

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CARLOS EDUARDO MILANEZI VIEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM
ESPECIFICAÇÕES DE NORMATIZAÇÃO PARA O CASO DE SUPORTE AO
ENSINO DE FUNÇÕES.**

CRICIÚMA, JUNHO DE 2007.

CARLOS EDUARDO MILANEZI VIEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM
ESPECIFICAÇÕES DE NORMATIZAÇÃO PARA O CASO DE SUPORTE AO
ENSINO DE FUNÇÕES.**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
Obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da
Computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense.

Orientador: Prof. M.Eng. Evânio Ramos
Nicoleit

CRICIÚMA, JUNHO DE 2007.

CARLOS EDUARDO MILANEZI VIEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM
ESPECIFICAÇÕES DE NORMATIZAÇÃO PARA O CASO DE SUPORTE AO
ENSINO DE FUNÇÕES, LIMITES E DERIVADAS.**

Submetido ao corpo docente do Departamento de Ciência da Computação da
Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Profª. M.Sc. Ana Claudia Garcia Barbosa
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

Banca Examinadora:

Prof. M.Eng. Evânio Ramos Nicoleit (UNESC)
Orientador

Profª. M.Sc. Elisa Netto Zanette (UNESC)

Prof. M.Sc. Silvia Helena Mangilli (ESUCRI/FASC)

Dedico este trabalho à memória do meu pai que incentivou o ingresso no curso, à minha mãe e à minha esposa que foram meus alicerces durante este período.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a todos os que participaram de alguma maneira na execução deste trabalho, por meio de informações técnicas, ou simplesmente por mostrar os caminhos a seguir em relação a todas as dificuldades de relacionamento, de superação, de expectativa de sucesso... Especialmente ao professor Evânio que foi o orientador do trabalho e quem não mediu esforços para estabelecer mais que uma relação professor/aluno, mas sim uma parceria de franqueza e amizade que nos permitiu discutir todos os temas em alto nível e chegarmos ao resultado com ampla satisfação.

Também agradeço a minha esposa por toda a paciência e apoio neste período, a minha mãe que sempre teve uma palavra amiga e ao meu pai pelas lembranças que ficaram gravadas em minha memória e que sempre forneceram uma motivação para mostrá-lo, onde estiver, que consegui atingir o objetivo com o qual um dia sonhamos juntos.

Finalmente agradeço pela fé em Deus e todo o conforto que ele nos traz fornecendo inexplicavelmente a força que eu não sabia ter.

O computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento.

Luiz Antonio de Moraes.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem direcionado à área da matemática, baseado no padrão SCORM, acessível pela internet, usando recursos de multimídia como figuras, animações e sistemas interativos para facilitar a compreensão do assunto tratado. Uma vez que os recursos de informática se tornaram acessíveis para instituições de ensino, professores e alunos, muitos educadores passaram a vislumbrar nesta tecnologia a possibilidade de melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Os materiais computacionais preparados para dar suporte ao ensino são conhecidos por objetos de aprendizagem e suas características principais são: capacidade de ser localizados e acessados pela internet, ser executados independente de plataforma e possibilidade de reaproveitamento em contextos diversos. Para se atingir este resultado é imprescindível o uso de padronização no desenvolvimento de tal recurso. O trabalho aborda as definições do padrão SCORM, IMS e AICC para os tipos de materiais instrucionais e objetos de aprendizagem e como o conteúdo é organizado internamente no objeto. Também explora a criação das páginas Web que compõe o objeto e o desenvolvimento da interatividade deste com o aluno – obtida a partir da linguagem Java com recursos de criação de gráficos e interpretação automática das funções matemáticas. Aspectos pedagógicos acerca da produção e utilização, nas modalidades presencial e a distância, dos objetos de aprendizagem também são discutidos.

Palavras-Chave: Objeto de aprendizagem, Padrão SCORM, Educação a Distância, Java.

ABSTRACT

This paper shows the development of a Learning Object relatively to mathematics, based in SCORM standardization, accessible in the Internet, using multimedia resources like pictures, animations and interactive system to facilitate comprehension to treated subject. Once than resources of information technology are turned accessible to educational institutions, teachers and learners, many educators saw in this technology the possibility to improve the learning process. The computational materials prepared to support the learning are called learning objects and the main characteristics are: capable to be located and accessed in the Internet, be executed independent of platform and possibility to be reused in diverse context. To have this result is necessary the use of standardization to the development of this resource. This work shows the definitions to the SCORM, IMS and AICC standardizations, the kinds of instructional materials and learning objects and how his content is organized. Also explore the Web page creation that it composes the learning object and the development of interactivity with the learner – obtained with the Java language and with graphs resources and mathematical interpretation of the functions. Pedagogical aspects about the production and use, on the face and the distance, of the learning objects are also discussed.

Keywords: Learning Object, SCORM Standard, Education on the Distance, Java.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura ideal de um objeto de aprendizagem segundo IMS	25
Figura 2. Incorporações do padrão SCORM.....	26
Figura 3. Interface do AulaNet	33
Figura 4. Interface do WebCT	34
Figura 5. Interface do Blackboard.....	35
Figura 6. Interface da página inicial do Learnloop utilizado na UNESC	37
Figura 7. Interface do Learnloop utilizado na UNESC, na página da disciplina.....	37
Figura 8. Representação gráfica da reta tangente.....	44
Figura 9. Curvas em que a reta a toca em mais de um ponto.....	45
Figura 10. Plano cartesiano sem a técnica de mapeamento	48
Figura 11. Gráfico de barras no JFreeChart.....	51
Figura 12. Gráfico de linhas criado no JFreeChart	51
Figura 13. Exemplo de <i>assets</i>	58
Figura 14. Exemplo de SCO	59
Figura 15 Organização do conteúdo de acordo com o padrão SCORM.....	59
Figura 16. Diagrama conceitual do empacotamento de conteúdo	60
Figura 17 . Migração da estrutura do objeto para árvore de sequenciamento.....	74
Figura 18. Exemplo de gráfico do tipo XY criado no JFreeChart	80
Figura 19. Tela inicial do objeto de aprendizagem	84
Figura 20. Animação que exemplifica uma função	84
Figura 21. Imagem de gráfico para exemplo do conceito abordado	85
Figura 22. <i>Applet</i> Java para interatividade do aluno com o objeto	85
Figura 23. Gráfico com 2 funções simultaneamente.....	86
Figura 24. Opções de navegação no objeto.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exemplo da <i>tag manifest</i>	61
Quadro 2. Exemplo da <i>tag metadata</i>	62
Quadro 3. Exemplo da <i>tag organizations</i>	62
Quadro 4. Exemplo da <i>tag item</i>	63
Quadro 5. Exemplo da <i>tag resources</i>	63
Quadro 6. Exemplo da <i>tag lom</i>	64
Quadro 7. Exemplo da <i>tag general</i>	65
Quadro 8. Exemplo da <i>tag classification</i>	66
Quadro 9. Exemplo da <i>tag lifeCycle</i>	67
Quadro 10. Exemplo da <i>tag technical</i>	68
Quadro 11. Exemplo da <i>tag metaMetadata</i>	68
Quadro 12. Exemplo da <i>tag educational</i>	69
Quadro 13. Exemplo da <i>tag rights</i>	70
Quadro 14. Incorporação do arquivo de metadados ao manifesto.....	70
Quadro 15. API do objeto de aprendizagem para localização do LMS.....	72
Quadro 16. Funções <i>initialize</i> e <i>terminate</i> da API do objeto	73
Quadro 17. Alterações no código java para convertê-lo em <i>applet</i>	79
Quadro 18. <i>Tag</i> html para inserção de <i>applet</i> com referencia às bibliotecas de compilação Java	79
Quadro 19. Utilização da classe <i>jfreechart</i>	81
Quadro 20. Operadores e funções matemáticas com JEP	82
Quadro 21. Programação de interpretador matemático com JEP	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Limite de $f(x) = x + 1$, com $x \rightarrow 1$	41
Gráfico 2. Limite de $f(x) = 1/x$, com $x \rightarrow 0$	42
Gráfico 3. Limite de $f(x) = 1/x^2$, com $x \rightarrow 0$	43
Gráfico 4. Limite de $f(x) = 1/x$, com $x \rightarrow \infty$	44
Gráfico 5. Determinação de uma variação de x para o cálculo da derivada	45
Gráfico 6. A reta se aproxima da tangente de P	46

LISTA DE SIGLAS

ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
AICC	<i>Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CORDRA	<i>Content Object Repository Discovery and Resolution Architecture</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
IMS	<i>Instructional Management System</i>
JEP	<i>Java Expression Parser</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
LMS	<i>Learning Management System</i>
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RELPE	Rede Latino-americana de Portais Educativos
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
SCO	<i>Shareable Content Object</i>
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
SWF	<i>Small Web Format</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL.....	16
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	19
2.1	CARACTERÍSTICAS DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	20
2.2	PADRONIZAÇÃO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	22
2.2.1	Padrão IMS	23
2.2.2	Padrão SCORM.....	25
2.2.3	Padrão AICC.....	27
2.3	ASPECTOS PEDAGÓGICOS DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	29
3	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE APRENDIZAGEM	32
4	CONCEITOS MATEMÁTICOS	39
4.1	NOÇÃO DE FUNÇÕES	39
4.2	NOÇÃO DE LIMITES	40
4.3	NOÇÃO DE DERIVADAS.....	44
5	GRÁFICOS	48
6	O JAVA NO CONTEXTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	50
7	TRABALHOS CORRELATOS	53
8	DESENVOLVIMENTO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM.....	56
8.1	SCORM	56
8.1.1	SCORM – Modelo de Montagem de Conteúdo	57
8.1.1.1	Modelo de Conteúdo.....	58
8.1.1.2	Empacotamento de conteúdo	60
8.1.1.3	Metadados	61
8.1.1.4	Criação do Manifesto	61
8.1.1.5	Criação dos Metadados	64
8.1.2	SCORM – Ambiente de Execução	70
8.1.3	SCORM – Sequenciamento e Navegação	74
8.2	DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO - HTML	75
8.2.1	Figuras	76
8.2.2	Animações.....	76
8.2.3	Interatividade Com Java.....	77
8.2.3.1	<i>Applet</i> Java	78
8.2.3.2	JFreeChart	80
8.2.3.3	Java Expression Parser - JEP	82
8.3	CONTEÚDO PEDAGÓGICO	83
8.4	GUIA DO PROFESSOR	88

CONCLUSÃO 89

REFERÊNCIAS 92

1. INTRODUÇÃO

A educação superior historicamente mostra que as ciências exatas são áreas em que os alunos apresentam dificuldades no processo de aprendizagem. Constantemente ocorrem desníveis na formação destes alunos, além de as diferentes exigências dos programas curriculares agravarem o problema. Uma experiência pode ser discutida a partir do estudo de um grupo de professores da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), no curso de matemática, relativamente à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, que buscam investigar este contexto e estabelecer alternativas para esta área em questão (ZANETTE, 2006).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) vêm sendo cada vez mais utilizadas na educação. O uso das TICs no ensino de matemática possibilita novas práticas pedagógicas. Permite, pelo uso de seus recursos tecnológicos, pesquisar, fazer antecipações e simulações, confirmar idéias prévias, experimentar, criar soluções e construir novas formas de representação mental. Objetos de aprendizagem vêm se mostrando como uma alternativa aos professores como elemento de apoio ao processo ensino-aprendizagem.

Partindo deste diagnóstico, o presente projeto busca o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem para apoio ao ensino de funções, correspondente à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I na graduação, visando a superação das dificuldades na apropriação dos conhecimentos científicos matemáticos.

Objeto de aprendizagem pode ser definido como um material didático disponibilizado em módulos autocontidos. É importante observar que o objeto deve ser desenvolvido para ser acessado na Internet, independente de plataforma, garantindo características de reutilização, interoperabilidade, acessibilidade, possibilidade de

produção colaborativa e compartilhamento de seus conteúdos em ambientes virtuais de aprendizagem para o seu armazenamento através da publicação na Web. Desta forma, este objeto poderá ser integrado posteriormente a outros materiais com a mesma finalidade educacional.

Para tanto, o desenvolvimento precisa seguir uma padronização que orientará acerca da inserção de informações de busca, armazenamento, finalidade, autoria e outras características dos objetos, além de indicar quais recursos digitais são aceitos na criação do conteúdo instrucional. Atualmente existem diversas especificações que normatizam o desenvolvimento dos objetos. Entre as principais especificações podemos destacar o *Instructional Management System (IMS) Learning Design*, o *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)* e o *Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee (AICC)*. Um estudo comparativo entre estes padrões resultará na seleção que garanta o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem com as características que lhes são desejáveis.

O objeto de aprendizagem nos dias de hoje deve conter naturalmente recursos de multimídia como, textos completos, imagens em movimento, som, entre outros, para melhor apresentar as teorias envolvidas na área e, além disso, possibilitar simulações de forma a que o aluno e o professor consigam manipular informações e construir conhecimento por meio de interações com o respectivo objeto. Estas simulações são advindas de representações dos problemas ou exemplos propostos, com as quais o aluno possa interagir.

Por fim um objeto de aprendizagem deve ser acompanhado de um Guia do Professor, que é uma documentação que orienta o professor sobre o conteúdo do objeto e presta sugestão de roteiro de aula.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um objeto de aprendizagem, independente de plataforma, para a área de matemática, seguindo uma padronização para o seu desenvolvimento que garantam as características de reutilização, interoperabilidade e acessibilidade, utilizando recursos multimídia e permitindo interação com o usuário.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente projeto são:

- a) compreender os conceitos dos objetos de aprendizagem;
- b) conhecer os padrões SCORM, IMS e AICC de desenvolvimento de objetos de aprendizagem;
- c) entender os conceitos de Computação Gráfica e demais características multimídia associados ao projeto;
- d) compreender a utilização de Java em interfaces web;
- e) desenvolver um objeto de aprendizagem didático compatível com as metodologias para o ensino;
- f) oferecer suporte tecnológico para o ensino de funções, correspondentes à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, por meio da elaboração do objeto de aprendizagem com recursos de simulações e de multimídia.

