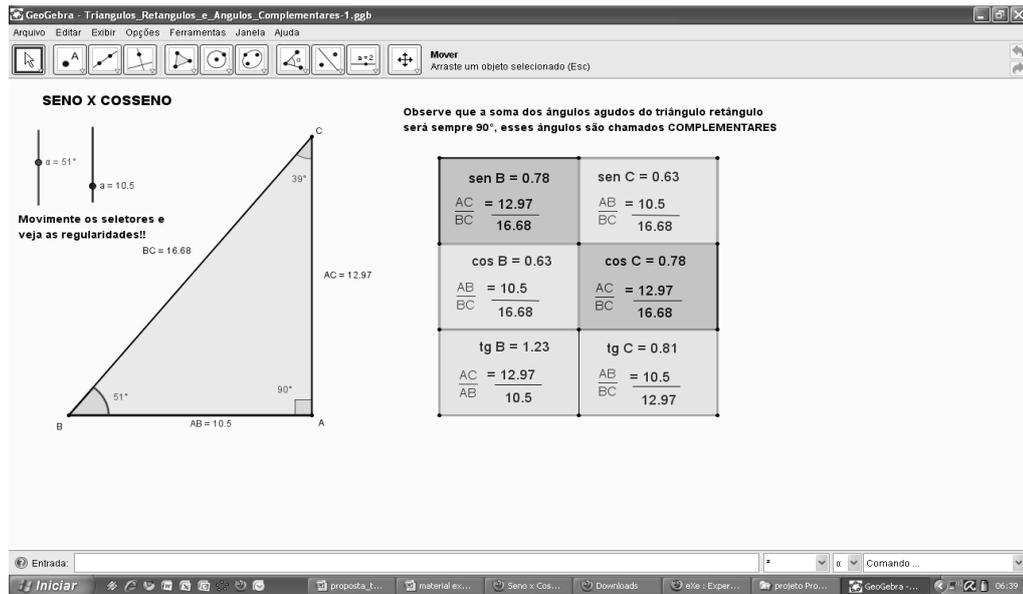


Figura 15 -Tela da atividade Seno X Cosseno capturada no GeoGebra

foram escolhidas com base na proposta dos nove eventos de Gagné (1987), conforme está descrito no Quadro 5.

O OA final pode ser encapsulado no formato do padrão SCORM, para que ele possa ser disponibilizado em diferentes plataformas computacionais. Neste caso, o OA foi disponibilizado ao aluno no MOODLE, conforme mostra a figura 16.

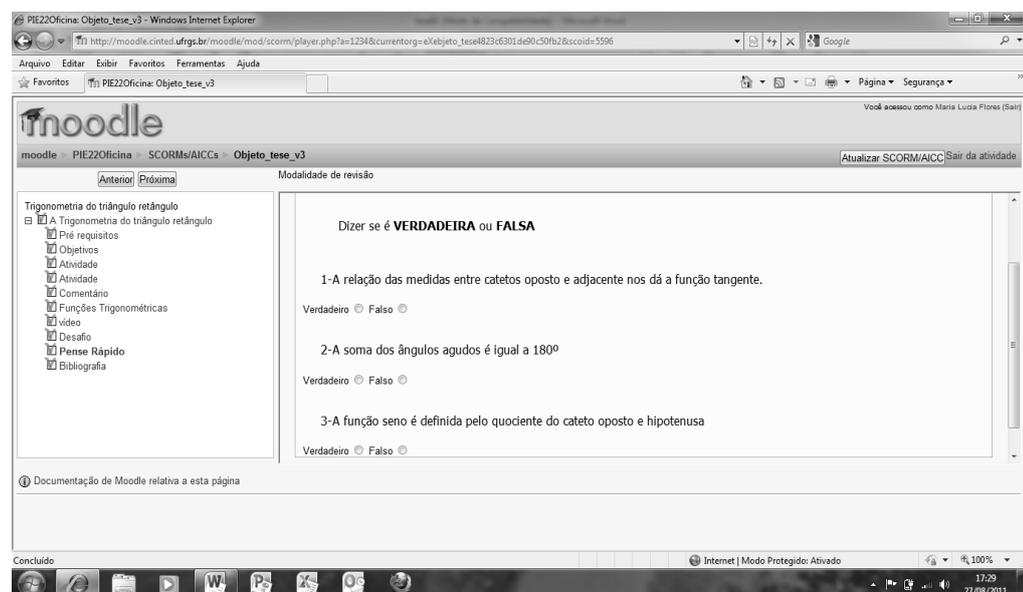


Figura 16 - Tela do OA capturada no MOODLE

QUADRO 5 - Funcionalidades da ferramenta de autoria eXeLearning, combinando as propostas de Gagné (1987), Wiley (2000) e Kolb (1984), usadas na aplicação prática

EVENTOS	FUNCIONALIDADES
1-Contextualizar e ganhar a atenção do aluno	Texto livre - Definir a Trigonometria, para que serve e o contexto que será usada.
2- Descrever os objetivos	Objetivos - Ao final da atividade o aluno deve compreender o conceito das funções trigonométricas no triângulo retângulo.
3- Estimular a conexão com o conhecimento anterior	Pré-requisitos - O aluno deve ter noções de espaço; ângulos e figuras geométricas.
4- Apresentar o material da atividade e incentivar o aluno a aprender pela experimentação	Applet Java - importar para o eXe a atividade criada no GeoGebra. Nesta atividade o aluno vai interagir e aprender pela experiência e reflexão. Vídeo do youtube - explica as definições de Seno; Cosseno e Tangente, reforçando o aprendizado do aluno.
5-Orientar a aprendizagem	Texto livre – No qual o professor orienta a aprendizagem do aluno.
6- Verificar o desempenho	Questões de Múltipla Escolha e/ou Questões Verdadeiro ou Falso - Desenvolver uma ação na qual o aluno mostre o seu desempenho e aplique o seu novo conhecimento.
7- Dar opinião	AVA Moodle – o professor mostra a resposta certa e diz o porquê a resposta do aluno está certa ou errada.
8- Avaliar	SCORM Quiz - O aluno verifica como está o seu rendimento e pode decidir se a sua aprendizagem está completa ou não.
9- Aumentar a retenção e facilitar a transferência do conhecimento	Reflexão e/ou Applet Java O aluno reforça a atividade e reflete sobre o seu aprendizado.

d) Planejamento das estratégias para a aplicação da metodologia - o aluno é induzido e estimulado a seguir o Ciclo de Kolb (1984), isto é:

- Experiência concreta

Por meio da experiência concreta o aluno interage com o objeto, primeiro livremente e verifica o que ocorre. Continua realizando simulações, com as quais vai descobrir que variando os ângulos agudos do triângulo a soma deles resulta sempre 90° .

- Observação reflexiva

Variando o seletor das dimensões do triângulo, o aluno vai observar que as funções trigonométricas serão sempre iguais, concluindo que elas são invariantes. Variando o seletor do tamanho dos ângulos agudos, ele vai observar que as funções trigonométricas variam conforme o aumento ou diminuição de cada ângulo.

Ao realizar as simulações o aluno constrói a ideia do conceito de seno, do cosseno e da tangente através da experiência, da observação e reflexão.

- **Conceituação abstrata**

O aluno estabelece ligações entre as suas vivências e as proposições teóricas, compreendendo esse novo conhecimento.

- **Experimentação ativa**

Se o aluno abstraiu esse conhecimento, ele pode usá-lo em novas experiências, reproduzindo assim o Ciclo de Kolb (1984).

Pode acontecer de alguns alunos conseguirem chegar ao modelo matemático somente com a simulação, outros poderão precisar dos reforços das outras funcionalidades, como o vídeo, o qual explica as definições de Seno, Cosseno e da Tangente; e o site externo, que traz uma leitura sobre o conteúdo. Ao final do estudo no OA o aluno deverá fazer a construção do pensamento lógico-matemático, chegando aos modelos matemáticos (fórmulas) do seno, do cosseno e da tangente. O aluno pode acompanhar o seu desempenho resolvendo as questões e desafios propostas no OA.

6 METODOLOGIA E RESULTADOS

Para atingir os objetivos propostos nesta tese e mostrados na seção 2.4, foi realizada uma pesquisa descritiva com a finalidade de observar, registrar e analisar estatisticamente as hipóteses levantadas.