1.3 JUSTIFICATIVA

O uso de novas tecnologias vem modificando as perspectivas na educação. Com estes recursos tecnológicos, o professor pode oferecer aos seus alunos um curso mais dinâmico e atrativo. A utilização de objetos de aprendizagem (e suas combinações) pode contribuir para uma melhoria do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o aluno se sente mais envolvido com os projetos oferecidos pelo professor. O acadêmico pode assim usar simulações de situações já apresentadas como uma ferramenta para suporte do processo de construção do conhecimento.

Por outro lado, baseados em experiências na produção de conteúdos e objetos para ambientes virtuais de aprendizagem, pesquisadores têm sentido a necessidade da utilização de padrões e modelos para o desenvolvimento desta tecnologia de apoio ao ensino. O objetivo da padronização é buscar uma maneira de armazenar, localizar e definir o método de desenvolvimento dos objetos facilitando o reaproveitamento do material.

A elaboração e implementação de um objeto de aprendizagem visam prover uma melhoria no tratamento e na produção do conhecimento, além de permitir ao aluno uma ligação entre a área estudada e a computação.

O desenvolvimento do objeto de aprendizagem será realizado de modo que ele seja acessível pela Internet, fazendo a integração do Java com o conteúdo da interface Web, e também com o conteúdo multimídia utilizado. Além disso, a criação da interatividade baseia-se nos conceitos de computação gráfica, possibilitando que o aluno tenha uma forma mais interativa e compreensível de construir o conhecimento.

Como base para o desenvolvimento do objeto de aprendizagem, serão necessários estudos e seleção de um padrão para ser adotado. Este estudo será

importante para a concepção e o desenvolvimento de objetos que futuramente venham a ser construídos, permitindo que objetos criados por pessoas de diferentes lugares, sejam passíveis de integração, e com isto se forme uma crescente rede de objetos com a mesma finalidade e que possam, em seu conjunto, facilitar a formação do conhecimento em diversos níveis.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por 8 capítulos: no capítulo 1 são apresentados os objetivos e a justificativa para a escolha do tema; no capítulo 2 são discutidos os objetos de aprendizagem, suas características, os padrões desenvolvidos para a criação destes materiais e quais as suas características pedagógicas; o capítulo 3 trata dos sistemas de gerenciamento de aprendizagem, também conhecidos por Ambiente Virtual de Aprendizagem; os conceitos matemáticos envolvidos no desenvolvimento deste objeto de aprendizagem são abordados no capítulo 4; no capítulo 5 é discutida a teoria da computação gráfica envolvida na criação de gráficos em computação; no capítulo 6 é abordado o desenvolvimento de sistemas interativos com a linguagem de programação Java; alguns trabalhos correlatos são apresentados no capítulo 7; e finalmente o capítulo 8 mostra o desenvolvimento do trabalho, o estudo do padrão SCORM, a criação do conteúdo html e seus recursos multimídia, o desenvolvimento da interatividade com as ferramentas do Java, a definição da abordagem pedagógica e o guia do professor.

2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

O conceito de Objeto de Aprendizagem (OA), ou *Learning Object*, pode ser abordado como um material didático disponibilizado em módulos autocontidos, suportado pelas TICs e que possa ser utilizado, reutilizado e/ou referenciado. Existem denominações diversas para este tipo de estrutura, o que dificulta a formação de uma acepção que atenda a todos os entendimentos sobre o tema.

Conforme Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003), os objetos de aprendizagem são quaisquer recursos que possam ajudar no processo de ensino e ser reutilizados em diversos contextos. Este conceito é relativamente abrangente, pois não delimita o tipo de recurso que caracteriza os objetos de aprendizagem e abre a possibilidade para que sejam considerados como tal quaisquer elementos, físicos ou não, criados para dar suporte ao aprendizado.

Uma definição que aproxima os objetos de aprendizagem da informática é dada por Wiley (2001, tradução nossa), quando argumenta que estes objetos são recursos digitais que podem ser utilizados para dar suporte ao ensino, e que são construídos de forma a dividir o conteúdo em pequenos módulos reutilizáveis em diversos ambientes seguindo os princípios da orientação a objetos.

E ainda, um conceito mais específico:

Um objeto de aprendizagem tem como função atuar como recurso didático interativo, abrangendo um determinado segmento de uma disciplina e agrupando diversos tipos de dados como imagens, textos, áudios, vídeos, exercícios, e tudo o que pode auxiliar o processo de aprendizagem. Pode ser utilizado - tanto no ambiente de aula, quanto na Educação à Distância (MACHADO; SILVA, 2005).

Este conceito já trata dos objetos como elementos preparados a fim de dar apoio ao ensino e delimitando de maneira clara os tipos de recursos que eles podem utilizar.

Pode se, portanto, definir com base nestes conceitos um objeto de aprendizagem: Objeto de aprendizagem é um recurso digital que pode ser utilizado como auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, e que tem a capacidade de ser reutilizado em vários contextos de maneira a facilitar a apropriação do conhecimento.

Conforme *Learning Technology Standards Committee* LTSC (2001), a reutilização dos objetos permite que vários deles sejam agrupados para formar um novo contexto. Esta idéia sugere uma analogia entre os objetos de aprendizagem, que podem ser relacionados entre si, com um brinquedo infantil Lego, onde vários blocos são encaixados uns nos outros e formam objetos maiores (HODGINS; CONNER, 2000, tradução nossa).

Além disso, os objetos devem ser concebidos com a premissa de ser facilitadores na construção do conhecimento, e devem servir como instrumento para que o aluno construa o seu entendimento sobre o assunto que esta sendo abordado.

Pode-se utilizar um objeto de aprendizagem, por exemplo, para realizar simulações de experiências e atividades práticas. Ele permite que o aluno teste, de maneira prática e interativa, inúmeras possibilidades do exercício proposto, que, se tivesse sido estudado apenas teoricamente, não estimularia tanto a aprendizagem do conteúdo (MACHADO; SILVA, 2005).

Desta forma os objetos de aprendizagem devem ser projetados de forma a integrar-se com outros semelhantes e que esta junção possibilite a criação de contextos maiores. Para poder atingir esta meta, os objetos de aprendizagem devem ser munidos de algumas características que serão discutidas a seguir.

2.1 CARACTERÍSTICAS DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Objetos de aprendizagem são módulos que tem o objetivo de se ligarem e facilitar a construção do conhecimento. É necessário que hajam características de padronização que permitam esta integração. Estas características serão descritas em

seguida:

- a) reusabilidade: um objeto de aprendizagem deve permitir que possa ser reutilizado em módulos diversos, quantas vezes forem necessárias, desde que seja adequado ao contexto desejado (GOMES, 2005);
- b) autonomia: Machado e Silva (2005) argumentam que os objetos devem ter a possibilidade de serem utilizados como módulo único e autocontido. Portanto, além de ser pensado como um módulo educacional que pode trabalhar em consonância com outros para a elaboração de um contexto ou um curso, o objeto deve garantir que, se utilizado isoladamente, cumprirá o seu propósito de abordar o assunto específico de que trata;
- c) interatividade: os objetos de aprendizagem devem conter recursos que sejam atrativos ao usuário. A possibilidade de interação facilita a construção do conhecimento (MACHADO; SILVA, 2005);
- d) interoperabilidade: conforme Passarini (2003), os objetos de aprendizagem devem ser desenvolvidos independentemente de plataforma, sem restrições na sua utilização, facilitando o uso destes recursos;
- e) facilidade de busca: para que um objeto seja facilmente localizado, visando a construção de um contexto maior, ou apenas um módulo específico, é necessário que este objeto seja construído com a utilização de metadados¹ (GOMES, 2005).

Para que as características descritas anteriormente sejam contempladas, é necessário que haja uma padronização de parâmetros no desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Atualmente há várias entidades e empresas trabalhando no

¹ Metadados são informações sobre o objeto de aprendizagem que auxiliam na tarefa de organizar, identificar e localizar os mesmos. (MUTINI, 2006).

desenvolvimento de padrões. Objetos de aprendizagem têm motivado pesquisas acerca dos recursos educacionais sobre, padrões de modelos de projetos, formas de desenvolvimento e integração com ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) para serem utilizados e disponibilizados no ensino.

2.2 PADRONIZAÇÃO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

A adoção de padrões possibilita a uniformização na produção de elementos (ou objetos) com características unificadas e simplificadas segundo um modelo preestabelecido, desde que construídos seguindo as normatizações definidas pelo padrão adotado (PASSARINI, 2003). Os objetos de aprendizagem devem ser desenvolvidos de maneira a prover compatibilidade com outros objetos. Para isso necessitam de parâmetros definidos por meio de padrões que agregam a estes objetos características em comum.

Em 1996 o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) formou um comitê de estudos para promover a padronização de tecnologias instrucionais e facilitar a difusão dos Objetos de Aprendizagem. Este comitê foi chamado de *Learning Technology Standards Committee* (LTSC). Esta iniciativa colocou como prioridade as idéias de interoperabilidade e reusabilidade para os objetos de aprendizagem. Impulsionadas por esta atitude, algumas outras entidades também empreenderam estudos para a formação de padrões de objetos de aprendizagem. Entre elas:

IMS² e o ADL³.

Neste trabalho serão abordados e discutidos três padrões: o IMS, o SCORM desenvolvido pela ADL e o AICC. Serão identificadas as peculiaridades de cada padrão e suas possibilidades direcionadas ao objeto de aprendizagem a ser proposto pelo presente projeto. Baseado nestas informações será escolhido um dos padrões para nortear o trabalho.

2.2.1 Padrão IMS

O IMS *Global Learning Consortium* é uma união de empresas privadas e outras entidades que buscam o desenvolvimento e adoção de especificações técnicas para tecnologias instrucionais. Este consórcio é formado por diversos colaboradores que financiam as pesquisas, incluindo empresas fabricantes de hardware e software, instituições de ensino e agências governamentais (IMS, 2005). Alguns destes colaboradores são: Sun Microsystem, Oracle, Microsoft, Apple, IBM, Ministério da Educação da Nova Zelândia, Departamento de Defesa dos Estados Unidos, Departamento de Educação da Austrália, Universidade Aberta da Holanda, Universidade da Califórnia, Universidade de Michigan, entre outros.

A IMS desenvolve e disponibiliza adaptações de especificações técnicas abertas para a tecnologia de aprendizagem com o intuito de promover atividades de ensino *on-line*. As especificações do padrão IMS são disponibilizadas ao público, sem nenhum custo. (MUTINI, 2006).

O IMS se baseia na idéia de que o aprendizado depende de uma relação

² Instructional Management System - IMS. “O IMS Global Learning Consortium é um consórcio global com membros de organizações educacionais, comerciais e governamentais e seu propósito é desenvolver uma arquitetura aberta para o ensino on-line”. (MUTINI, 2006).

³ Advanced Distributed Learning – ADL. O ADL é formado por desenvolvedores e programadores de tecnologias de ensino, e busca utilizar a tecnologia da informação para modernizar as estruturas de aprendizagem (ADL, 2006, tradução nossa).

mais ampla do que a que acontece apenas do aluno com o conteúdo do objeto. Leva em conta a abordagem pedagógica, a relação do aluno com os seus colegas e com o seu professor (DUTRA; TAROUCO, 2006).

Segundo Mutini (2006) o padrão IMS descreve toda a estrutura do objeto de aprendizagem, desde a modelagem das atividades de ensino, as ferramentas e estratégias utilizadas, até as estruturas de avaliação dos objetos: objetivos e resultados dos modelos de interação. E ainda:

Dentre as atividades desenvolvidas pelo IMS, pode-se citar a localização e utilização de conteúdos instrucionais; acompanhamento do desempenho dos aprendizes; disponibilização de informações acerca do progresso do aprendiz e troca de informações dos aprendizes por meio de sistemas administrativos. (MUTINI, 2006).

Conforme Bettio e Martins (2002) o IMS coloca que um objeto de aprendizagem bem estruturado deve estar dividido em três partes: objetivo, conteúdo instrucional e avaliação dos resultados.

O autor ainda explica que:

- a) objetivo: é uma espécie de ementa do tema apresentado. Indica o que o aluno deverá aprender com o objeto e quais os conhecimentos prévios ele deve ter para poder compreender o assunto abordado;
- b) conteúdo instrucional: é o conteúdo didático que compõe o objeto e que efetivamente apresenta o assunto ao aluno. São os textos, animações, interações, enfim, são os materiais necessários para que o aluno atinja os objetivos definidos;
- c) avaliação dos resultados: realizado por meio de testes ou interações, é uma maneira de avaliar se o aluno conseguiu compreender o assunto abordado e se está apto a seguir para as próximas etapas ou se deverá repetir a apreciação do objeto.

A Figura 1 ilustra a pirâmide formada pela combinação destes aspectos:



Figura 1. Estrutura ideal de um objeto de aprendizagem segundo IMS

O Padrão IMS ainda coloca a necessidade de criação de metadados. Esta estrutura é responsável pela descrição do objeto de aprendizagem e tem a finalidade de permitir seu uso, busca e armazenamento (MUTINI, 2006).

2.2.2 Padrão SCORM

O padrão *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) surgiu no ano 2000, fruto das pesquisas da ADL – uma iniciativa do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (ADL, 2006). O que o Departamento de Defesa visualizava que, com as constantes evoluções, era necessário manter um padrão de desenvolvimento para módulos de ensino que estivessem disponíveis a qualquer hora e em qualquer lugar, para fins de treinamento militar, ou apenas para facilitar a construção de conhecimentos diversos.

Atualmente o ADL tem a participação, além de entidades governamentais, de setores da área acadêmica e da indústria de tecnologia (ADL, 2006, tradução nossa).

Conforme Hodgins e Conner (2000, tradução nossa), o padrão SCORM é um dos melhores exemplos de integração de objetos de aprendizagem com padrões

*Learning Management System*⁴ (LMS).

O SCORM é desenvolvido de modo a incorporar as diversas especificações de objetos de ensino e, desta forma, permitir sua compatibilidade com os mais diversos LMS existentes (BAILEY, 2005, tradução nossa).

Como mostra a Figura 2, o padrão SCORM é uma junção de características das especificações de objetos de aprendizagem realizadas por outras entidades, resultando em um padrão mais geral e compatível.