Para testar a hipótese de que existem ferramentas de autoria e os professores de Matemática podem aprendê-las com facilidade, foi proposto um curso de Capacitação aos professores municipais e estaduais da disciplina de Matemática que tinha por objetivo ensinar a construção de OAs contextualizados e completos a partir do reuso de OAs, ou parte deles, ou ainda criando todo o objeto, fazendo uso da combinação das ferramentas eXeLearning e GeoGebra, detalhado no cronograma a seguir.

6.1 Cronograma do curso de capacitação

O curso de capacitação foi organizado para ter cinco encontros, cada um com uma duração de 4 horas, o que totalizou 20 horas. Os três primeiros encontros foram realizados no Laboratório da Ulbra, Campus de Santa Maria, nos quais foram desenvolvidos os conhecimentos expostos na Tabela 6, através da experimentação e reflexão mediadas pelo professor, usando os seguintes recursos: computador, ferramenta de autoria eXeLearning, software GeoGebra e Datashow. O 4^a encontro foi virtual, no qual o participante desenvolveu um OA de Matemática. O 5^a encontro foi presencial, através de um seminário, no qual o participante apresentou o seu OA construído e respondeu dois questionários, um sobre o processo de construção de seu OA e o outro analisando se os OAs de seus pares seguiram a metodologia proposta, isto é, atenderam as propostas de Kolb (1984), Wiley (2000) e Gagné (1987). As atividades, bem como o período, estão detalhados no Quadro 6.

QUADRO 6 - Cronograma das atividades

DATA	ATIVIDADES
02/04 Manhã	Introduzir os conceitos básicos sobre Objetos de Aprendizagem e Mostrar os principais repositórios.
02/04 Tarde	Instrumentalizar para a utilização do <i>software</i> de autoria eXe
09/04 Manhã	Instrumentalizar para a utilização do <i>software</i> GeoGebra.
on-line	Construir Objetos de Aprendizagem de Matemática, com atividades contextualizadas.
30/04 Manhã	Apresentação e Análise dos Objetos de Aprendizagem construídos. Preenchimentos dos questionários. Confraternização de encerramento.

6.2 Descrições da Metodologia

Esta metodologia propôs criar novos OAs a partir da combinação de OAs prontos, armazenados em repositórios, ampliando e completando este OA, produzindo OAs mais complexos para atender a necessidades específicas do planejamento das atividades de ensino aprendizagem identificadas. Esses objetos foram criados, com o uso da ferramenta de autoria *eXeLearning* e do *software* GeoGebra, ambos *softwares* abertos de uso grátis, o que diminui os custos para o professor e para a instituição.

A ferramenta eXe permitiu a criação de OAs, constituídos por *iDevices* como o *Applets Java*, pelo qual foi importado o objeto desenvolvido com o *software* GeoGebra. Esse novo objeto foi padronizado podendo, dessa forma, ser compartilhado e reutilizado nos mais diversos sistemas.

6.3 População e amostra

Essa capacitação foi oferecida para os professores de Matemática e de Laboratório de Informática das escolas estaduais e municipais de Santa Maria, gratuitamente. Em contrapartida, eles disponibilizariam seus OAs para a comunidade como um todo, dentro da estratégia de conteúdo aberto e livre. Dessa população, foi selecionada uma amostra aleatória de vinte e três professores para integrar a primeira turma da capacitação. Dessa amostra, sete professores foram aos dois primeiros

encontros e desistiram alegando carga de trabalho particular elevada e falta de tempo para o curso. Desses dezesseis professores restantes, três criaram objetos fora da área de Matemática e foram descartados da pesquisa, ficando a amostra final com treze professores. Esses treze professores que participaram do experimento construíram onze objetos, pois quatro professores trabalharam em dupla, formando duas diferentes duplas de trabalho. Os nove professores restantes criaram seus objetos de aprendizagem individualmente. Cada professor (individual ou em dupla) criou o seu Objeto de Aprendizagem (OA) usando a metodologia proposta pela autora. Desses objetos, três foram descartados, pois os professores o “perderam” na hora de salvar e postar no ambiente virtual de aprendizagem *Moodle* da Ulbra-SM, mas os treze professores responderam os dois questionários propostos ao final da capacitação.

6.4 Instrumentos de pesquisa utilizados

Ao final da capacitação e após os participantes terem criado um OA, foram aplicados dois questionários. O primeiro, respondido individualmente pelos treze participantes, versou sobre o processo de criação do seu objeto e se encontra no anexo 1.

No segundo questionário (apêndice 2) foi analisado se os OAs de seus pares seguiram a metodologia proposta, isto é, atenderam as propostas de Kolb (1984), Wiley (2000) e Gagné (1987). Essa última amostra foi composta por cinco participantes sorteados dentre os treze participantes, para cada objeto apresentado. Como foram apresentados oito objetos, totalizaram ao final das apresentações quarenta fichas preenchidas.

6.5 Análises estatísticas dos dados coletados

Foi realizado um teste de hipótese da proporção, nível de significância de 95%, e a variável de teste z (normal padronizada), com os dados coletados nos questionários aplicados ao final da Capacitação para testar as hipóteses: (a) Os professores de Matemática podem aprender facilmente usar e combinar as ferramentas de autoria para criar OAs de acordo com a metodologia proposta. (b) Os OAs criados com a metodologia proposta atendem critérios de sequenciamento e de reflexão.

Como o teste das proporções tem restrições quando as frequências obtidas (f_n) forem menores que 5, que é o caso das frequências das respostas “discordam”, então foi também realizado o teste exato de Fisher, que é particularmente adequado para pequenas amostras (com 20 dados ou menos), a partir dos mesmos dados amostrais e nível de significância do teste da proporção, com o objetivo de confirmar os resultados destes.

6.6 OAs produzidos pelos participantes

Dessa Capacitação foram produzidos objetos, os quais foram postados no ambiente Moodle da Ulbra Santa Maria, cujos resumos estão relacionados a seguir:

- **Latitude com GeoGebra:** objeto de conteúdo de Geografia, mas usa a Matemática ao usar a Geometria para a localização. Nesse objeto o professor combina a ferramenta eXe com o GeoGebra e contextualiza a latitude e a longitude de vários pontos geográficos.
- **Questões de Geometria Plana:** objeto que associa materiais de Geometria plana no eXe, mostrando a construção da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GeoGebra e desafiando o aluno a fazer o mesmo.
- **Super - Herói:** objeto criado com a ferramenta eXe, no qual é feito um levantamento do tipo de super-herói preferido pelos alunos e mostrando o resultado em um gráfico.
- **Parábola:** explora, no GeoGebra, o comportamento da parábola quando o coeficiente angular varia e usa o eXe para aglutinar os diferentes recursos.
- **Localização dos pontos Cardeais:** trabalha com pontos cardeais e colaterais no eXe e mostra a localização dos jogadores no campo de futebol usando GeoGebra.
- **Função Quadrática:** utiliza o eXe para mostrar exemplos de função quadrática e colocar o aluno dentro do GeoGebra para que ele construa uma parábola.
- **Triângulo Retângulo:** apresenta, no GeoGebra, os conceitos do seno, cosseno e tangente do triângulo retângulo, mostrando também como medir a altura de uma árvore usando essas medidas. Aglutina todos os recursos no eXe.

- **Quadrado da Soma:** mostra geometricamente, no GeoGebra, o quadrado da soma de dois termos. Elabora questões e aglutina os recursos usados no eXe.

6.7 Resultados

6.7.1 Resultados do questionário sobre o processo de criação dos Objetos de Aprendizagem

Treze professores amostrados responderam o questionário sobre o processo de construção do OA, formado por quinze perguntas fechadas ou semi fechadas, cujo resultado está resumido no Quadro 7 a seguir.