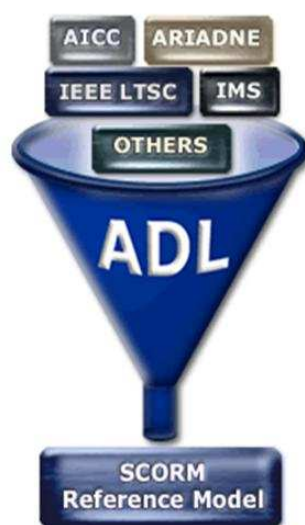


Figura 2. Incorporações do padrão SCORM
Fonte: ADL (2006)

O conjunto de especificações do SCORM, segundo Bailey (2005, tradução nossa), descreve como o conteúdo do objeto de aprendizagem é criado e encapsulado, como ele é apresentado para um aluno e como avalia a sua evolução. Estas descrições estão colocadas em três diferentes publicações que compõe o padrão SCORM na sua última versão: SCORM 2004.

As três publicações são brevemente discutidas por Dutra e Tarouco (2006) como:

⁴ *Learning Management System* - LMS - são ferramentas que gerenciam e possibilitam acesso e armazenamento a objetos de aprendizagem. Também são conhecidas como Ambientes Virtuais de Aprendizagem –AVA.

- a) Modelo de Agregação de Conteúdo: que especifica o dicionário de metadados, seu código Extensible Markup Language (XML) e também define como fazer a estruturação e o empacotamento do conteúdo do objeto;
- b) Ambiente de Execução: responsável pela comunicação do objeto de aprendizagem com o LMS, ou seja, comunicações sobre o andamento do curso e sobre a evolução do aluno;
- c) Seqüenciamento e Navegação: que orienta sobre como os objetos de aprendizagem devem ser seqüenciados por um LMS e quais as avaliações que habilitam o aluno a progredir no módulo (contexto, ou curso).

Há que se observar que o padrão SCORM é direcionado para o conteúdo do objeto de aprendizagem e na maneira como ele deve ser criado de modo a ser automatizado. Porém, não se aprofunda em outras questões do ensino, como a relação do professor/aluno e o próprio intercâmbio entre alunos, ficando restrito à interação direta do aluno com o objeto (DUTRA; TAROUCO, 2006).

2.2.3 Padrão AICC

O AICC é uma associação internacional de profissionais da área da tecnologia de ensino, que busca a padronização de objetos de aprendizagem voltados originalmente para o setor de aviação (AICC, 2006). O AICC afirma, no entanto, que para tornar a tecnologia de aprendizagem viável, ela deve ser idealizada buscando atender as mais diversas necessidades de treinamento, sem estar restrita tão somente às empresas aéreas.

Ainda AICC (2006, tradução nossa) define seus objetivos em:

- a) auxiliar operadores de voo no desenvolvimento de normas para implantação viável, econômica e tecnologicamente, de módulos de treinamento baseados na informática;
- b) desenvolver diretrizes sobre a interoperabilidade;
- c) fornecer fórum aberto para discussões sobre a tecnologia de treinamento baseado na informática.

O AICC interage principalmente com as questões de padronização para o conteúdo do treinamento on-line, como, por exemplo, testes, lições, módulos, entre outros (GOÑI; FUKS, 2002).

Conforme considera o portal *ReadyGo* (2006), as normas AICC são relativamente menos abrangentes que os demais padrões tratados até este ponto e estão estabelecidas em duas frentes: a comunicação com o servidor (de cursos, ou módulos, ou contextos), que define como são armazenadas as estatísticas do aluno e suas preferências e; a definição da estrutura do material didático (ou módulo), que descreve como o servidor disponibiliza o recurso para o aluno e qual a seqüência de apresentação para os objetos de aprendizagem.

Os aspectos dos três padrões apresentados foram focados basicamente em como eles conceituam os objetos de aprendizagem que seguem as suas normas e quais as características eles podem agregar aos mesmos. Porém, a construção destes objetos precisa também levar em conta as questões pedagógicas envolvidas na aprendizagem, principalmente porque os objetos de aprendizagem são importantes ferramentas de apoio ao processo de ensino e auxílio ao professor.

2.3 ASPECTOS PEDAGÓGICOS DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Conforme a Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) (2006), os objetos de aprendizagem consistem em ferramentas com alto poder de despertar no aluno a curiosidade e sua capacidade de resolver problemas. Considera ainda que este recurso possibilita ao aluno conhecer ferramentas novas, testar diferentes situações, arriscar, antecipar, compreender a relação entre causa e efeito de conceitos, fenômenos, etc.

O uso das tecnologias da informação como instrumento para construção do conhecimento está em um processo de forte expansão, justamente por possibilitar às escolas a realização de experiências além da sala de aula (FERREIRA et al, 2004). Entretanto o autor expõe que a utilização da tecnologia no ensino não deve ser feita de maneira ingênua e prematura, mas sim acompanhada de um estudo abrangente sobre como um sujeito adquire e constrói o conhecimento.

Para que um objeto de aprendizagem tenha eficácia didática o educador deve procurar responder algumas questões:

Deve-se definir, antecipadamente à criação dos objetos de aprendizagem, qual será o seu objetivo: O que ele vai ou não abordar? Com que profundidade? Qual enfoque adequado? Para que público? Qual a importância deste tópico para o conhecimento (disciplina e/ou curso) que se deseja transmitir? e Quais formas de Interatividade com o educando? Ainda deve-se planejar quais as metodologias e ferramentas aplicadas na construção do objeto de aprendizagem para que ele atinja os seus objetivos. (BORGES; NAVARRO, 2005).

Ainda conforme Borges e Navarro (2005) a elaboração de um objeto de aprendizagem parte da noção de quais resultados se deseja obter ao final da apreciação do aluno. Um objeto de aprendizagem, por si só, não tem a capacidade de ser o formador do conhecimento. Porém, ele pode ser planejado de modo a assegurar o desenvolvimento gradativo das competências e habilidades do indivíduo. Este tipo de abordagem vislumbra o objeto de aprendizagem trabalhando de forma colaborativa com

outros recursos educacionais.

O processo de aprendizagem depende de três fatores: que o conteúdo seja estruturado de maneira compreensível; que o aluno tenha um conhecimento prévio que lhe permita entender o que será abordado; confiança do aluno em aceitar este tipo de ensino relacionando-o com o que ele já conhece previamente. Conclui-se que um objeto de aprendizagem pode ter sucesso no intuito de construir o conhecimento se for capaz de servir de ponte entre o conhecimento básico que o aluno já possui, e o conhecimento avançado que se pretende agregar. Este objetivo pode ser alcançado com o uso de recursos visuais como animações e simulações que atraiam a atenção do aluno e façam com que ele possa vivenciar o tema abordado (BORGES; NAVARRO, 2006).

As idéias sobre a construção de objetos de aprendizagem “estão de acordo com a visão construtivista sobre a aprendizagem, a qual encoraja o aprendiz a participar ativamente na construção de seu conhecimento em experiências significativas e relevantes” (NASCIMENTO, 2006). Alguns princípios são fundamentais para a montagem de um objeto de aprendizagem pedagogicamente eficiente, sendo estes:

- a) encorajar o contato entre alunos e educadores;
- b) desenvolver a cooperação entre os alunos;
- c) usar técnicas de aprendizagem ativa⁵;
- d) enfatizar prazo para as tarefas;
- e) comunicar expectativas altas.

Uma vantagem da utilização dos objetos de aprendizagem é que ele respeita o ritmo de aprendizado de cada indivíduo, o que geralmente não ocorre na educação presencial (ZANETTE; NICOLEIT, E.; NICOLEIT, G., 2006).

⁵ São técnicas que fazem com que os alunos sejam provocados a usar a informação recebida, que motive os alunos a continuar aprendendo, fazer pausas para que os alunos relembrem o conteúdo visto até então, permitir que os alunos se manifestem sobre o curso (NUNES, 2004).

Considerando o que foi explanado, é possível observar que a utilização dos objetos de aprendizagem pode prover ao aluno um auxílio na construção de conhecimentos e conceitos de maneira mais interativa e eficiente. Não há um modelo pedagógico único, uma fórmula pronta de se apresentar um conteúdo por meio de um objeto de aprendizagem. Desta maneira, a abordagem do tema fica a cargo da criatividade do educador. Todavia, é necessário que seja um conteúdo estimulante.

A partir de uma análise preliminar, pode se constatar que um objeto de aprendizagem deve ser criado seguindo uma padronização que lhe garanta características de interoperabilidade e reusabilidade. Constata-se também que a construção e a utilização de um objeto de aprendizagem depende do planejamento do educador de modo a possibilitar a construção do conhecimento com o auxílio de um conteúdo interativo e atraente.

Porém, ainda resta a questão de como este conteúdo é acessado e exibido ao aluno, e de como é feito o gerenciamento destes objetos de aprendizagem.

3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE APRENDIZAGEM

Os objetos de aprendizagem só têm sentido se eles forem localizáveis e acessíveis. Desta forma se conclui que o armazenamento dos objetos deve ser feito de maneira a facilitar a sua localização (TAROUCO; FABRE; TAMUSIUNAS, 2003). Este armazenamento é feito em locais chamados de repositórios de objetos de aprendizagem, que funcionam como bancos de dados destes materiais. Cada instituição pode ter o seu próprio repositório, fazendo assim um gerenciamento local dos seus objetos de aprendizagem. Uma forma de compartilhar objetos de aprendizagem é por meio da utilização de LMS. Um LMS permite listar os serviços dos repositórios e compartilhar os objetos de aprendizagem neles armazenados (MUTINI, 2006).

LMS é um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Nele, alunos e professores podem acessar seu conteúdo educacional. Estes ambientes trazem ainda funções de administração do sistema como o registro de alunos, controle do processo de aprendizagem, análise de desempenho dos alunos, planejamento e apresentação dos objetos de aprendizagem (GOMES, 2005).

Existem algumas ferramentas de LMS disponíveis para as instituições que desejam distribuir conteúdo instrucional, alguns exemplos destes sistemas são:

- a) AulaNet: segundo Fuks (2000) o sistema em questão foi desenvolvido e é mantido por uma universidade brasileira, a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). O sistema trata de maneira diferente os usuários: administrativo (define o visual do ambiente e os cadastros), o usuário aprendiz (que acessa o conteúdo e acompanha sua evolução) e o docente (que é o criador dos objetos de aprendizagem e o condutor dos alunos baseado no seu ritmo de desenvolvimento).

A Figura 3 apresenta a interface do AulaNet;

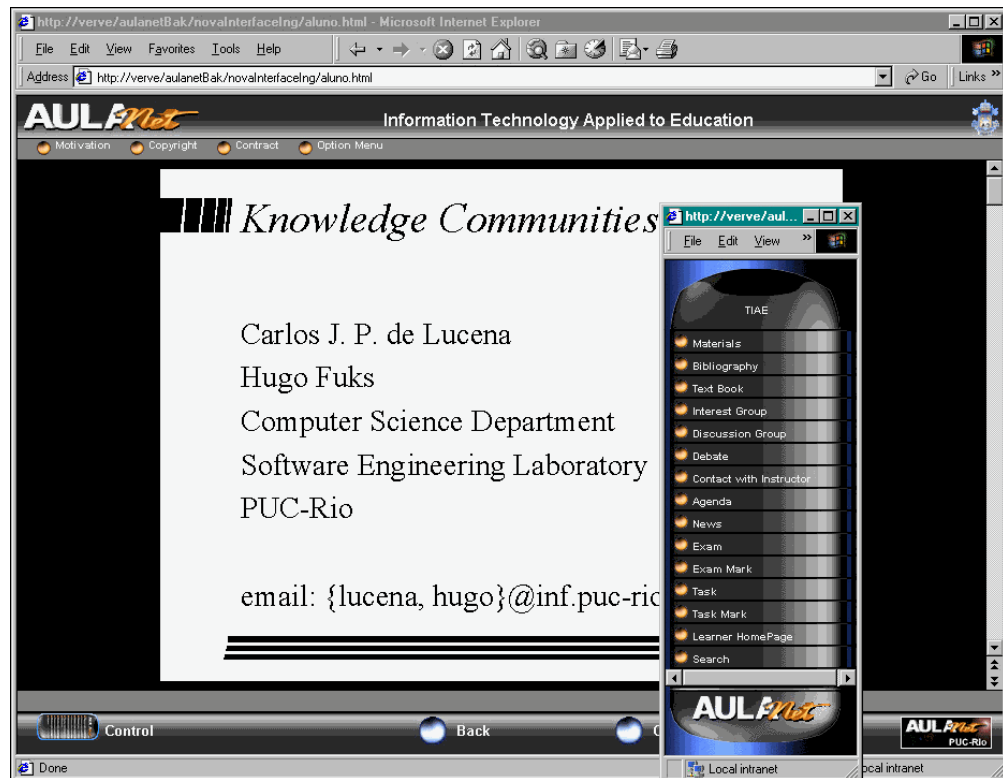


Figura 3. Interface do AulaNet
Fonte: LUCENA, C. et al (1999)

- b) WebCT: sistema que permite a criação e gerenciamento de objetos de ensino baseados na web. Possibilita que o professor crie os objetos usando conteúdos diversos de multimídia, fornece o controle de acessos dos alunos, a aplicação de avaliações e ferramentas de interação entre os indivíduos envolvidos pelo uso de chats e fórum (GOMES, 2005).