QUADRO 7 - Resultado sobre o processo de criação do OA

Variáveis	CF	CP	N	DP	DF
(1)O eXe foi facilmente usado	10	3	0	0	0
(2)O eXe tem funções e potencialidade que eu espero	12	1	0	0	0
(3)Estou satisfeito com a facilidade do eXe	13	0	0	0	0
(4)Crio rapidamente um OA usando eXe	9	3	0	1	0
(5)As mensagens de erro do eXe são claras	6	0	1	6	0
(6)Se erro no eXe, recupero facilmente	7	0	0	6	0
(7)As informações no eXe são claras	11	0	0	2	0
(8)Você combinou GeoGebra e eXe para criar o objeto	10	0	0	0	3
(9)O GeoGebra faz o que foi proposto na metodologia	5	7	1	0	0
(10)O acesso ao GeoGebra é rápido	3	8	2	0	0
(11)A execução do GeoGebra é confiável	4	7	2	0	0
(12)Encontrou OAs prontos para reuso	5	4	2	2	0
(13)Precisou completar o OA encontrado	11	0	1	1	0
(14)Produzirei OAs usando a metodologia proposta	11	0	1	1	0
(15)É fácil encontrar OAs que preciso	11	0	1	1	0
TOTAL	128	33	11	20	3

Em que: CF= concordo fortemente

CP= concordo parcialmente

N= neutro

DP= discordo parcialmente

DF= discordo fortemente

6.7.1.1 Teste de hipótese das proporções

Agrupando as respostas “concordo fortemente e concordo parcialmente” como uma resposta positiva, e ainda, “discordo parcialmente e fortemente” como uma resposta negativa, conforme Quadro 8, foi elaborado um teste de significância para a igualdade de duas proporções, testando a hipótese de que os professores municipais e estaduais de Matemática aprendem e combinam facilmente as ferramentas de autoria para criar OAs de acordo com a metodologia proposta.

QUADRO 8-Reagrupamento das respostas para teste de significância das proporções

Nºs das questões	Concordam	Discordam
1	13	0
2	13	0
3	13	0
4	12	1
5	6	6
6	7	6
7	11	2
8	10	3
9	12	0
10	11	0
11	11	0
12	9	2
13	11	1
14	11	1
15	11	1
TOTAL	161	23

Para realizar esse teste, definiram-se as seguintes hipóteses:

H_0 : Os professores NÃO aprendem rapidamente as ferramentas de autoria para construir OAs. Existe o equilíbrio entre p_1 (proporção das pessoas que concordam) e p_2 (proporção das pessoas que discordam), isto é, $p_1=p_2$.

H_1 : Os professores aprendem rapidamente as ferramentas de autoria para construir OAs, isto é, $p_1 \neq p_2$.

Fixou-se o nível de significância (α) de 5%, isto é, considerou-se satisfatório o limite de 5% de probabilidade de erro, não sendo significativas as diferenças que tiverem uma probabilidade acima desse limite. Escolheu-se a variável normal padronizada para tentar rejeitar H_0 . Com auxílio da tabela normal padronizada, tem-se a variável crítica $z=1,96$, podendo-se determinar as regiões de aceitação e de rejeição da H_0 . No caso, será aceita a H_0 se o z calculado estiver no intervalo de $[-1,96; 1,96]$.

Para calcular o valor da variável z , a partir dos dados amostrados, usou-se a fórmula (LEVINE; BERENSON; STEPHAN, 2000):

$$z = \frac{(f_1 - f_2)}{\sqrt{p' * (1 - p') * \frac{1}{n} * \frac{1}{m}}}$$

(1)

Onde: $p' = (161+23)/195 = 0,9436$; p' é a proporção estimada comum entre p_1 e p_2 .

$1-p' = 0,0564$; total geral de respostas=195

$f_1=161/195= 0,8256$; f_1 = frequência amostral da resposta concordo.

$f_2=23/195= 0,1179$; f_2 = frequência amostral da resposta discordo.

$n=161$; n =tamanho da amostra da resposta concordo.

$m=23$; m =tamanho da amostra da resposta discordo.

A partir dos dados amostrados e usando a fórmula (1), calculou-se o valor de z , o qual resultou em 186,7. Comparando com o intervalo de confiança, nota-se que esse valor está à direita de 1,96, o que leva a rejeitar a H_0 e aceitar H_1 , isto é, que os professores aprendem rapidamente as ferramentas de autoria para construir OAs, com um nível de significância de 5%.

Pelos resultados observados no quadro e no teste de significância, nota-se que a maioria dos professores criou com facilidade os OAs usando a metodologia proposta. Contudo, três professores registraram em seus questionários que encontraram dificuldade ao usar o *iDevice Applet Java* para importar o objeto criado no GeoGebra para o eXe, apesar de concluírem seus objetos. Esses professores só conseguiram importar o objeto criado no GeoGebra para o eXe na segunda tentativa de importação.

É importante ressaltar que, segundo Levine; Berenson; Stephan (2000) no teste das proporções é aconselhável que as amostras sejam grandes de tal modo que as frequências obtidas (f_n) sejam maiores que 5 e, neste caso, as frequências das respostas “discordam” são menores que 5. Diante disso, foi também realizado o teste exato de Fisher, que é particularmente adequado para pequenas amostras (com 20 dados ou menos), com o objetivo de confirmar o resultado do teste anterior e usando o mesmo nível de significância enunciado no teste da proporção.

6.7.1.2 Teste de Fisher

Segundo Beiguelman (2002), o teste de Fisher calcula a probabilidade exata de que a associação observada entre duas características é casual. Sem mudar os totais das colunas e linhas, o teste de Fisher contrai todas as tabelas 2X2 possíveis, do tipo:

a	b	a+b
c	d	c+d
a+c	b+d	n

E a probabilidade exata de se observar esse arranjo particular dos dados é calculada pela fórmula (2), (BEIGUELMAN, 2002):

$$\frac{(a+b)! (c+d)! (a+c)! (b+d)!}{n! a! b! c! d!}$$

(2)

Quando a tabela tiver mais do que duas linhas, divide-se a tabela em tabelas 2X2, e calculam-se as probabilidades pela fórmula (2), sendo que a probabilidade final será a soma do resultado de todas elas. A probabilidade exata de que a associação observada entre duas características (concordam e discordam) sejam casuais, calculada pela fórmula (2) e os valores do quadro 8 resultou no valor 4,5811. Como esse valor é menor do que 5% rejeita-se a hipótese H_0 e se aceita a hipótese de que a associação entre as duas características não é casual.

Analisando o resultado dos testes acima é possível verificar que os professores aprenderam usar as ferramentas de autoria para construir OAs, e ainda, foi mostrado, no desenvolvimento desta tese, que essas ferramentas dão suporte à construção de materiais didáticos aos professores que possuem pouco conhecimento em informática. Então, o uso das ferramentas de autoria facilita e dá a liberdade ao professor para criar e gerenciar o conteúdo, de forma que o novo paradigma educacional seja aluno, conteúdo e professor, focados no desenvolvimento, gerenciamento e construção de conhecimentos.

Para implantação desta proposta foram usadas as ferramentas de autoria *eXeLearning* e o GeoGebra. A ferramenta de autoria *eXeLearning* possibilita ao professor construir OAs com atividades ou conteúdo em uma sequência de raciocínio do simples para o complexo, pois ela é composta de vários *iDevice*, com os quais o professor vai construindo e organizando o objeto na sequência por ele estipulada. Assim, o professor deve considerar ao criar um OA, que a aprendizagem é facilitada quando o aluno recebe instruções em uma sequência aconselhada, organizada em uma hierarquia de acordo com a complexidade, satisfazendo a proposta de sequenciamento de instruções de Wiley (2000) e Gagné(1987).

6.7.2 Resultados do questionário sobre a análise dos objetos apresentados

A cada objeto de aprendizagem apresentado foram sorteados, com reposição, cinco professores para analisar e responder o questionário, totalizando quarenta questionários respondidos, cujo resultado está resumido no Quadro 9.

QUADRO 9- Resultado sobre a análise dos objetos de aprendizagem apresentados

Variáveis	CF	CP	N	DP	DF
(1)O OA tem objetivos claros	21	19	0	0	0
(2)Respeita os pré- requisitos para o conteúdo proposto	14	26	0	0	0
(3)Conteúdo segue o sequenciamento proposto por Gagné e Wiley	10	23	6	0	1
(4)Usou diferentes mídias	18	19	3	0	0
(5)Conteúdo claro e contextualizado	17	23	0	0	0
(6)Linguagem de acordo com faixa etária	16	21	2	1	0
(7)OA possibilita interação com aluno	20	17	2	1	0
(8)OA segue o Ciclo de Kolb	11	25	4	0	0
(9)OA pode ser disponibilizado em diferentes plataformas	16	22	2	0	0
(10)O OA permite navegação entre os conteúdos	15	23	2	0	0
TOTAL	158	218	21	2	1

Em que CF= concordo fortemente

CP= concordo parcialmente

N= neutro

DP= discordo parcialmente

DF= discordo fortemente

6.7.2.1 Teste de hipótese das proporções

Agrupando as respostas “concordo fortemente e parcialmente” como uma resposta positiva e, ainda, “discordo parcialmente e fortemente” como uma resposta negativa, conforme Quadro 10, elaborou-se um teste de significância para a igualdade de duas proporções, testando a hipótese de que os OAs seguem as propostas de Kolb, Gagné e Wiley.

Para realizar o teste definiram-se as hipóteses:

H_0 : os OAs NÃO atendem critérios de sequenciamento (Gagné e Wiley) e de experimento (Kolb), isto é, $p_1=p_2$.

H_1 : os OAs atendem critérios de sequenciamento (Gagné e Wiley) e de experimento (Kolb), isto é, $p_1 \neq p_2$.

QUADRO 10-Reagrupamento das respostas para teste de significância das proporções

Nºs das questões	Concordam	Discordam
1	40	0
2	40	0
3	33	1
4	37	0
5	40	0
6	37	1
7	37	1
8	36	0
9	38	0
10	38	0
TOTAL	376	3

Fixando $\alpha=5\%$ e a variável normal padrão z, com auxílio da tabela normal padronizada, tem-se $z=1,96$, podendo-se determinar as regiões de aceitação e de rejeição da H_0 . No caso, se aceita H_0 se o z calculado estiver no intervalo de $[-1,96; 1,96]$.

O valor da variável da variável z foi calculado a partir dos dados amostrados e usando-se a fórmula (1). Neste caso, $p' = (376+3) / 400 = 0,9475$; p' é a proporção estimada comum entre p_1 e p_2 .

$1-p' = 0,0525$; total geral de respostas= 400

$f_1=376/400= 0,9400$; f_1 = frequência amostral da resposta concordo.

$f_2=3/400= 0,0075$; f_2 = frequência amostral da resposta discordo.

$n= 376$; n = tamanho da amostra da resposta concordo.

$m= 3$; m =tamanho da amostra da resposta discordo.

A partir dos dados amostrados, encontra-se o valor de $z= 140,3$. Comparando com o valor crítico (tabelado) de z, nota-se que esse valor calculado está muito à direita de 1,96, o que leva a rejeitar a H_0 e aceitar H_1 , isto é, que os OAs atendem critérios de sequenciamento (Gagné e Wiley) e de experimento (Kolb), com um nível de significância de 5%.

Apesar de a amostra estudada ser considerada grande, $n=40$, foi realizado o teste de Fisher, pois algumas frequências das respostas “discordam” são menores do que 5.

6.7.2.2 Teste de Fisher

Foi realizado o teste de Fisher usando os dados do quadro 10 e a fórmula (2), para calcular a probabilidade exata de que a associação observada entre duas características é casual. A probabilidade calculada resultou em 3,4796, cujo valor é menor do que 5% e rejeita-se a hipótese H_0 , aceitando-se a hipótese de que a associação entre as duas características não é casual. Confirmando, também, que os OAs atendem critérios de sequenciamento (Gagné e Wiley) e de experimento (Kolb).

Os OAs construídos com a combinação do GeoGebra e eXeLearning seguiram a proposta do Ciclo de Kolb (1984), pois forneceram atividades em que o aluno pode se envolver em vivências concretas, e a partir dessa experiência ele pode realizar observações e reflexões sobre seu contato com o mundo, elaborar conceitos abstratos e generalizações que permitem um novo contato com a realidade com o objetivo de testar os resultados e suas implicações em novas situações por meio de experimentação ativa, o que pode levar esse aluno ao início do ciclo para novas vivências concretas e assim sucessivamente. No exemplo descrito na metodologia proposta e trabalhado na capacitação dada aos professores, os participantes da capacitação interagiram com o objeto variando o seletor das dimensões do triângulo e do tamanho dos ângulos agudos, e observaram o que varia e o que é invariante. Ao realizar as simulações os participantes construíram a ideia do conceito de seno, do cosseno e da tangente através da experiência, da observação e reflexão.

Os OAs construídos ao serem aglutinados pela ferramenta de autoria eXeLearning seguiram a proposta de Wiley (2000) e de Gagné (1987). Neles foram dadas ênfases a hierarquia, isto é, identificaram-se os pré-requisitos que devem ser seguidos para facilitar a aprendizagem em cada nível. A hierarquia é importante, pois forneceu uma base para o sequenciamento da instrução. Nesses objetos, ao seguir a proposta de Wiley (2000) e de Gagné (1987), a instrução foi organizada em ordem crescente de complexidade, começando pelos conceitos mais gerais e mais abrangentes e gradativamente avançou para os conceitos mais restritos e complexos. Nele foram usados elementos integradores (figura, quadros, textos) que ajudaram o

aluno a integrar cada conceito em um todo significativo e relacioná-lo com seu conhecimento anterior.

Em relação ao curso de Capacitação foi aplicado um questionário para analisá-lo e avaliá-lo, cujo modelo está no apêndice 3. Foi constatado que 75% dos alunos perceberam que a integração dos conteúdos, eXe, GeoGebra e objetos de aprendizagem se deu na medida certa, sendo que 62% dos alunos acharam conteúdo em demasia, quando comparado a um curso “tradicional”. A combinação de ferramentas de autoria e, principalmente, a quantidade de recursos foi aprovada pelos alunos, pois não se julgaram limitados e tiveram a liberdade para a criação do objeto.

Dos participantes do experimento, 75% consideraram que a oportunidade para colocar a experimentação, a reflexão e a sequenciação do conteúdo na criação de objeto de aprendizagem, estava na dose certa, e com mais oportunidade quando comparada a um curso “tradicional”. Além disso, 88% dos alunos responderam que aprenderam e gostaram muito do curso de Capacitação; sendo que todos os alunos o recomendam para outras pessoas.

7 CONCLUSÃO

Nesta tese, citou-se que a aprendizagem da Matemática depende de ações, por parte dos alunos, de experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e por último, demonstrar. Assim, os procedimentos desenvolvidos na resolução de uma situação-problema são constituídos por uma sequência lógica de ações cognitivas que têm por objetivo produzir uma solução adequada à situação, como afirmaram Vergnaud (1994), Galvez (2001) e Muniz (2001).

Citou-se, também, que os computadores podem ser usados nas aulas de Matemática como auxílio no processo de construção de conhecimento. Os PCNs (BRASIL, 2001) sugerem que as experiências escolares com o computador têm sido positivas e o seu uso efetivo pode levar ao estabelecimento de uma nova relação professor-aluno, marcada por uma maior proximidade, interação e colaboração. Esse fato vem corroborar que o professor deve conhecer as possibilidades e potencialidades do computador para saber como lidar com essa ferramenta e para isso precisa buscar novas técnicas pedagógicas, em que a introdução das mesmas possa levar a formação produtiva do aluno.

Nesse contexto, o professor pode investir na criação de OAs para a construção do conhecimento matemático de seu aluno, tornando suas aulas mais motivadoras e atraentes para ele. Esses OAs podem ser contextualizados de maneira similar ao ambiente do mundo real, no qual determinados conhecimentos e habilidades são requisitados. Os OAs *online*, com atividades contextualizadas, permitem que os alunos interajam com eles e também com os seus pares, tornando-se então, participantes ativos do processo de aprendizagem para aquisição do conhecimento matemático. Com o uso de OAs o aluno pode construir várias estratégias sobre determinada atividade, obtendo realimentação do computador que o auxilia na correção dessas estratégias, podendo diminuir assim, as dificuldades do aprendizado de Matemática.

Para produzir OAs de Matemática o professor precisa saber usar *softwares* matemáticos, mas para isso ele necessita de uma estrutura para a sua formação que o habilite a produzir OAs com esses recursos, o que requer tempo e dedicação por parte desse profissional.

Para melhorar essa lacuna, apresentou-se uma metodologia para o ensino de Matemática reusando OAs. Com ela o professor de Matemática pode reusar ou criar OAs com a combinação de ferramentas de autoria, organizados conforme uma sequência de atividades aconselhável, combinado ou não com outros objetos, de forma a ser capaz de atender as necessidades de aprendizagem de determinado conceito matemático. Ao combinar os OAs existentes para formar o seu próprio objeto, o professor poderá criar outro objeto, ou parte dele, exercitando a autoria. Na metodologia proposta, a combinação e os novos objetos devem seguir o sequenciamento de instrução proposta por Wiley (2000) e Gagné (1987), isto é, a instrução pode ser organizada em uma hierarquia de acordo com a complexidade, a qual identifica os pré-requisitos que devem ser seguidos para facilitar a aprendizagem em cada nível. Esses OAs também seguirão a proposta do Ciclo de Kolb (1994) para que a aprendizagem seja realmente efetivada. Assim, eles devem fornecer atividades em que o aluno se envolve com vivências concretas, nas quais realiza observações e reflexões sobre seu contato com o mundo, elaborando conceitos abstratos e generalizações que permitem um novo contato com a realidade, com o objetivo de testar os resultados e suas implicações em novas situações por meio da experimentação ativa.