A Figura 4 apresenta a interface do WebCT;

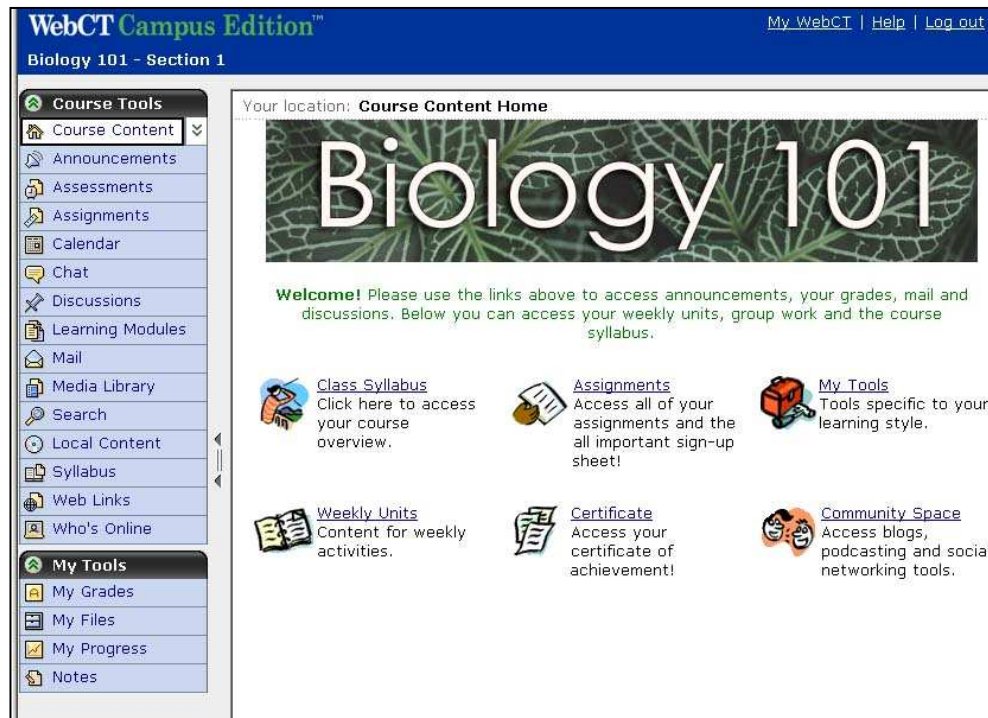


Figura 4. Interface do WebCT
Fonte: APERTO E-LEARNING (2006)

- c) Blackboard: organiza as turmas, listas de alunos e conteúdos para os docentes, permite a integração entre os indivíduos por uma ferramenta de chat e fórum, fornece o conteúdo da aula virtual, ainda permite aos aprendizes manter um bloco de anotações on-line e uma pagina pessoal que pode ser administrada por eles, e por fim o gerenciamento da evolução dos alunos (CAIXINHA; AZEVEDO; COSTA, 2004). A Figura 5 apresenta a interface do Blackboard.

The screenshot shows the Blackboard interface for a course titled "Introduction to Ethics" (PHL 102 DL) at Clackamas Community College. The interface is divided into several sections:

- Header:** Clackamas Community College logo and navigation links (Home, Help, Logout).
- Navigation:** "My CCC" and "Courses" tabs.
- Left Sidebar (Tools):** A vertical menu with buttons for Announcements, Course Information, Staff Information, Course Documents, Assignments, Communication, Discussion Board, External Links, and Tools. Below this is a "Tools" section with icons for Communication, Course Tools, Course Map, Control Panel, Refresh, and Detail View.
- Main Content Area:**
 - Course path: COURSES > PHL102: INTRODUCTION TO ETHICS (SPRING ...) > ANNOUNCEMENTS
 - Course title: Introduction to Ethics PHL 102 DL
 - View options: VIEW TODAY, VIEW LAST 7 DAYS, VIEW LAST 30 DAYS, VIEW ALL
 - Course dates: May 18, 2006 - May 25, 2006
 - Announcements:
 - Mon, May 22, 2006 -- Ethics Videos:** "If you prefer to watch video lectures over reading, you should explore some of these selected videos. Much better than standard TV fare!" Course Link: [External Links / Morality in the 21st Century](#)
 - Mon, May 22, 2006 -- Check out this informative online video!** "Moral Compromise: Integrity, Absolutism, and Pluralism. An interview with Martin Benjamin on bioethics issues." Course Link: [Course Documents / Moral Compromise: Integrity, Absolutism, and Pluralism](#)
 - Sat, Mar 25, 2006 -- Blackboard Help:** "If you have technical questions about using the Blackboard (Bb) functions for this course, you can call the Bb Help Desk at: 503-657-6958 x5065 | 9am - 9pm M-F."
- Footer:** Blackboard logo and copyright information: "Blackboard Learning System™ - Basic Edition (6.3.1.505) Copyright © 1997-2005 Blackboard Inc. Patents Pending. All rights reserved. Accessibility information can be found at <http://access.blackboard.com>."

Figura 5. Interface do Blackboard
Fonte: BLACKBOARD. (2006)

- d) Moodle (acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning) é uma ferramenta desenvolvida, em software livre sob a licença de uso GNU, para apoio à aprendizagem executado num ambiente virtual. Disponibiliza fóruns, gestão de conteúdos e recursos, questionários e pesquisas com diversos formatos, blogs, *wikis*, geração e gestão de bases de dados, *chat*. Foi concebido em 2001 por Martin Dougiamas da Curtin University of Technology na Austrália. Têm uma versão parcialmente traduzida para o português. É desenvolvido colaborativamente por uma comunidade virtual que reúne programadores e desenvolvedores de software livre, administradores de sistema, professores, designers instrucionais e usuários de todo o mundo;
- e) Teleduc: O Teleduc é um ambiente voltado ao gerenciamento de cursos via Internet. É desenvolvido para ambientes UNIX e LINUX sob licença

de software livre na modalidade GNU, com código aberto. Dentre as funcionalidades estão gestão de cursos, gestão de grupos, agenda, perfil dos participantes, mural de avisos, *chat*, fórum, Correio eletrônico, acesso a material de apoio, diário de bordo, portfólio de participantes e grupos, aviso automático por *email* para alterações no *site*, estatísticas, funções administrativas e de configuração. É desenvolvido pela Universidade Estadual de Campinas.

Existem outros exemplos de LMS, como o Learnloop. Dentre os ambientes LMS disponíveis, alguns são comerciais, como o Blackboard e WebCT. Há os que são produzidos na forma de código aberto por comunidades de desenvolvimento e são distribuídos livremente, como o LearnLoop e Moodle. Outros são produzidos academicamente e também disponibilizados livremente, como o AulaNet e o Teleduc.

A Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), por exemplo, utiliza o LMS Learnloop. Segundo Costa et al (s.d.) por ser um sistema de código aberto, o Learnloop permite que os usuários façam melhorias, personalizações ou complementos no sistema, tornando-o flexível e permitindo que as instituições adequem o ambiente conforme suas necessidades.

A Figura 6 mostra a interface da página inicial do Learnloop utilizado pela UNESC. A Figura apresenta a agenda do curso e quais as disciplinas o aluno pode acessar para visualizar o seu conteúdo, além disso, fornece um link para a área pessoal do aluno, que é o local onde ele pode indicar suas informações pessoais, consultar sua agenda completa e acessar o *email*, entre outros recursos.

ATENÇÃO PROFESSORES!
Os alunos matriculados para o semestre 2006/2 já estão cadastrados em suas Pré-Salas. Acessem a página de Membros em suas disciplinas, excluam os alunos do semestre anterior e insiram os novos.
IMPORTANTE: Caso algum aluno não apareça na relação da Pré-Sala, entre em contato com o Sead (ead@unesc.net) enviando o código, nome e e-mail do aluno para que o mesmo seja cadastrado.

Sead - U

Dezembro - 2006		Disciplina/Curso
» dia 14 às 08:00 / APRESENTAÇÃO TCC I	Horários a serem divulgados no EAD, no mural do depto e por e-mail para a Comp. <i>Gravado em 06/11/2006 00:49 por Merisandra Cortes De Mattos</i>	PROJETO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO I
» dia 13 às 08:00 / APRESENTAÇÃO TCC I	Horários a serem divulgados no EAD, no mural do depto e por e-mail para a Comp. <i>Gravado em 06/11/2006 00:49 por Merisandra Cortes De Mattos</i>	PROJETO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO I
» dia 01 às 08:00 / DEFESAS DE TCC II	Horários a serem divulgados no mural do depto e em e-mail para a Comp. <i>Gravado em 06/11/2006 00:45 por Merisandra Cortes De Mattos</i>	PROJETO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO I
Novembro - 2006		Disciplina/Curso
» dia 30 às 17:00 / DEFESAS DE TCC II	Horários a serem divulgados no mural do depto e em e-mail para a Comp. <i>Gravado em 06/11/2006 00:46 por Merisandra Cortes De Mattos</i>	PROJETO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO I

Figura 6. Interface da página inicial do Learnloop utilizado na UNESC
Fonte: UNESC (2006)

A interface da página de uma disciplina é apresentada na Figura 7.

UNESC - UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATATRINENSE
CURSO: CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
Disciplina: COMPUTAÇÃO GRÁFICA
Professor: EVANILIO RAMOS NICOLEIT
Créditos: 4 (8ª fase)
Carga horária: 60 hora/aula

Você possui 0 avisos

Figura 7. Interface do Learnloop utilizado na UNESC, na página da disciplina
Fonte: UNESC (2006)

Como a Figura 7 apresenta, a página da disciplina fornece informações sobre a ementa do curso, a agenda específica da disciplina, acesso ao fórum, e ainda no menu, à esquerda, apresenta os materiais de aula disponíveis no ambiente.

O sistema LMS pode também ser chamado de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), como se refere a UNESC para denominar o seu sistema de

gerenciamento de aprendizagem. Este sistema é utilizado tanto para Educação a Distância, quanto para apoio à educação presencial. Nesta última, a utilização de um AVA provê aos alunos recursos de apoio à educação presencial, disponibilizando o material na internet para que seja acessado em hora e local de melhor conveniência aos acadêmicos.

Foram abordadas, até o momento, as características de objetos de aprendizagem de maneira genérica. A partir deste ponto, serão tratados alguns assuntos que se referem especificamente ao objeto de aprendizagem tema do presente projeto.

4 CONCEITOS MATEMÁTICOS

Recordando, como já foi citado inicialmente, um dos objetivos específicos deste trabalho é oferecer suporte tecnológico para o ensino de funções correspondentes à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, por meio da elaboração do objeto de aprendizagem com recursos de simulações e de multimídia.

Com base nisto, se faz necessário ter uma noção dos conceitos que serão abordados. Porém, no momento do desenvolvimento do objeto de aprendizagem propriamente dito, o aprofundamento e definições utilizadas serão baseados no planejamento dos professores autores.

4.1 NOÇÃO DE FUNÇÕES

Entende-se por função, a equação cujo resultado depende de um outro valor variável.

Conforme Zanette et al (2006), “uma função é uma relação entre duas variáveis x e y . O conjunto de valores para x é determinado, e a cada valor x está associado um e somente um valor para y . A relação é expressa por $y = f(x)$ ”.

O termo $f(x)$ representa uma expressão que tem x como variável.

A idéia implícita no conceito de funções é indicar que, dependendo da variação de x , também haverá uma variação de y , e desta forma permitindo se estudar o comportamento de determinada situação. Porém, este comportamento é mais bem compreendido quando representado por meio de gráficos.

A construção de gráficos nos objetos de aprendizagem faz parte da teoria da computação gráfica cujos conceitos fundamentais serão discutidos adiante. Porém,

exemplos com este recurso serão utilizados para melhor compreensão da noção matemática.

4.2 NOÇÃO DE LIMITES

O estudo de limites está ligado diretamente com o comportamento das funções; na realidade o limite justamente se refere à função, mostrando o que acontece com ela em relação a uma situação determinada.

Conforme Zanette et al (2006) “se $f(x)$ se aproxima de um único número L à medida que x se aproxima de um número a pela esquerda e pela direita, então dizemos que o limite de $f(x)$ quando x se aproxima de a (x tende a a) é igual a L ”. Ou seja, o estudo dos limites permite observar o que acontece a uma função $f(x)$ quando x tende a um valor qualquer definido. Exemplificando o entendimento fica facilitado, porém antes é interessante explicar a idéia implícita na expressão *x tende a um valor*.

Dizer que *x tende a um valor* indica que a função é calculada com x se aproximando do valor definido, por exemplo, dizer que $x \rightarrow 2$ (lê-se x tendendo a 2) indica que a função será calculada em intervalos numéricos se aproximando de 2, como: $\{0,1,1.5,1.9,1.99,1.999\}$ e $\{3,2.5,2.1,2.01,2.001\}$, nestes intervalos é possível notar que os números estão variando e se aproximando do valor 2, de maneira crescente ou decrescente. Uma seqüência pode tender ao valor pela esquerda ou pela direita: a seqüência $\{0,1,1.5,1.9,1.99,1.999\}$ se aproxima de 2 pela esquerda, já a seqüência $\{3,2.5,2.1,2.01,2.001\}$ tende a 2 pela direita.

Agora já é possível apresentar um exemplo sabendo o que significa a tendência de x . Sendo assim, como exemplo, é razoável analisar qual o comportamento da $f(x) = x + 1$, quando $x \rightarrow 1$ (leia-se, x tendendo a 1):

Para x partindo da esquerda de 1, se tem:

$$\begin{aligned} f(0) &= 0 + 1 = 1 \\ f(0,5) &= 0,5 + 1 = 1,5 \\ f(0,9) &= 0,9 + 1 = 1,9 \\ f(0,99) &= 0,99 + 1 = 1,99 \\ f(0,999) &= 0,999 + 1 = 1,999 \end{aligned}$$

Para x partindo da direita de 1:

$$\begin{aligned} f(2) &= 2 + 1 = 3 \\ f(1,5) &= 1,5 + 1 = 2,5 \\ f(1,1) &= 1,1 + 1 = 2,1 \\ f(1,01) &= 1,01 + 1 = 2,01 \\ f(1,001) &= 1,001 + 1 = 2,001 \end{aligned}$$

Como apresentado no exemplo anterior, conforme x tende a 1 ($x \rightarrow 1$), pela direita ou pela esquerda, o resultado da função se aproxima de 2, logo se diz que o limite (L) da $f(x) = x + 1$, quando $x \rightarrow 1$, é 2. O que se denota pela expressão: $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 2$, de uma forma genérica se usa a expressão $\lim_{x \rightarrow \alpha} f(x) = L$. O Gráfico 1 expressa este resultado .