Nessa metodologia, os OAs de Matemática são construídos usando a combinação de Ferramentas de Autoria eXe e GeoGebra, pois elas permitem ao professor, com pouco conhecimento em informática, manipular, desenvolver e usar esses OAs. Elas permitem a criação de material educacional digital sem que o próprio professor seja um programador, usando estruturas e procedimentos já programados, reunindo-os, agregando conteúdo e forma de tratamento aos dados que dependem de sua estratégia pedagógica. O professor não precisa ser um programador, mas deve ter conhecimentos básicos de informática e capacitação para o uso dessas ferramentas. Assim, as ferramentas de autoria, aliadas à experiência do professor dão mais condições para que o resultado do OA atenda os objetivos de seu uso como ferramenta de apoio ao processo de ensino aprendizagem.

Uma das vantagens dessa metodologia é que ela trabalha com reuso de objetos, diminuindo assim o esforço de desenvolvimento, pois permite continuar usando recursos educacionais, sem extenso pré-projeto ou recodificação, o que garante uma economia de tempo e custo para a produção. Esses objetos podem ser padronizados para facilitar a utilização dos componentes desenvolvidos por outros criados.

res de OAs, aumentando a durabilidade do resultado do esforço de desenvolvimento.

A vantagem de trabalhar com o OAs, ao invés de usar as situações convencionais de sala de aula é a possibilidade de conexões, realizadas pelo aluno e mediadas pelo computador, entre formas de representação mais intuitivas e outras mais abstratas como as equações matemáticas. Essa integração, aluno e OA, oferece um melhor desenvolvimento cognitivo, proporcionando uma melhor construção de conceitos e habilidades matemáticas. Outra vantagem é que o OA registra e apresenta o número de movimentos que o aluno realiza durante a atividade. Essa contagem é importante, pois pode ajudar o professor a verificar como o aluno está resolvendo as situações-problema. Supõe-se que quanto menor o número de movimentos, mais os alunos estão utilizando estratégias para resolver as situações propostas pelo OA.

Considera-se também como vantagem dessa metodologia o uso da combinação de ferramentas de autoria gratuitas para a criação dos novos OAs. Essa escolha se justifica em primeiro lugar por essas ferramentas serem livres e de código aberto, o que diminui o custo de produção para o professor e a instituição de ensino. E também por que as ferramentas de autoria são desenvolvidas com o objetivo de assistir professores e acadêmicos na publicação de conteúdo para *Web* sem que estes necessitem de conhecimentos aprofundados nas linguagens HTML e XHTML. É nesse contexto que este projeto busca dar a sua maior contribuição, pois, a maioria dos professores de Matemática não é especialista em tecnologias computacionais e o uso das ferramentas de autoria dá a liberdade ao professor de criar e gerenciar o conteúdo, de forma que o novo paradigma educacional seja aluno, conteúdo e professor, focados no desenvolvimento, gerenciamento e construção de conhecimentos.

No objeto de aprendizagem construído para exemplificar a metodologia foi usada a combinação das ferramentas de autoria eXeLearning e o Geogebra. Sendo que o GeoGebra foi usado para criar a atividade Seno X Cosseno, com a qual o aluno interage e a aprendizagem ocorre através da experiência e reflexão cumprindo a proposta de Kolb (1984). O eXeLearning foi usado para aglutinar todos os OAs e atividades, organizados em uma sequência de forma hierárquica de crescente complexidade, seguindo as propostas de Gagné (1987) e Wiley (2000).

Como forma de validação da pesquisa, foi proposto um curso de Capacitação de Professores para construção de OAs combinando a ferramenta de autoria eXeLearning e o *software* GeoGebra. Neste curso foi testada a hipótese de que existem ferramentas de autoria e os professores de Matemática podem aprendê-las com facilidade.

Essa capacitação foi oferecida para uma amostra de professores de Matemática e de Laboratório de Informática das escolas estaduais e municipais de Santa Maria, gratuitamente e em contrapartida, eles disponibilizaram seus OAs para a comunidade como um todo, dentro da estratégia de conteúdo aberto e livre. Nesse curso foram construídos oito OAs com atividades contextualizadas envolvendo o conteúdo de Matemática, os quais foram postados no ambiente virtual de aprendizagem Moodle da ULBRA de Santa Maria. Os professores que participaram da Capacitação responderam um questionário sobre o processo de criação de seu OA e outro para avaliar os OAs produzidos pelos seus pares.

Aos dados coletados dos questionários foram aplicados dois testes de significância para a igualdade de duas proporções, com um nível de significância de 5%. No primeiro teste, o resultado levou a aceitar a hipótese de que os professores aprendem rapidamente as ferramentas de autoria para construir OAs, sendo também confirmada pelo teste exato de Fisher.

O resultado do segundo teste foi de aceitação da hipótese de que os OAs atendem critérios de sequenciamento (Gagné e Wiley) e de experimento (Kolb), sendo que o teste de Fisher também a confirma.

Sendo assim, a partir destes testes, comprovou-se a possibilidade de utilização da combinação de ferramentas de autoria para produzir novos OAs, combinando ou não OAs prontos. Especificamente, o uso das ferramentas de autoria eXeLearning e GeoGebra podem ampliar e completar estes OAs, produzindo, assim, novos OAs mais complexos, consistentes e interativos. Desta maneira, ao usar a metodologia proposta nesta tese, o próprio professor do conteúdo a ser desenvolvido pode, onde quer que ele esteja, sozinho, sem necessariamente o apoio de uma equipe de produção, desenvolver seu próprio objeto.

Um ponto que deve ser repensado é que a maioria das ferramentas de autorias não possui muita flexibilidade, pois segue os modelos predefinidos pelo ambiente. Isso, por um lado, é uma vantagem, devido ao fato de que nem sempre o professor

poderá ter a sua disposição um técnico da área de informática, e por outro lado é uma desvantagem, pois o professor fica preso aos modelos da ferramenta.

Como trabalhos futuros, sugere-se a criação de OAs, usando a metodologia proposta, mas a partir de outras ferramentas de autoria *free*, combinadas ou não e também a verificação do grau de aceitação da ferramenta usada pelo professor que quer criar objeto. Esta tese gerou vários artigos conforme apresentado no Apêndice cinco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADL - ADVANCED DISTRIBUTED LEARNING. *The SCORM section of the resource center contains available versions of the Sharable Content Object Reference Model. Edition Overview*. Virginia, 2006. Disponível em: <http://www.adlnet.org> . Acesso em: 10 mar. 2009.

ADL - ADVANCED DISTRIBUTED LEARNING. *Sharable Content Object Reference Model SCORM 2004 - 3. Edition Overview*. Virginia, 2006. Disponível em: <http://www.adlnet.org> . Acesso em: 10 mar. 2009.

AUSUBEL, D. P. *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BASSO, M. V. A. *Espaços de aprendizagem em rede: novas orientações na formação de professores de matemática*. 2003. Tese (doutorado). UFRGS – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE). Porto Alegre: UFRGS, 2003.

BEHAR, P. A.; PASSERINO, L. e BERNARDI, M. Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem. *Revista RENOTE*, v.5, n.2, dez. 2007. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/4bPatricia.pdf> . Acesso em: 11 nov. 2011.

BEIGUELMAN, B. *Curso prático de bioestatística*. Ribeirão Preto (SP): Fundação de Pesquisas Científicas de Ribeirão Preto, 2002.

BETTIO, R. W. ; MARTINS, A. *Objetos de aprendizado: um novo modelo direcionado ao ensino a distância*. Documento online publicado em 17 dez. 2004. Disponível em: <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938> . Acesso em: 20 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação. *Prova Brasil : Ensino Fundamental : matrizes de referência, tópicos e descritores*. Brasília: MEC, SEB; Inep, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação. *SAEB: Ensino Médio: matrizes de referência, tópicos e descritores*. Brasília: MEC, SEB, Inep, 2008.