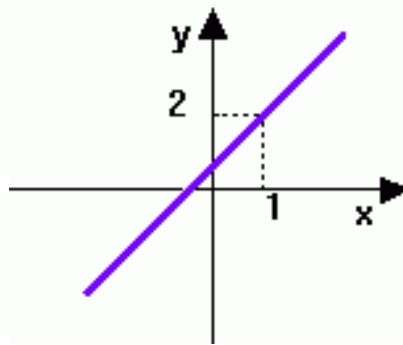


Gráfico 1. Limite de $f(x) = x + 1$, com $x \rightarrow 1$
Fonte: SODRÉ, U. (2005)

No entanto, existem casos em que não é possível se verificar uma tendência de limite para a função, isto porque há comportamento diferente quando a variável se aproxima pela direita, do que acontece quando a variável se aproxima pela esquerda.

Por exemplo: seja a função definida por $f(x) = 1/x$, o comportamento da função quando $x \rightarrow 0$ é como segue:

Para x tendendo a 0 pela esquerda:

$$\begin{aligned}f(-1) &= 1/-1 = -1 \\f(-0,1) &= 1/-0,1 = -10 \\f(-0,01) &= 1/-0,01 = -100 \\f(-0,001) &= 1/-0,001 = -1000\end{aligned}$$

Para x tendendo a 0 pela direita:

$$\begin{aligned}f(1) &= 1/1 = 1 \\f(0,1) &= 1/0,1 = 10 \\f(0,01) &= 1/0,01 = 100 \\f(0,001) &= 1/0,001 = 1000\end{aligned}$$

É possível observar neste exemplo que o comportamento da função é diferente quando x tende a 0 pela esquerda do que quando ele tende a 0 pela direita, logo não é possível definir com precisão um limite para esta função.

O Gráfico 2 mostra que conforme x tende a 0, o resultado da função $f(x) = 1/x$ se diferencia dependendo da direção da aproximação:

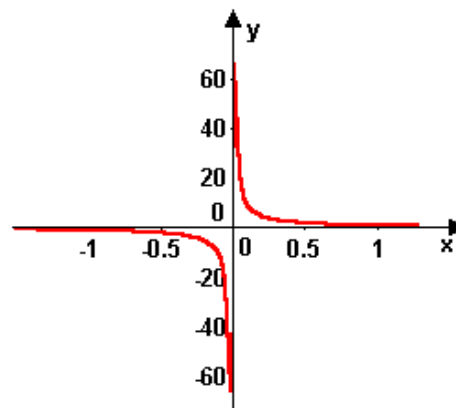


Gráfico 2. Limite de $f(x) = 1/x$, com $x \rightarrow 0$
Fonte: SODRÉ, U. (2005)

Uma terceira situação pode ser configurada da seguinte maneira: Por exemplo, ao analisar o comportamento numérico de $f(x) = 1/x^2$, com $x \rightarrow 0$, se observa que:

Para x tendendo a 0 pela esquerda:

$$\begin{aligned}f(-1) &= 1/-1^2 = 1 \\f(-0,1) &= 1/-0,1^2 = 100 \\f(-0,01) &= 1/-0,01^2 = 10000 \\f(-0,001) &= 1/-0,001^2 = 1000000\end{aligned}$$

Para x tendendo a 0 pela direita:

$$f(1) = 1/1^2 = 1$$

$$f(0,1) = 1/0,1^2 = 100$$

$$f(0,01) = 1/0,01^2 = 10000$$

$$f(0,001) = 1/0,001^2 = 1000000$$

É possível verificar que a medida que x se aproxima de 0, por qualquer um dos lados, a função tende ao infinito positivo, o que se denota por $\lim_{x \rightarrow 0} 1/x^2 = +\infty$.

O Gráfico 3 apresenta a representação deste resultado no plano cartesiano.

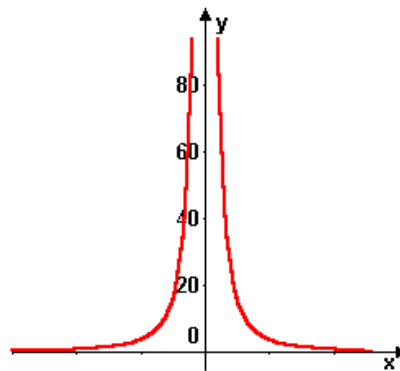


Gráfico 3. Limite de $f(x) = 1/x^2$, com $x \rightarrow 0$
Fonte: SODRÉ, U. (2005)

Os exemplos vistos até então mostram o limite de uma função quando x tende a algum valor definido, porém é possível querer saber o comportamento das funções quando o próprio x tende ao infinito ($x \rightarrow \infty$).

Por exemplo, ao analisar o que acontece com a função $f(x) = 1/x$, quando x tende ao infinito positivo ou negativo:

Para x tendendo ao infinito negativo:

$$f(-1) = 1/-1 = -1$$

$$f(-10) = 1/-10 = -0,1$$

$$f(-100) = 1/-100 = -0,01$$

$$f(-1000) = 1/-1000 = -0,001$$

$$f(-10000) = 1/-10000 = -0,0001$$

Para x tendendo ao infinito positivo:

$$f(1) = 1/1 = 1$$

$$f(10) = 1/10 = 0,1$$

$$f(100) = 1/100 = 0,01$$

$$f(1000) = 1/1000 = 0,001$$

$$f(10000) = 1/10000 = 0,0001$$

Neste caso se observa que a medida que x tende ao infinito, por ambos os lados, o resultado da função se aproxima de 0, o que se denota por $\lim_{x \rightarrow \infty} 1/x = 0$, chegando ao um resultado no plano cartesiano como mostrado pelo Gráfico 4.

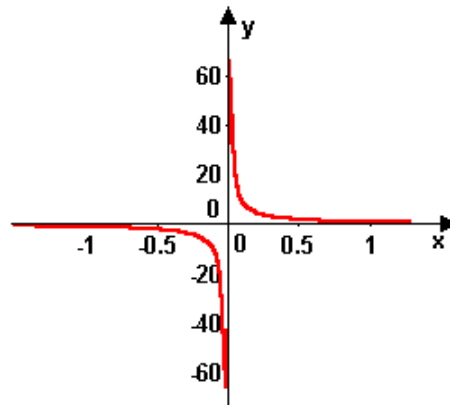


Gráfico 4. Limite de $f(x) = 1/x$, com $x \rightarrow \infty$
 Fonte: SODRÉ, U. (2005)

4.3 NOÇÃO DE DERIVADAS

Segundo Sodré (2005), o conceito de derivadas está relacionado com o que se conhece por reta tangente. A tangente é uma reta que toca a curva em apenas um ponto, como mostra a Figura 8.

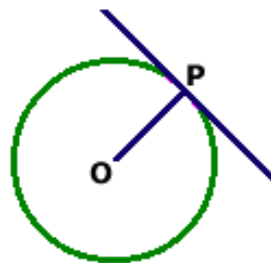


Figura 8. Representação gráfica da reta tangente
 Fonte: SODRÉ, U. (2005)

Porém há casos em que o conceito de tangente não se enquadra. Por exemplo, quando a reta toca a curva em mais de um ponto, como na Figura 9:

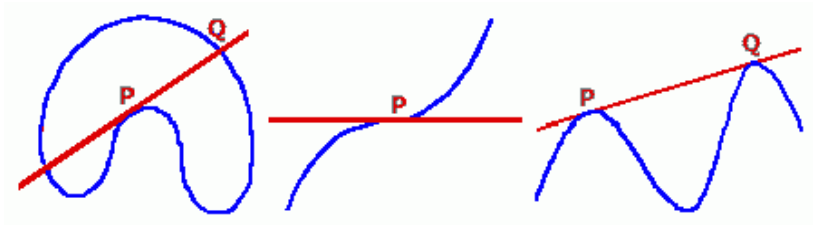


Figura 9. Curvas em que a reta a toca em mais de um ponto
 Fonte: SODRÉ, U. (2005)

A solução para este tipo de situação é calcular a tendência da tangente em um ponto se baseando nas noções de limites. O Gráfico 5 pode facilitar a compreensão desta idéia.

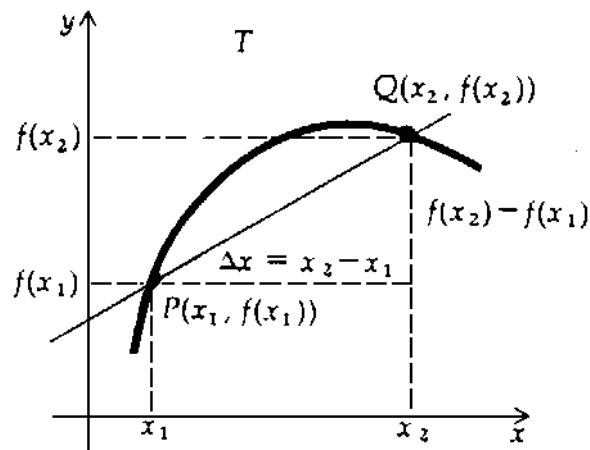


Gráfico 5. Determinação de uma variação de x para o cálculo da derivada

O ponto P representa o resultado da função em x_1 , já o ponto Q representa o resultado da função em x_2 , traçando uma reta entre os dois pontos é possível observar que ela toca a curva em mais de um ponto, porém é compreensível que se o ponto Q for aproximado do ponto P, esta inclinação da reta é gradualmente modificada, até coincidir com a inclinação da reta tangente no ponto P. O que resulta em uma linha T como apresentado no Gráfico 6.

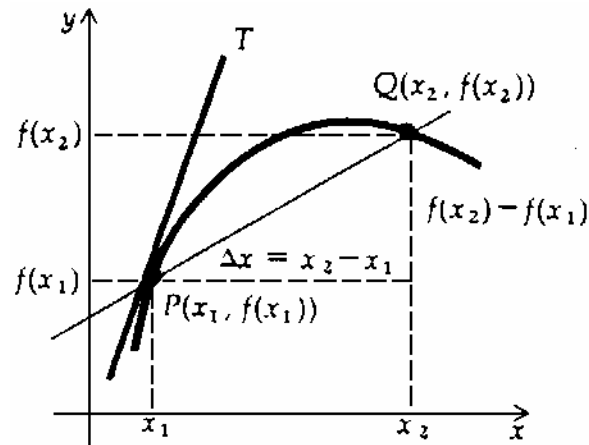


Gráfico 6. A reta se aproxima da tangente de P

O cálculo desta inclinação se faz em uma relação de Δy por Δx como apresentado na fórmula em seguida:

$$m_{PQ} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{\Delta x} = \frac{f(x_1 + \Delta x) - f(x_1)}{\Delta x}$$

A fórmula da inclinação acima é a mesma forma de cálculo da tangente usada em trigonometria, onde se tem que cateto oposto é dividido por cateto adjacente. Neste caso o cateto oposto é representado por Δy e o cateto adjacente por Δx .

Logo, se o ponto Q for aproximado do ponto P, isso indica que a variação de x tende a se aproximar de 0, com isso a inclinação da reta tende a um limite conforme $\Delta x \rightarrow 0$, que fará com que a reta se aproxime da reta tangente em P.

Usando esta idéia de que para se chegar à inclinação da reta tangente em P, pode ser fazer aproximações utilizando o limite, se chega à fórmula:

$$m(x_1) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + \Delta x) - f(x_1)}{\Delta x}$$

Com base nisso, é racional utilizar a definição de Zanette et al (2006): “Denomina-se derivada da função $f(x)$ no ponto da abscissa x_1 , o limite, se existir e for finito, da razão $f(x_1 + \Delta x) - f(x_1) / \Delta x$, quando Δx tende a zero”. Portanto, a forma de se denotar a derivada é:

$$f'(x_1) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + \Delta x) - f(x_1)}{\Delta x}$$

Considerando que $\Delta x = x - x_1$, pode-se deduzir a fórmula:

$$\begin{aligned} f'(x) = f'(x_1) &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + \Delta x) - f(x_1)}{\Delta x} \\ &= \lim_{x \rightarrow x_1} \frac{f(x_1 + (x - x_1)) - f(x_1)}{x - x_1} \\ &= \lim_{x \rightarrow x_1} \frac{f(x) - f(x_1)}{x - x_1} \end{aligned}$$

E se obtém uma fórmula simplificada do cálculo da derivada.

As noções matemáticas apresentadas até este ponto apenas demonstram de uma maneira simplificada a idéia intrínseca do conceito matemático que se propõe. Obviamente a análise matemática de cada uma delas é mais complexa e abrangente, contudo o que se pretende é mostrar o que será pesquisado, e com o auxílio de especialistas na área, se definirá a profundidade como o assunto será abordado.

Também foram utilizados exemplos como gráficos, que facilitam a demonstração da noção apresentada. A construção deste tipo de recurso nos objetos de aprendizagem será abordada em seguida.

5 GRÁFICOS

O uso de gráficos para demonstrar o comportamento de certas situações é comum na matemática.

Normalmente em sala de aula o professor recorre à demonstração por meio de gráficos.

A utilização de noções de computação gráfica tem auxiliado no desenvolvimento de objetos de aprendizagem.

A computação gráfica é a ciência que reúne uma série de técnicas que permitem transformar os dados da memória do computador em uma imagem que será apresentada para o usuário (VELHO; GOMES, 2000).

Uma destas técnicas usadas na computação gráfica é a de mapeamento da imagem, responsável por convertê-la de sua escala de medidas original, para a escala compreendida pelos sistemas gráficos do computador (PINHO, 2000). Significa dizer que o mapeamento realiza a transformação de uma figura originalmente medida em milímetros, por exemplo, para pixel⁶, que é o sistema utilizado pelos dispositivos gráficos do computador. Com isto pode se deduzir que muitas vezes um plano cartesiano pequeno, de x variando de -10 a 10 , como mostra o exemplo da Figura 14, ficaria com um tamanho relativamente reduzido se transformado diretamente em pixel:

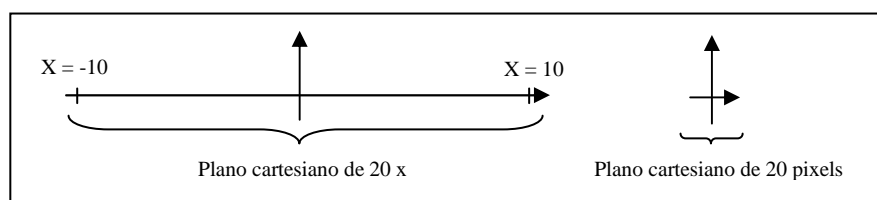


Figura 10. Plano cartesiano sem a técnica de mapeamento

⁶ O pixel é a menor unidade de medida de uma representação gráfica no computador, é um único ponto de uma imagem. A imagem é formada por uma matriz de pixels (LODY, 2004).