BRASIL. MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Emtec, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução*. 3ed. Brasília: MEC/SEF, 2001a. v.1.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. 3ed. Brasília: MEC/SEF, 2001b. v.3.

BRASIL. Ministério da Educação. PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação. ENEM: *Ensino Médio: Matrizes de referência, tópicos e descritores*. Brasília: MEC, SEB, Inep, 2009.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática, 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental / Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC /SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 1999.

BROUSSEAU, G. *Theory of didactical situations in Mathematics*. Didactique des Mathématiques. Edited and translated by Nicolas Balacheff et al. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1997.

BROUSSEAU, G. Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, C.; SAIZ, I. (Org). *Didática da Matemática - Reflexões pedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

CASTRO-FILHO, J. A.; FREIRE, R. S.; PASCHOAL, I. V. A. Balança Interativa: um software para o ensino da Álgebra. 2003. *Anais do XVI Encontro de Pesquisa Educacional do Norte Nordeste – EPENN – Aracaju*, 2003.

CARRAHER, T. N. et al. *Na vida dez, na escola zero*. São Paulo: Cortez, 1995.

CISCO Systems Reusable Information Object Strategy, publicada em junho de 1999. Disponível em http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/learning/whitepapers/el_cisco_rio.pdf. Acesso em: 10 out. 2011.

CRUSIUS, M. F. *Alfabetização e correntes construtivas*. Passo Fundo (RS): editora UPF, 1992.

DAHL, O. J. ; NYGAARD, K. SIMULA - An algol based simulation language. *Communications of the ACM*, 9 (9), p. 671-678, 1966.

D'AMBRÓSIO, U. *Etnomatemática: elo entre as tradições e modernidade*. 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

DANTE, R. *Didática da Resolução de Problemas de Matemática*. São Paulo: Ática, 2000.

DEMO, P. *Educar pela pesquisa*. 5. ed. Campinas (SP): Autores Associados, 2002.

DIENES, Z.P. *Aprendizado Moderno da Matemática*. Tradução de Jorge Enéas Fortes. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1970.

eXelearning. Site disponível em: <http://exelearning.org/> Acesso em: 10 abr. 2010.

FALKEMBACH, G. A. M.; GELLER, M.; SILVEIRA, S. R. Desenvolvimento de Jogos Educativos Digitais utilizando a Ferramenta de Autoria Multimídia: um estudo de caso com o ToolBook? Instructor. *Revista RENOTE*, v. 4, n. 1, Julho, 2006. Disponível em: www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a12_21147.pdf Acesso em: 15 set. 2010.

FIORENTINI, D. *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas (SP): Mercado de Letras, 2003.

FLÔRES, M. L. P. O uso do Excel para resolver problema de operações financeiras. *Revista RENOTE* v. 2, n. 2 . 2004. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13678> . Acesso em: 26 out. 2011.

FLÔRES, M. L. P. ; TAROUCO, L. M. R.; REATEGUI, E. B. *Proposta de uma metodologia voltada ao ensino e aprendizagem de Matemática usando objetos de aprendizagem* . Disponível em <http://www.ie2010.cl/posters/IE2010-3.pdf> . Acesso em: 10 nov. 2011.

FLÔRES, M. L. P. ; TAROUCO, L. M. R; BULEGON, A. M.; MUSSOI, E. M. GeoGebra and eXeLearning: applicability in the teaching of Physics and mathematics - *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*. v.9, n.2, p. 61-66. 2010. Disponível em: <http://www.iiisci.org/Journal/SCI/Abstract.asp?var=&id=OL886GV> . Acesso em: 10 nov. 2011.

FLÔRES, M. L. P. ; TAROUCO, L. M. R. Orientações para o sequenciamento das instruções em objeto de aprendizagem . *Revista RENOTE*, v.7, n.1, 2009. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14086/7981> . Acesso em: 10 nov. 2011.

FLÔRES, M. L. P. ; TAROUCO, L. M. R.; REATEGUI, E. B. Diferentes tipos de objetos para dar suporte à aprendizagem. *Revista RENOTE*. v. 6, n. 1, 2008. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14513/8438> . Acesso em: 10 nov. 2011.

FLÔRES, M. L. P. ; TAROUCO, L. M. R.; REATEGUI, E. B. Funcionalidades da ferramenta de autoria para apoiar a construção de objetos de aprendizagem. *Anais do 22º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2011 em DVD*, nov. 2011.

FONSECA, M. C. F. R. (Org.) *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas*. São Paulo: Global, Ação Educativa Assessoria, Instituto Paulo Montenegro, 2004.

GÁLVEZ, G. A Didática da Matemática. In: LENER, D. et al. *Didática da matemática*. São Paulo: Artmed, 2001.

GAGNÉ, R. *Instructional Technology Foundations*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Assoc, 1987.

GAGNÉ, R. *Principles of instructional design*. Fifth Edition. Mason (OH): Cengage Learning, 2005.

GODINO, J.D. *Concepciones, Problemas y paradigmas de Investigación em Didáctica de las Matemáticas*. Sevilla, Espanha: Memórias Del I CIBEM, 1990.

GRAVINA, M. A. Geometria Dinâmica: Uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria. *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Belo Horizonte, p.1-13, nov. 1996.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M.. A aprendizagem Matemática em Ambientes Informatizados. *Anais do IV Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*, v. 1, Brasília, p. 25-35, 1998.

GeoGebra. Site disponível em: <http://www.geogebra.org> . Acesso em: 25 abr. 2010.

GUIMARÃES, K. P. *Desafios e perspectivas para o ensino da Matemática*. Curitiba: Ibpex, 2010.

HARMAN, K.; KOOHANG, A. *Learning objects: Applications, Implications and Future Directions*. Santa Rosa, California: Informing Science Press, 2007 a.

HARMAN, K.; KOOHANG, A. *Learning objects: standards, metadata, repositories, and LCMS*. Santa Rosa, California: Informing Science Press, 2007 b.

HARVEY, B. Technical Evaluation Reports. Learning Objects and Instructional Design, *Open Journal Systems Help* . 2005. Disponível em <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/227/310>. Acesso em: 10 out. 2011.

INAF - INSTITUTO PAULO MONTENEGRO e AÇÃO EDUCATIVA. *4ª indicador Nacional de Alfabetismo Funcional: um diagnóstico para a inclusão social pela educação*. Avaliação de habilidades Matemáticas - INAF, 2004. Disponível em: www.ipm.org.br . Acesso em: 25 jun. 2010.

KAMII, C.; JOSEPH, L.L. *Crianças pequenas continuam reiventando a aritmética: implicações educacionais da teoria de Piaget*. Tradução de Vinícius Figueira. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KENSKI, V.M. Novas tecnologias na educação presencial e a distância. In: BARBOSA, R.L.L. (org) *Formação de Educadores*. São Paulo: Ed. UNESP, 2003.

KOOHANG, A.; HARMAN, K.. *Learning Objects and Instructional Design*. Santa Rosa, Califórnia: Informing Science Press, 2007b.

KOLB, D.. A gestão e o processo de aprendizagem. In: Starkey, K. *Como as organizações aprendem*. São Paulo: Futura/Zumble, 1997.

KOLB, D.. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.

KOSIR, M. A.; FULLER, L.; TYBURSKI, J.; BERANT, L.; YU, M. The Kolb learning cycle in American Board of Surgery In-Training Exam remediation: the Accelerated Clinical Education in Surgery course *American Journal of Surgery*, 196 (5), p. 657-662, 2008.

KULIK, J.A. *Effects of using instructional technology in elementary and secondary schools: what controlled evaluation studies say?* Arlington: SRI International, 2003.

LAMPORT, L., *LaTeX: A Document Preparation System*. 2.ed. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1994.

LERNER, D. *A Matemática na escola: aqui e agora*. 2.ed. Editora Artes Médicas, Porto Alegre, RS, 1995. p.116.

LEVINE, D.M.; BERENSON, M.L. ; STEPHAN, D. *Estatística: teoria e aplicações*. Rio de Janeiro: LTC , Livros Tecnicos e Científicos Ed.S.A., 2000.

MAIA, C. Ferramentas aliadas. *Revista Aprender*. Edição Setembro/Outubro 2002. Disponível em: www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=970. Acesso em: 12 maio 2010.

MARINS, V. Realidade Virtual em Educação Criando Objetos de Aprendizagem com VRML. *Revista digital da CVA-RICESU*, set. 2007. Disponível em: http://www.ricesu.com.br/colabora/n15/artigos/n_15/id02d.htm. Acesso em: 10 out. 2011.