O mapeamento possibilita o escalamento adequado de maneira a tornar o plano cartesiano visível ao usuário, e com isso esta variação de 20x, seria distribuída em 200 pixels, por exemplo.

O primeiro passo para a criação de um gráfico no plano cartesiano usando a computação gráfica é, portanto, a definição de como será feito o mapeamento do seu tamanho. Em seguida deve-se calcular o resultado da função analisada em vários pontos do eixo x, definir em qual posição do plano cartesiano mapeado estes pontos vão ser localizados e com isto se chega à representação gráfica de uma função.

A idéia do desenvolvimento de objeto de aprendizagem prevê que haja interatividade com o aluno. Para que tal interatividade tenha um resultado efetivo é ideal que o aluno possa observar a representação gráfica das simulações realizadas. Como a ferramenta de desenvolvimento proposta para esta tarefa de interatividade é o Java, se torna necessário investigar se ela oferece alguma maneira de criar interatividade e ainda, como ela poderá auxiliar na criação dos gráficos.

6 O JAVA NO CONTEXTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

O Java é uma importante ferramenta no desenvolvimento de objetos de aprendizagem, pois permite a inserção de gráficos interativos além de outros tipos de animações para internet, inclusive com recursos 3D (MUTINI, 2006).

Segundo Isotani, Sahara e Brandão (2000) a integração do Java com a interface Web pode ser realizada utilizando um recurso conhecido como *applet*, que é uma maneira de se introduzir programas desenvolvidos em Java, por exemplo, dentro de uma página da internet.

Conforme Sun (2006) um *applet* é um programa que pode ser incluído em um código *Hypertext Markup Language* (HTML) de forma simples. Quando uma página Web que tem um *applet* Java inserido é aberta, o código do programa é transferido para o computador do usuário e executado por meio da *Java Virtual Machine*⁷ (JVM).

Portanto já se sabe que para poder integrar o Java com uma página da internet é recomendado o uso de *applets*. Porém ainda é necessário conhecer o recurso em Java que possibilite a criação dos gráficos para facilitar a compreensão do assunto abordado no objeto de aprendizagem.

A criação de gráficos nas aplicações Java tem sido constantemente requerida principalmente para aplicações financeiras e gerencias que facilitam a leitura de situações e simulações. Existe uma série de ferramentas que permitem a criação deste recurso, contudo, uma das mais completas é o JFreeChart (GOMES, 2006).

Segundo JFreeChart (2006), a biblioteca JFreeChart possibilita criar diversas formas de gráficos, variando de gráficos de barras até gráficos de linhas, por

⁷ A JVM é o componente responsável por interpretar os códigos Java e executar a aplicação. (SUN, 2006).

exemplo. Além disso, permite exportar o gráfico em uma série de formatos que podem ser salvos no computador do usuário para análise posterior. A Figura 11 apresenta um exemplo de gráfico de barras feito com o JFreeChart.

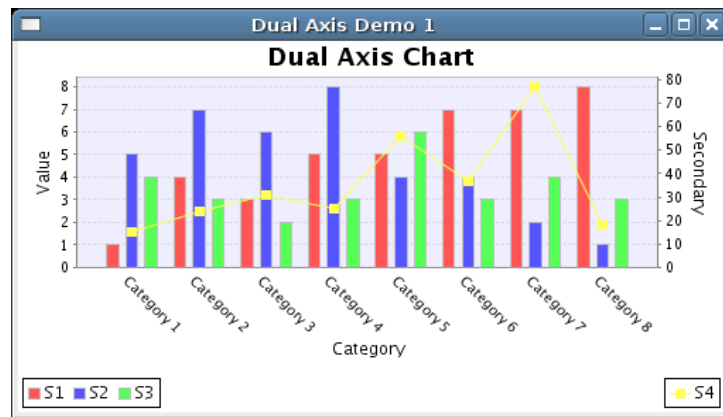


Figura 11. Gráfico de barras no JFreeChart
Fonte: JFreeChart (2006)

Os gráficos que serão criados no objeto de aprendizagem em questão são do tipo gráfico de linhas, baseado em plano cartesiano x e y, tal como a Figura 12 exemplifica.

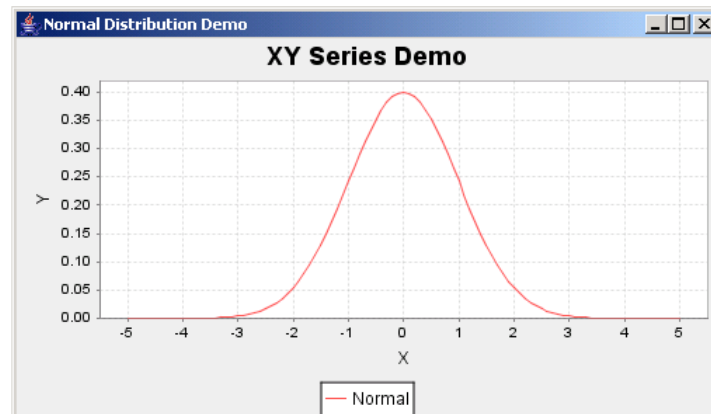


Figura 12. Gráfico de linhas criado no JFreeChart
Fonte: JfreeChart (2006)

Além do recurso do JFreeChart também é possível criar os gráficos diretamente usando os elementos visuais do Java. Alguns exemplos podem ser encontrados em fóruns da internet. No entanto o desenvolvimento é de certa maneira mais complexo e menos adaptável às situações desejadas no objeto de aprendizagem em

questão, apesar de se tornar uma opção em caso de dificuldades de aplicação do JFreeChart, ou caso os seus gráficos não atendam às necessidades do presente projeto.

Com as informações já discutidas é possível descrever as bases do trabalho proposto. Contudo, é importante conhecer alguns dos projetos em andamento acerca da tecnologia instrucional.

7 TRABALHOS CORRELATOS

Os objetos de aprendizagem têm se tornado fonte de estudo para muitas instituições no mundo inteiro. Considera-se que o uso da informática é crescente, e isto motiva o desenvolvimento das técnicas de ensino que utilizam este recurso como meio facilitador do conhecimento.

No Brasil, uma das iniciativas de maior destaque é o projeto Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED). O projeto RIVED, inicialmente restrito a uma parceria do Brasil com os Estados Unidos, para a difusão de tecnologias de aprendizagem, foi expandido posteriormente para comportar a participação de outros países. Atualmente conta com a parceria das universidades brasileiras para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem das mais diversas áreas do conhecimento. O RIVED faz parte de um projeto maior, que envolve países de toda a América Latina, chamado de Rede Latino-americana de Portais Educativos (RELPE). (RIVED, 2006).

A UNESCO também procura desenvolver estudos na área de tecnologia instrucional, principalmente na produção de conteúdo. Um dos exemplos é a página da Web voltada para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I que apresenta conteúdo *on-line* focado nos temas da matéria. O *site*, que tem um grupo de professores como autores, está em constante desenvolvimento. Disponibiliza grande parte do material utilizado pelos alunos como suporte às aulas presenciais e à distância. A linguagem utilizada é acessível para alunos do curso e também para outros visitantes que têm a oportunidade de conhecer os conceitos de forma simples e exemplificada, inclusive com o auxílio de gráficos (ZANETTE et al, 2006). A UNESCO também incentiva os alunos a pesquisarem sobre os objetos de aprendizagem, resultando assim na produção de alguns trabalhos voltados para o tema. Entre eles destacam-se três:

- a) trabalho de conclusão de curso dedicado ao estudo do padrão IMS e desenvolvimento um objeto de aprendizagem seguindo a referida normatização (MUTINI, 2006);
- b) trabalho de conclusão de curso relativo a aplicação da computação gráfica na tecnologia instrucional e desenvolvimento de um programa que facilita a criação de modelos computacionais de imagens para ser utilizados em objetos de aprendizagem (DARÓS, 2003);
- c) trabalho realizado por um grupo formado por professores e acadêmicos sobre a criação de um objeto de aprendizagem para a área de biologia cujo tema aborda a regulação da liberação de hormônios sexuais em indivíduos do sexo masculino. O objeto concorreu a um concurso promovido pelo RIVED e logrou êxito. O trabalho conta com a explicação do tema baseada em animações e utilizando o mesmo recurso promove um breve teste com o aluno para medir o entendimento. Também fornece um conteúdo completo em forma de texto, apresenta curiosidades sobre o tema além de fornecer um abrangente guia do professor com informações e sugestões que orientam o professor quanto ao uso do objeto de aprendizagem (NICOLEIT et al, 2006).

Relativamente ao futuro da tecnologia instrucional, as pesquisas avançadas buscam unir os principais consórcios de estudo sobre o tema. Atualmente a ADL conta com a colaboração de outras entidades como IMS, IEEE e AICC na definição do futuro desta área. Depois de ter estabelecido uma versão confiável do padrão SCORM de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, a ADL passou a trabalhar no desenvolvimento de um padrão estável também para os sistemas de LMS. Este projeto é conhecido por *Content Object Repository Discovery and Resolution Architecture*

(CORDRA). Além disto, também estão sendo iniciadas as pesquisas para a distribuição de conteúdo instrucional para dispositivos móveis, como palmtops e celulares (ADL, 2006, tradução nossa).

8 DESENVOLVIMENTO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM

A criação de um objeto de aprendizagem é uma tarefa que demanda engajamento profundo: a busca de conhecimento em áreas essencialmente diferentes, envolvendo uma ciência humana e uma ciência exata – a educação e a informática. Tão importante quanto o conhecimento sobre as ferramentas de desenvolvimento computacional, é ter noção de como ocorre a construção do conhecimento; é pensar como professor, como aluno e como programador. A parte lógica do desenvolvimento é um tanto mais simples por se tratar de área conhecida para qual o desenvolvedor é preparado ao longo da sua rotina diária. Porém, humanizar este conhecimento de forma a produzir algo atraente para aprendizes pode se tornar uma tarefa consideravelmente complexa. Constata-se, portanto a necessidade de uma prática colaborativa e cooperativa com o auxílio de especialistas nas áreas de programação, de design, da área pedagógica, além de especialistas da área de destino – neste caso, a matemática – do objeto de aprendizagem.

Para o desenvolvimento do objeto de aprendizagem, são consideradas permanentemente informações novas acerca de práticas pedagógicas, bem como tecnologias emergentes que possam dar suporte a evoluções sobre os objetos de aprendizagem.

8.1 SCORM

O padrão SCORM de desenvolvimento de conteúdo instrucional reúne os aspectos que mais se destacam na união de vários outros padrões sobre o tema. Ou seja, ele é uma forma de fundir o trabalho de outras entidades em uma normatização única, completa, e que garante aos objetos de aprendizagem as características que lhes devem

ser peculiares, como reusabilidade, interoperabilidade e acessibilidade.

Basicamente o SCORM é composto por três publicações:

- a) o modelo de montagem do conteúdo;
- b) o ambiente de execução;
- c) o sequenciamento e navegação.

Cada qual com sua função definida, as três normas do SCORM permitem criar um objeto de aprendizagem de forma simples, porém com informações completas sobre conteúdo, localização e distribuição.

8.1.1 SCORM – Modelo de Montagem de Conteúdo

Sucintamente, a referida norma versa sobre a criação de conteúdo instrucional e como ele deve ser organizado dentro de um objeto de aprendizagem. Ela fornece uma forma consistente de descrever sua estrutura, quais recursos podem ser utilizados e como criar os metadados que rotulam o objeto.

Estes aspectos fornecem ao objeto de aprendizagem as características de acessibilidade, reusabilidade e interoperabilidade, permitindo que eles sejam localizados, que seus recursos sejam aproveitados em outros contextos independentemente da plataforma utilizada pelos usuários.

Internamente a norma é dividida em 3 partes:

- d) modelo de conteúdo: define a terminologia utilizada pelo SCORM para determinar o conteúdo aceitável;
- e) empacotamento do conteúdo: descreve como o conteúdo pode ser agregado e como se constrói um elemento instrucional;
- f) metadados: indica como deve ser criado o cabeçalho de identificação do

objeto e do seu conteúdo;

8.1.1.1 Modelo de Conteúdo

Este modelo define os recursos de baixo nível que podem ser utilizados na montagem de um elemento instrucional e como estes recursos podem ser agrupados em componentes maiores.

O *asset* é o recurso digital mais básico que pode ser utilizado dentro do conteúdo instrucional do objeto de aprendizagem. Ele é formado por qualquer texto, animação, som, sistema interativo, imagem ou outros elementos que tenham relação com o que se deseja criar, como exemplifica a Figura 13.



Figura 13. Exemplo de *assets*

O *Shareable Content Object* (SCO) representa uma associação de vários *assets*, conforme apresenta a Figura 14. Eles têm a capacidade de se comunicar com os LMS, podendo desta forma se associar com outros semelhantes para formar atividades mais complexas. Devem ser construídos de forma a ser unidades pequenas que possam ser reutilizadas em contextos diversos.

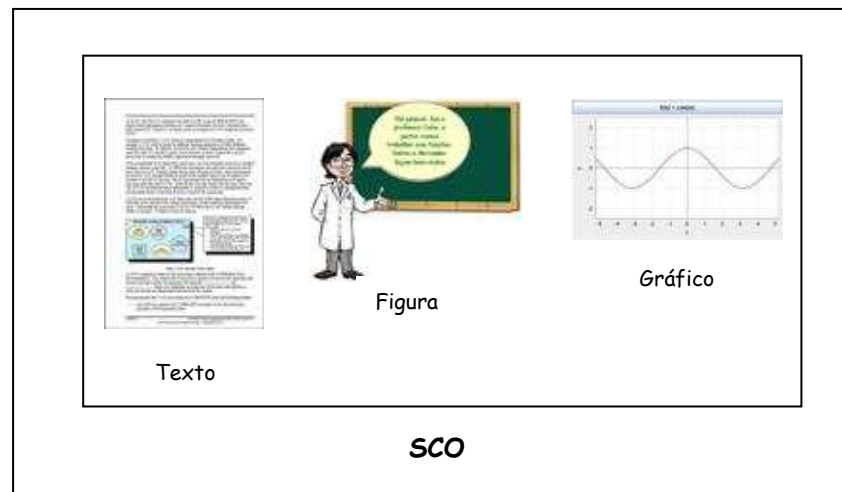


Figura 14. Exemplo de SCO

A organização do conteúdo é dividida em dois grupos: as atividades e os recursos. Os recursos são formados por *assets* e SCOs. As atividades são como módulos ou tópicos do objeto de aprendizagem. Cada objeto pode ser composto por várias atividades, e uma atividade por sua vez pode conter outras atividades ou simplesmente conter os recursos. A Figura 15 apresenta um diagrama conceitual desta organização.

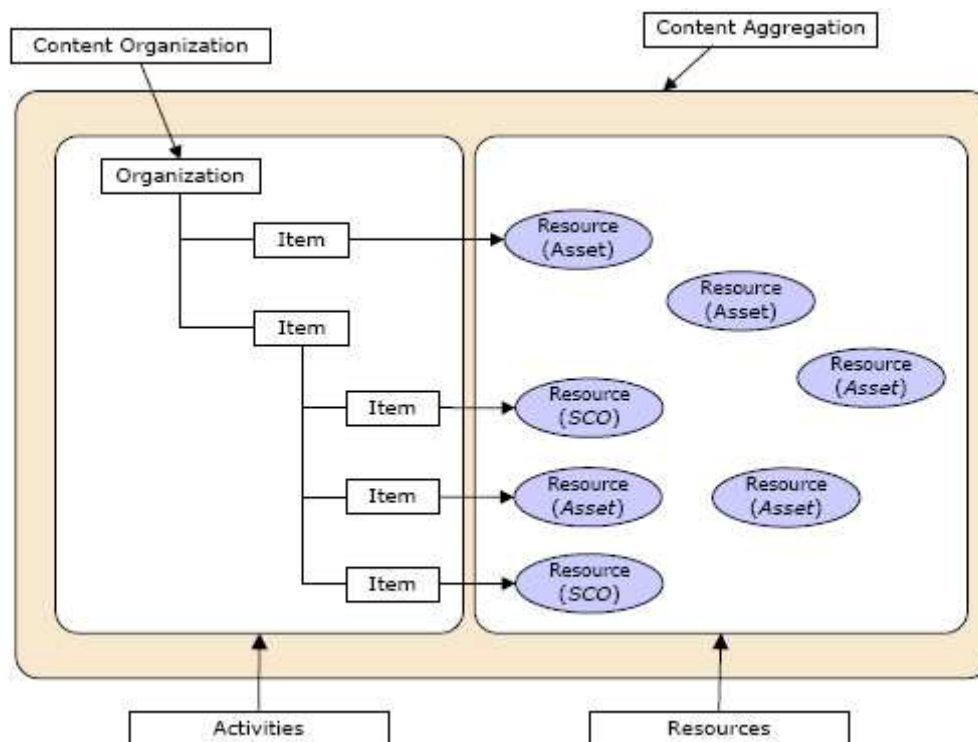


Figura 15 Organização do conteúdo de acordo com o padrão SCORM
Fonte: ADL (2006)

Todos estes elementos podem ser referenciados nos metadados. Esta referencia é feita pelo empacotamento do conteúdo, descrito a seguir.

8.1.1.2 Empacotamento de conteúdo

Uma vez que um conteúdo instrucional é preparado ele deve ter a capacidade de ser disponibilizado nos LMS para busca e acesso. Vale lembrar que o SCORM é um padrão que reúne as mais destacadas características de outras normas desenvolvidas; Sendo assim, as especificações de empacotamento regidas pelo SCORM são baseadas em outras normas, como no padrão do IMS, por exemplo.

O pacote é composto de dois elementos: o primeiro elemento é um arquivo XML, conhecido como manifesto, que descreve a estrutura do objeto e o seu conteúdo; o segundo elemento, são os arquivos multimídia propriamente ditos (animações, textos, html, *applets* Java, etc.), como mostra a Figura 16.

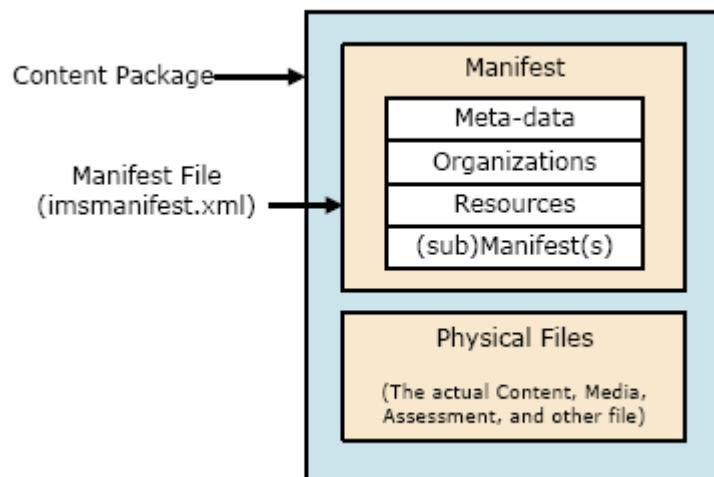


Figura 16. Diagrama conceitual do empacotamento de conteúdo
Fonte: ADL (2006)

8.1.1.3 Metadados

O arquivo de metadados é o recurso utilizado para rotular o objeto instrucional desenvolvido. Os LMS utilizam as informações dos metadados para conhecer a organização do conteúdo do objeto (cursos, lições, módulos e atividades).

O esquema de criação dos metadados SCORM segue o que estabelece o IEEE - *Learning Object Metadata*, para garantir interoperabilidade com a maioria dos LMS.

Além das informações sobre a organização interna do objeto de aprendizagem, os metadados têm por objetivo criar uma espécie de cabeçalho para estes com informações padronizadas que facilitam a busca e acesso pelos sistemas LMS. Estas informações são referentes ao título do objeto, descrição do seu conteúdo, autoria, tempo de vida e uma série de outros dados.

8.1.1.4 Criação do Manifesto

O manifesto é um memorial descritivo relativo ao objeto de aprendizagem e como os seus componentes estão organizados internamente. Ele consiste de um arquivo XML, que é construído em conformidade com o que define o padrão SCORM, que por sua vez baseia-se no padrão IMS para o desenvolvimento de tal documento. Obrigatoriamente o nome do manifesto deve ser *imsmanifest.xml*.

Um manifesto inicia com a tag `<manifest>` e pode conter alguns atributos como, por exemplo, o nome do manifesto e a sua versão, conforme mostra o Quadro 1:

```
<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">  
  <!-- imsmanifest contents -->  
</manifest>
```

Quadro 1. Exemplo da tag *manifest*

Na seqüência, em subordinação à anterior aparece a *tag* `<metadata>` que apresenta informações sobre o padrão que o manifesto se baseia, como exemplifica o Quadro 2:

```
<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">
  <metadata>
    <schema>ADL SCORM</schema>
    <schemaversion>CAM 1.3.1</schemaversion>
  </metadata>
</manifest>
```

Quadro 2. Exemplo da *tag metadata*

Novamente abaixo da *tag* `<manifest>` se encontra a `<organizations>` que por sua vez é superior a *tag* `<organization>`. A finalidade destas é separar o conteúdo de forma organizada, como se fossem os capítulos de um livro. Exemplifica o Quadro 3:

```
<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">
  <metadata>
    <schema>ADL SCORM</schema>
    <schemaversion>CAM 1.3.1</schemaversion>
  </metadata>
  <organizations>
    <organization identifier="FUNCOES">
      <title>Funcoes</title>
    </organization>
  </organizations>
</manifest>
```

Quadro 3. Exemplo da *tag organizations*

Em seguida, subordinado à *tag* `<organization>`, se apresenta a `<item>`, que representa os subtítulos de cada capítulo. O Quadro 4 traz um exemplo desta teoria. Esta *tag* também contém alguns atributos que definem a identificação dos itens e a que recursos estão associados.

```

<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">
  <metadata>
    <schema>ADL SCORM</schema>
    <schemaversion>CAM 1.3.1</schemaversion>
  </metadata>
  <organizations>
    <organization identifier="FUNCOES">
      <title>Funcoes</title>
      <item identifier="FUNC_OBJ" identifierref="FUNCOBJ">
        <title>Objetivo do Objeto de Aprendizagem</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_INTRO" identifierref="FUNCINTRO">
        <title>O que e funcao</title>
      </item>
    </organization>
  </organizations>
</manifest>

```

Quadro 4. Exemplo da *tag* item

A *tag* `<item>` finaliza as subordinações de `<organizations>`.

Em seguida se define a *tag* `<resources>` que é superior a `<resource>`.

Neste ponto são indicados os recursos digitais propriamente ditos: as páginas html, animações, *applets*, figuras, sons e quaisquer recursos utilizados na construção do objeto. Observe-se o Quadro 5.

```

<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">
  <metadata>
    <schema>ADL SCORM</schema>
    <schemaversion>CAM 1.3.1</schemaversion>
  </metadata>
  <organizations>
    <organization identifier="FUNCOES">
      <title>Funcoes</title>
      <item identifier="FUNC_OBJ" identifierref="FUNCOBJ">
        <title>Objetivo do Objeto de Aprendizagem</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_INTRO" identifierref="FUNCINTRO">
        <title>O que e funcao</title>
      </item>
    </organization>
  </organizations>
  <resources>
    <resource identifier="FUNCOBJ" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
      href="funcObjetivo.htm">
      <file href="funcObjetivo.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCINTRO" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
      href="funcIntro.htm">
      <file href="falta.swf"/>
      <file href="funcIntro.htm"/>
    </resource>
  </resources>
</manifest>

```

Quadro 5. Exemplo da *tag* resources

A *tag* `<resource>` possui alguns atributos: o identificador que é relativo ao

referenciado na *tag* `<item>` vista anteriormente; o tipo de item que o recurso se enquadra segundo o padrão SCORM; o tipo de mídia; e em qual arquivo principal eles estão alocados. Ela ainda subordina a *tag* `<file>`, que referencia a localização física de todos os componentes utilizados no recurso.

Basicamente um manifesto pode ser criado definindo estas *tags* citadas anteriormente, apesar de o padrão SCORM possibilitar a adoção de outras informações e de mais atributos além dos utilizados no presente projeto. O manifesto deve conter ao menos uma organização definida, e esta deve conter no mínimo um recurso.

O Apêndice A apresenta o arquivo de manifesto *imsmanifest.xml* utilizado no presente projeto.

8.1.1.5 Criação dos Metadados

Os metadados, por definição, são dados que se referenciam a outros dados. Neste caso os metadados são informações acerca do objeto de aprendizagem em si, sua autoria, ciclo de vida, objetivo educacional, custos e uma série de outros elementos que podem ser interpretados pelos LMS.

Todos os arquivos de metadados seguindo o padrão SCORM são arquivos XML que iniciam obrigatoriamente com a *tag* `<lom>`. Esta por sua vez subordina outras com as informações propriamente ditas como exemplifica o Quadro 6.

```
<lom>
  <general/>
  <classification/>
  <lifeCycle/>
  <technical/>
  <metaMetadata/>
  <educational/>
  <rights/>
</lom>
```

Quadro 6. Exemplo da *tag lom*

As informações representadas nos metadados não são obrigatórias,

dependendo do interesse do autor em disponibilizá-las.

Na continuação do manifesto a *tag* `<general>` traz uma série de informações sobre o objeto como um todo. Estes dados podem ser chaves para os sistemas LMS localizarem e descreverem os mesmos. O Quadro 7 apresenta a *tag* `<general>` que deriva outras.

```

<lom>
  <general>
    <title>
      <string language="pt-BR" > Calculo
      Diferencial e Integral I</string>
    </title>
    <language>pt-BR</language>
    <description>
      <string language="pt-BR">Objeto de
      aprendizagem para a disciplina de Cálculo
      Diferencial e Integral I, tratando de
      funções, limites, derivadas e
      integrais</string>
    </description>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">Objetos de
      aprendizagem</string>
    </keyword>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">SCORM</string>
    </keyword>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">Calculo
      Diferencial e Integral I</string>
    </keyword>
    <coverage>
      <string language="pt-BR">Cálculo</string>
    </coverage>
    <structure>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>linear</value>
    </structure>
    <aggregationLevel>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>3</value>
    </aggregationLevel>
  </general>
  <classification/>
  <lifeCycle/>
  <technical/>
  <metaMetadata/>
  <educational/>
  <rights/>
</lom>

```

Quadro 7. Exemplo da *tag* `general`

Alguns dos elementos de `<general>` exemplificados representam o título dado pelo autor ao objeto de aprendizagem, qual a linguagem em que ele foi construído, uma breve descrição do objeto, palavras-chave, a área do conhecimento a qual o

conteúdo se refere e qual a estrutura organizacional do conteúdo.

Na seqüência se apresenta a tag *<classification>*, como mostra o Quadro 8.

```

<lom>
  <general/>
  <classification>
    <purpose>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>educational objective</value>
    </purpose>
    <taxonPath>
      <source>
        <string language="pt-BR">Disciplina de
          Calculo Diferencial e Integral I</string>
      </source>
      <taxon>
        <id>I</id>
        <entry>
          <string language="pt-BR">
            Funcoes</string>
        </entry>
      </taxon>
      <taxon>
        <id>II</id>
        <entry>
          <string language="pt-BR">
            Limites</string>
        </entry>
      </taxon>
    </taxonPath>
    <description>
      <string language="pt-BR">Suporte a disciplina de
        Calculo Diferencial e Integral I</string>
    </description>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">Calculo</string>
    </keyword>
  </classification>
  <lifeCycle/>
  <technical/>
  <metaMetadata/>
  <educational/>
  <rights/>
</lom>

```

Quadro 8. Exemplo da tag *classification*

A tag *<classification>* apresenta informações relativas à classificação acadêmica do objeto. A sua finalidade, a que ciência pertence, as palavras-chave referentes ao conteúdo além de uma breve descrição do objetivo educacional do conteúdo.