MARTINEZ, G. J. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO (org). *Educação e novas tecnologias: esperança ou incertezas*. São Paulo, Cortez; Brasília, Unesco, 2004.

MOODLE – Learning Management System. Disponível em <http://moodle.org/>. Acesso em: 11 nov. 2008.

MOREIRA, P.C. e DAVID, M.M.S. *A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MERRIL, M. D. Instructional transaction theory (ITT): Instructional design based on knowledge objects. In: REIGELUTH, C. M. (Ed.), *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, 1999. p. 397- 424.

MUNIZ, C. A. *Mediação do conhecimento matemático: (re)educação matemática*. Brasília: UnB - FE, 2001.

NCSM - The National Council Supervisors of Mathematics in Lorenzato Século Matemática é recomendável. *Revista Zetetiké*. ano 1, n. 1, p. 41-42, 1993.

NOTARE, M. R. e BEHAR, P. A. Aprendizagem de Matemática em Ambientes Virtuais: o ROODA Exata como Possibilidade. *Revista RENOTE*, v. 7, n1, Julho, 2009. Disponível em:

<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2009/index.html> Acesso em: 25 jun. 2010.

OLIVEIRA, E.M. *Metodologia para o uso da informática na educação*. Educação Matemática em Revista, n. 23, p.57-60, abr. 2005.

PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da Informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PENTEADO, M. G.; BORBA, M. de C. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

PERES, G. Prática reflexiva do professor de matemática. In: BICUDO, M.A.V; BORBA, M.C. *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004.

PIAGET, J. *Psicologia e epistemologia: Para uma teoria do conhecimento*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1991.

PIAGET, J. *Abstração Reflexionante*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas*. Primeira reimpressão. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciências, 1986.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Tradução e adaptação Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

POLSANI, P. Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information*. S.I., v.3, n.164, fev. 2003.

PONTE, J.P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

REIGELUTH, C. M. The elaboration theory: Guidance for scope and sequence decisions. In: REIGELUTH, C. M. (Ed.), *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates. 1999. p. 5-29.

RODRIGUES, A. ; TAROUCO, L.M.R ; KONRATH, M.L.; MEZZARI, A.. Autoria e empacotamento de conteúdos. *Revista RENOTE*. v. 7 n. 3, dez. 2009. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13503/8839> . Acesso em: 11 fev. 2010.

SÁ, C. S.; MACHADO, E. C. *O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem*. Disponível em: <http://www.abed.org.br/seminario2003/texto11.htm>. Acesso em: 18 jun. 2004.

SANTANCHÉ A. e SILVA, L. A.M. *Autoria de objetos digitais complexos baseada em documentos através da anotação semântica de conteúdo*. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br:8080/colecoes/wtdbd/2008/004.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2010.

TAROUCO, L.; DUTRA, R. L.S. SCORM e portabilidade: motivação e possibilidades. *Revista RENOTE*, v. 5 n 1, Jul. 2007. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/> . Acesso em: 11 jun. 2009.

VALENTE, J. A. *Formação de profissionais na área de informática em educação*. Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas (SP): Gráfica Central da Unicamp, 1993.

VALENTE, J. A. Formação dos professores: diferentes abordagens pedagógicas. In: VALENTE, J.A. (org). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas (SP): UNICAMP/NIED, 1999.

VAN PATTEN, J.; CHAO, C.I. ; REIGELUTH, C.M. *A review of strategies for sequencing and synthesizing instruction*. *Review of Educational Research*, 56(4), 437-471. 1986.

VERGNAUD, G. *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Paris: Peter Lang, 1994.

VERGNAUD, G. A gênese dos campos conceituais. In: GROSSI, E. P. (org). *Por que ainda há quem não aprende a teoria?* Petrópolis: Vozes, 2003.

VIDAL, E. M. *et al. Educação, Informática e Professores*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.

VYGOTSKY, L.S. *Obras Escogidas: problemas de psicologia geral*. Fuenlabrada. Madrid: Gráficas Rogar, 1982. 387 p.

WILEY, D.A. *The Instructional Use of Learning Objects*. Bloomington IN: Agency for Instructional Technology (AIT) / Association for Educational Communication and Technology (AECT), 2002. Disponível em: <http://reusability.org/read/> . Acesso em: 11 abr. 2009.

WILEY, D. A. *Connecting learning objects to instructional design theory : a definition, a metaphor, and a taxonomy* . 2002. Disponível em: <http://reusability.org/read/> . Acesso em: 28 abr. 2007.

WILEY, D. A. *Learning object design and sequencing theory*. Doctoral dissertation. Provo (Utah): Brigham Young University. 2000.

W3C. *Authoring Tool Accessibility Guidelines 2.0 – Working Draft*. Disponível em: www.w3.org/TR/ATAG20>. Acesso em: 25 mai. 2009.

APÊNDICE 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PGIE/CINTED

CAPACITAÇÃO – CRIAÇÃO de OA USANDO A METODOLOGIA PROPOSTA

Professor (a) – Você já criou o seu OA usando a metodologia proposta, agora gostaria que você respondesse este questionário sobre o processo de construção do OA. Esses dados ajudarão a autora validar o projeto. A autora agradece sua colaboração.

OA criado:.....

1-A ferramenta de autoria eXe, proposta pela autora para criar o OA foi usada facilmente?

()Concordo fortemente ()Concordo parcialmente ()Neutro

()Discordo parcialmente ()Discordo fortemente

Em caso negativo, comente/descreva as dificuldades percebidas (opcional)

.....

2-A ferramenta tem todas as funções e potencialidades que eu espero que tenha.

()Concordo fortemente ()Concordo parcialmente ()Neutro

()Discordo parcialmente ()Discordo fortemente

Em caso negativo, comente/descreva os aspectos em que sentiu carências na ferramenta (opcional)

3- De forma geral, estou satisfeito com a facilidade de usar a ferramenta.

()Concordo fortemente ()Concordo parcialmente ()Neutro

()Discordo parcialmente ()Discordo fortemente

4- Sou capaz de completar rapidamente meu trabalho usando a ferramenta.

Concordo fortemente Concordo parcialmente Neutro

Discordo parcialmente Discordo fortemente

5- As mensagens de erro da ferramenta explicam claramente como corrigir o problema.

Concordo fortemente Concordo parcialmente Neutro

Discordo parcialmente Discordo fortemente

6- Sempre que cometo um engano usando a ferramenta, recupero fácil e rapidamente o que fazia.

Concordo fortemente Concordo parcialmente Neutro

Discordo parcialmente Discordo fortemente

7- A informação (help, mensagens de tela e outras documentações) disponível na ferramenta é clara.

Concordo fortemente Concordo parcialmente Neutro

Discordo parcialmente Discordo fortemente

8- Você combinou diferentes ferramentas para criar um OA.

Concordo fortemente Concordo parcialmente Neutro

Discordo parcialmente Discordo fortemente

Informe as ferramentas utilizadas?

.....

9- O GeoGebra para criar o OA, ou parte dele, proposto pela autora faz o que foi proposto de forma correta?

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

10- O acesso a esse programa é rápido?

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

11-A execução do programa é confiável?

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

12-Você encontrou OAs, de conteúdo ou atividade, prontos para reuso.

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

13-Você precisou completar o OA encontrado?

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

14- Acredito que produzirei OA rapidamente usando a proposta da autora.

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

15- É fácil encontrar OAs que eu preciso.

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

APÊNDICE 2

ANÁLISE DO OA

Caro professor (a). Você analisará os objetos de seus colegas de capacitação. Favor responder este questionário sobre o OA analisado. (um questionário para cada objeto)

OA analisado:.....

1-O OA tem um objetivo claro para o conteúdo que se propõe.

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

2-No OA foram respeitados os pré requisitos para este conteúdo.

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

3-O conteúdo respeitou o sequenciamento proposto por Gagné e Wiley.

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

4-O conteúdo foi apresentado usando diferentes mídias (textos, figuras, som,...)

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo
 Discordo fortemente Não se aplica

5-O conteúdo foi colocado de forma clara e contextualizado

- Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

6- A linguagem está de acordo com a faixa etária

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

7-O OA possibilita **interação** com o aluno.

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

8-O OA permite **reflexão** do conteúdo através da **experiência** (segue Kolb).

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

9-O OA pode ser **disponibilizado** em diferentes plataformas computacionais.

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

10-O objeto permite **navegabilidade** nos conteúdos?

Concordo fortemente Concordo Neutro Discordo

Discordo fortemente Não se aplica

Obrigada pela colaboração.

APÊNDICE 3

Avaliação – Capacitação do curso de criação de Objetos de Aprendizagem usando eXeLerning e GeoGebra

Prezados Professores

Nós estamos interessados em avaliar de vários modos o grau em que este curso satisfaz suas necessidades e até que ponto o formato do curso afetou ou satisfaz suas necessidades.

Uma parte importante de nossa análise será baseada em sua experiência. Para cada fator, nós gostaríamos que você respondesse três perguntas.

A primeira pergunta lhe pedirá que avalie o curso de forma absoluta, em outras palavras, pensando no curso em si mesmo.

A segunda pergunta lhe pedirá que compare este curso com outros, mais tradicionais que tenha feito ou que conheça.

Finalmente, nós gostaríamos de pedir-lhe para quantificar quão importante é para você, aquele fator.

Agradecemos antecipadamente o esforço e a atenção que dedicarem a esta pesquisa.

M. Lucia

Nome: _____

Seção 1: Abrangência do conteúdo.

As primeiras três perguntas buscam detectar quão adequadamente o curso cobriu o conteúdo, isto é, mostrou o eXe e o GeoGebra para após serem usados para criar Objetos de Aprendizagem.

1 A abrangência dos conteúdos (eXe, GeoGebra, Objeto de Aprendizagem) do curso foi:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não suficiente			a quantidade certa				Demasiado	

Comparado a um " curso tradicional ":

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uma abrangência menor foi coberta			A mesma abrangência de material foi coberta				Uma abrangência muito maior de material foi coberta	

Quão importante para você é ser exposto a uma ampla abrangência de conteúdos?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante				Muito importante	

Comentários:

2 A profundidade dos conteúdos abrangidos neste curso era:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não suficiente			A quantia certa				Demasiado	

Comparado a um " curso tradicional ":

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Material foi coberto em muito menor profundidade			Material foi coberto com a mesma profundidade				Material foi coberto em muito maior profundidade	

Quão importante para você é a profundidade dos conteúdos abrangidos?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante				Muito importante	

Comentários:

3 A quantidade de material coberta neste curso era:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Insuficiente	A quantia certa						Demasiada	
Comparado a um " curso tradicional ":								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito menos material foi coberto			A mesma quantia de material foi coberto			Muito mais material foi coberto		
Quão importante para você é o curso cobrir bastante material?								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante			Muito importante		

Comentários:**Seção B: Estratégias de ensino aprendizagem**

4 As próximas perguntas lhe pedem que avalie aspectos de como o curso foi conduzido e estruturado.

A oportunidade para discussão neste curso era:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Insuficiente			A quantia certa			Demasiado		
Comparado a um "curso tradicional ", a oportunidade para discussão neste curso era:								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito menos			Praticamente a mesma			Muito mais		
Quão importante a discussão é na sua aprendizagem?								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante			Muito Importante		

Comentários:

5 A oportunidade para integrar conteúdos (eXe, GeoGebra e Objetos de Aprendizagem) neste curso era:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Insuficiente			Na dose certa			Demasiado		
Comparado a um " curso tradicional ", quanta oportunidade integrar material você teve ?								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito menos			Praticamente a mesma			Muito mais		

ma

Quão importante é a oportunidade para sintetizar material para você?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Não importante

Razoavelmente impor-
tante

Muito importante

Comentários:

6 A oportunidade para colocar a experimentação, a reflexão e a sequenciação do conteúdo na criação do objeto de Aprendizagem, neste curso era:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Insuficiente

Na dose certa

Demasiado

Comparado a um " curso tradicional ", quanta oportunidade de integrar experimentação, reflexão e sequenciação você teve ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Muito menos

Praticamente a mes-
ma

Muito mais

Quão importante é a oportunidade para integrar experimentação, reflexão e sequenciação para você?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Não importante

Razoavelmente impor-
tante

Muito importante

Comentários:

Seção C: Assuntos gerais

7 As últimas perguntas solicitam algumas avaliações globais do impacto do curso e seu esforço nisto.

Quão bem você poderá usar o material deste curso no futuro?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Não muito bem

Razoavelmente

Muito bem

Comparado a um " curso tradicional ", quão bem você poderá usar o material deste curso no futuro?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Muito menos

Praticamente o mes-
mo

Muito mais

Quão importante é para você poder **usar o** material do curso no futuro?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante				Muito importante	

Comentários:

8 Quanto você aprendeu neste curso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não muito			Razoavelmente				Muito	

Comparado a um "curso tradicional", quanto aprendeu você neste curso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito menos			Praticamente o mesmo				Muito mais	

Quão importante está sendo aprender novos conteúdos para você?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante				Muito importante	

Comentários:

9 Quanto você gostou deste curso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não muito			Razoavelmente				Muito	

Comparado a um " curso tradicional", quanto você gostou deste curso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito menos			Praticamente o mesmo				Muito mais	

Quão importante para você é gostar de um curso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Não importante			Razoavelmente importante				Muito importante	

Comentários:

10 Quanto esforço você investiu neste curso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Não muito				Uma quantia adequada				Uma grande quantidade
				da				de
Comparado a um " curso tradicional ", quanto esforço você investiu neste curso?								
	1	2	3	4	5	6	7	8 9
Muito menos				Praticamente o mesmo				Muito mais
Quão importante para você é trabalhar duro?								
	1	2	3	4	5	6	7	8 9
Não importante				Razoavelmente importante				Muito importante

Comentários:

11 Quão valioso foi este curso para você?

	1	2	3	4	5	6	7	8 9
Não muito				Razoavelmente				Muito
Comparado a um " curso tradicional ", quanto você valorizaria este curso?								
	1	2	3	4	5	6	7	8 9
Muito menos				Praticamente o mesmo				Muito mais
Quão importante para você é valorizar um curso?								
	1	2	3	4	5	6	7	8 9
Não importante				Razoavelmente importante				Muito importante
Você recomendaria este curso para alguém?								
	1	2	3	4	5	6	7	8 9
Não				Talvez				Certamente

Comentários:

APÊNDICE 4

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da **Capacitação de professores – Construção de objetos de aprendizagem combinando o eXe Learning e o GeoGebra.**

Você foi selecionado através de sorteio e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição ULBRA -SM.

Os objetivos deste estudo são testar a hipótese de que existem ferramentas de autoria e os professores de Matemática podem aprendê-las com facilidade. Sua participação nesta pesquisa consistirá em participar do curso de Capacitação e construir um objeto de aprendizagem usando a metodologia proposta.

As informações obtidas através dessa pesquisa (questionários) serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.

Os objetos de aprendizagem construídos com ferramentas de autoria serão colocados no MOODLE da ULBRA Santa Maria, os quais poderão ser acessados por todos livremente.

Você receberá uma cópia deste termo em que consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Maria Lucia Pozzatti Flôres (nome do pesquisador principal)

Orquídeas 192, Bairro Patronato, CEP 97020-570

Telefone - 3223-1612

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Sujeito da pesquisa

APÊNDICE 5

A proposta dessa tese foi transformada em artigo e apresentada no Congresso Iberoamericano de Informática Educativa –IE 2010 , Chile, em 2010, sob o título de “Proposta de uma metodologia voltada ao ensino e aprendizagem de Matemática usando objetos de aprendizagem”, o qual está disponível em <http://www.ie2010.cl/posters/IE2010-3.pdf>

Essa tese ainda gerou os seguintes artigos:

GeoGebra and eXeLearning: applicability in the teaching of Physics and mathematics - Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. v. 9, n. 2, p. 61-66. 2010. Disponível em: <http://www.iiisci.org/Journal/SCI/Abstract.asp?var=&id=OL886GV>

Orientações para o sequenciamento das instruções em objeto de aprendizagem – Revista RENOTE - Novas Tecnologias na Educação, CINTED/UFRGS, V.7, N.1, 2009. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14086/7981>

Diferentes tipos de objetos para dar suporte à aprendizagem. RENOTE. CINTED/UFRGS, V. 6 N. 1, 2008. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14513/8438>

Funcionalidades da ferramenta de autoria para apoiar a construção de objetos de aprendizagem, Anais do 22º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2011, 21 a 26 de novembro de 2011.