Em seguida a estrutura de metadados possibilita o uso da tag *<lifeCycle>*, que descreve informações em relação ao estado de criação do objeto: versão, fase de desenvolvimento, além de pessoas e/ou entidades que contribuíram para o objeto até o

momento. O Quadro 9 exemplifica o uso desta *tag*.

```

<lom>
  <general/>
  <classification/>
  <lifeCycle>
    <version>
      <string language="pt-BR">1.0 </string>
    </version>
    <status>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>draft</value>
    </status>
    <contribute>
      <role>
        <source>LOMv1.0</source>
        <value>author</value>
      </role>
      <entity>BEGIN:VCARD\nFN:Carlos Eduardo
        Milanezi Vieira AutorEND:VCARD</entity>
      <date>
        <dateTime>2007-07-05</dateTime>
      <description>
        <string language="pt-BR">Data da
          finalização do projeto inicial</string>
      </description>
      </date>
    </contribute>
  </lifeCycle>
  <technical/>
  <metaMetadata/>
  <educational/>
  <rights/>
</lom>

```

Quadro 9. Exemplo da *tag* *lifeCycle*

A *tag* *<technical>* apresenta características técnicas do objeto como formato dos *assets* utilizados na criação do conteúdo, o tamanho em bytes do objeto e eventuais requisitos mínimos ou avisos de requerimentos de software. O Quadro 10 mostra um exemplo desta *tag*.

```

<lom>
  <general/>
  <classification/>
  <lifeCycle/>
  <technical>
    <format>text/html</format>
    <format>image/jpeg</format>
    <format>image/gif</format>
    <format>animation/swf</format>
    <format>interactivity/jar</format>
    <size>3000000</size>
    <location>index.htm</location>
    <installationRemarks>
      <string language="pt-BR">A primeira exibição do
        objeto pode levar alguns minutos, pois as
        bibliotecas java precisam ser carregadas para que
        a interatividade inicie.</string>
    </installationRemarks>
  </technical>
  <metaMetadata/>
  <educational/>
  <rights/>
</lom>

```

Quadro 10. Exemplo da tag *technical*

Existe também a possibilidade de referenciar a criação do próprio arquivo de metadados com o uso da tag *<metaMetadata>* que indica o criador dos metadados, eventuais contribuintes com a criação, a data de finalização do referido arquivo e o idioma em que foi escrito. Um exemplo desta tag é apresentado no Quadro 11.

```

<lom>
  <general/>
  <classification/>
  <lifeCycle/>
  <technical/>
  <metaMetadata>
    <contribute>
      <role>
        <source>LOMv1.0</source>
        <value>creator</value>
      </role>
      <entity>BEGIN:VCARD\nFN:Carlos Eduardo Milanezi Vieira
        Criador do MetadadosEND:VCARD</entity>
      <date>
        <dateTime>2007-07-05</dateTime>
        <description> <string language="pt-BR">Data da
          finalização do arquivo de metadados.</string>
        </description>
      </date>
    </contribute>
    <metadataSchema>LOMv1.0</metadataSchema>
    <metadataSchema>SCORM_CAM_v1.3.1</metadataSchema>
    <language>pt-BR</language>
  </metaMetadata>
  <educational/>
  <rights/>
</lom>

```

Quadro 11. Exemplo da tag *metaMetadata*

Na seqüência, a tag *<educational>* fornece informações sobre as

características pedagógicas do objeto de aprendizagem: como é a relação do objeto com o aprendiz, o tipo de recurso educacional utilizado (simulação, figuras, textos...), o nível de dependência do objeto em relação ao aluno, qual o público alvo, contexto em que deve ser aplicado, o nível de dificuldade e o idioma em que foi desenvolvido, como mostra o exemplo do Quadro 12.

```

<lom>
  <general/>
  <classification/>
  <lifeCycle/>
  <technical/>
  <metaMetadata/>
  <educational>
    <interactivityType>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>mixed</value>
    </interactivityType>
    <learningResourceType>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>figure</value>
    </learningResourceType>
    <learningResourceType>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>narrative text</value>
    </learningResourceType>
    <interactivityLevel>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>low</value>
    </interactivityLevel>
    <intendedEndUserRole>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>learner</value>
    </intendedEndUserRole>
    <context>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>higher education</value>
    </context>
    <difficulty>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>easy</value>
    </difficulty>
    <language>pt-BR</language>
  </educational>
  <rights/>
</lom>

```

Quadro 12. Exemplo da tag *educational*

Por fim, o arquivo de metadados apresenta os direitos de propriedade intelectual, condições de uso e eventual custo para distribuição. O Quadro 13 mostra o uso desta tag.

```

<lom>
  <general/>
  <classification/>
  <lifeCycle/>
  <technical/>
  <metaMetadata/>
  <educational/>
  <rights>
    <cost>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>no</value>
    </cost>
    <copyrightAndOtherRestrictions>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>yes</value>
    </copyrightAndOtherRestrictions>
    <description>
      <string language="pt-BR">Para informações sobre uso
      deste material favor entrar em contato com a
      Universidade do Extremo Sul Catarinense -
      UNESCO</string>
    </description>
  </rights>
</lom>

```

Quadro 13. Exemplo da tag *rights*

O Apêndice B apresenta o arquivo de metadados utilizado neste projeto.

Uma vez criado o arquivo de metadados, este pode ser incorporado ao manifesto como mostra o Quadro 14.

```

<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">
  <metadata>
    <schema>ADL SCORM</schema>
    <schemaversion>CAM 1.3.1</schemaversion>
    <adlcp:location>calcMetadata.xml</adlcp:location>
  </metadata>
</manifest>

```

Quadro 14. Incorporação do arquivo de metadados ao manifesto.

Criados os arquivos de metadados e de manifesto, o objeto de aprendizagem já possui os rótulos necessários para que um LMS busque e o acesse dentro de um repositório. No entanto há a necessidade de uma interface para que ambos troquem informações, e para tanto, o SCORM trabalha com a norma que versa sobre o Ambiente de Execução.

8.1.2 SCORM – Ambiente de Execução

A norma que orienta sobre o ambiente de execução dos objetos de

aprendizagem é majoritariamente voltada para o desenvolvimento dos LMS, que são os responsáveis por armazenar e entregar ao usuário final os objetos. No entanto, para que um conteúdo instrucional seja acessado e a sua evolução seja monitorada é necessário que o próprio objeto se comunique com o LMS e desta forma lhe forneça os subsídios necessários para o gerenciamento do conteúdo.

Esta ferramenta é designada pelo SCORM como sendo uma *Application Programming Interface* – API, e segue as orientações do AICC e do LTSC. A API é um pequeno sistema escrito na linguagem JavaScript e que implementa algumas funções básicas para informar ao LMS se o objeto de aprendizagem foi iniciado com sucesso e quando ele é encerrado, por exemplo.

O JavaScript é uma linguagem de programação desenvolvida pela empresa Netscape em parceria com a Sun Microsystems. Ela é relativamente simples se comparada a outras linguagens e é voltada para o desenvolvimento de sistemas embutidos em navegadores Web.

Nesse contexto há dois cenários que devem ser considerados: o primeiro é a responsabilidade do LMS quanto a criação de uma instancia da API que obrigatoriamente deve ser nomeada de “API_1484_11”; o segundo é a responsabilidade do objeto de aprendizagem que deve criar também uma instancia da API que busque localizar a “API_1484_11” para iniciar a comunicação.

O Quadro 15 apresenta um exemplo da API básica para que o objeto de aprendizagem localize a instancia da API (“API_1484_11”) criada pelo LMS.

```

var nFindAPITries = 0;
var API = null;
var maxTries = 500;
var APIVersion = "";

function ScanForAPI(win)
{
    while ((win.API_1484_11 == null) && (win.parent != null)
        && (win.parent != win))
    {
        nFindAPITries++;
        if (nFindAPITries > maxTries)
        {
            return null;
        }
        win = win.parent;
    }
    return win.API_1484_11;
}

function GetAPI(win)
{
    if ((win.parent != null) && (win.parent != win))
    {
        API = ScanForAPI(win.parent);
    }
    if ((API == null) && (win.opener != null))
    {
        API = ScanForAPI(win.opener);
    }
    if (API != null)
    {
        APIVersion = API.version;
    }
}

```

Quadro 15. API do objeto de aprendizagem para localização do LMS.

Uma vez que o objeto de aprendizagem localiza o LMS, a instancia da API por parte do objeto deve ter pelo menos duas funções: a inicialização (“*Initialize()*”) e a finalização (“*Terminate()*”) da comunicação, como mostra o Quadro 16.

```

var nFindAPITries = 0;
var API = null;
var maxTries = 500;
var APIVersion = "";

function ScanForAPI(win)
{
    . . .
}

function GetAPI(win)
{
    . . .
}

function doInitialize()
{
    if (API == null)
    {
        alert("A API do LMS não foi localizada.");
        return "false";
    }
    var result = API.Initialize("");
    if (result.toString() != "true")
    {
        alert("Houve um erro na inicialização do objeto.");
    }
    return result.toString();
}

function doTerminate()
{
    if (API == null)
    {
        alert("A API do LMS não foi localizada.");
        return "false";
    }
    else
    {
        var result = API.Terminate("");
        if (result.toString() != "true")
        {
            alert("Houve um erro na finalização do objeto.");
        }
    }
    return result.toString();
}

```

Quadro 16. Funções *initialize* e *terminate* da API do objeto

Alguns elementos utilizados no código-fonte (*win*, *win.parent* e *win.opener*) da API são fornecidos automaticamente pelo navegador da internet ao interpretar o código JavaScript. Reiterando: a norma do SCORM sobre o ambiente de execução dos objetos de aprendizagem é majoritariamente voltada para os LMS limitando a atuação do objeto de aprendizagem à presença da API que estabelece e finaliza a comunicação entre os dois.

8.1.3 SCORM – Sequenciamento e Navegação

A terceira e última norma definida pelo padrão SCORM é totalmente relativa ao LMS e as técnicas que ele utiliza para monitorar a evolução do aprendiz e definir a seqüência de apresentação do conteúdo. No entanto para poder reconhecer quais os recursos são utilizados em cada momento, o LMS transforma a estrutura do manifesto em uma árvore cujos nós são reconhecidos como a seqüência hierárquica do objeto.

A tag *<organization>* do manifesto é interpretada e a sua estrutura é então convertida em uma árvore na qual o sequenciamento e navegação se baseiam como mostra o diagrama conceitual da Figura 17.

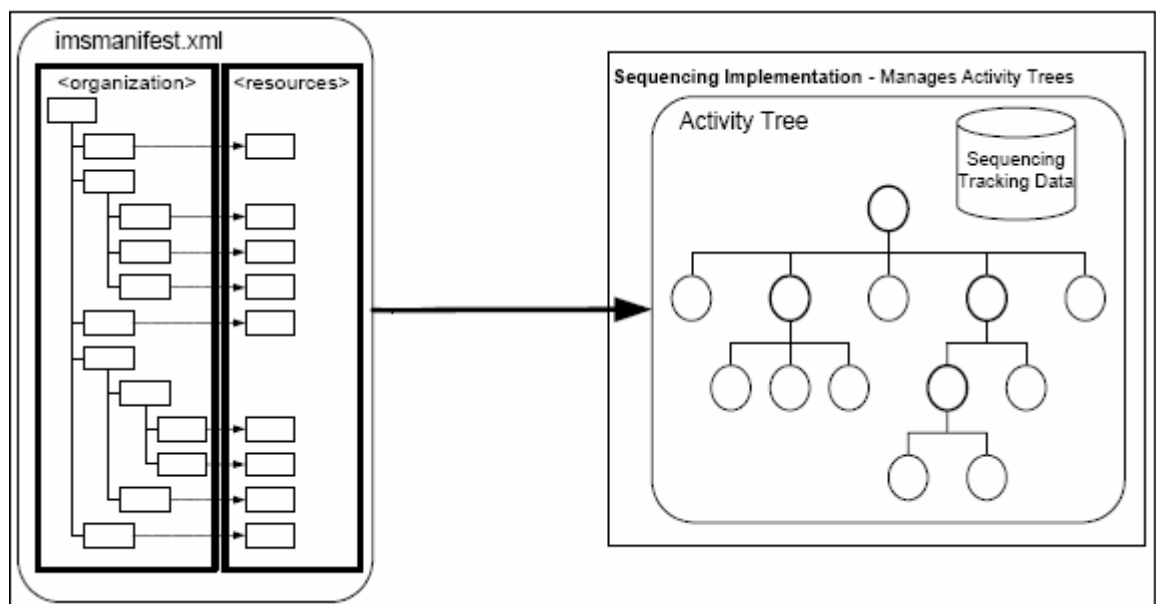


Figura 17 . Migração da estrutura do objeto para árvore de sequenciamento
Fonte: ADL (2006)

Conhecidas as normas do padrão SCORM que se referem à criação de conteúdo instrucional, o desenvolvimento do objeto encontra base sólida. A partir deste momento resta preparar o tipo de conteúdo utilizado (figuras, html, animações e outros) e organizá-los como rege o padrão estudado.

8.2 DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO - HTML

O html é uma linguagem com a qual é construída a maioria das páginas da internet. Seu nome é um acrônimo de *Hypertext Markup Language*, que textualmente traduzido significa Linguagem de Marcação de Hipertexto. Segundo Filho e Pelegrino (1998) um hipertexto é um termo utilizado para se referir aos textos que remetem a outros relativos; que fazem uma ligação chamando um outro texto externo fugindo da linearidade da leitura, esta ligação é comumente conhecida como *link*.

Este termo é utilizado para o desenvolvimento de conteúdo para internet justamente por ter a capacidade de associar uma página Web à outra.

Com a evolução da comunicação via internet, o aumento das velocidades de transmissão de dados, o maior poder de processamento dos computadores, a possibilidade de utilizar imagens estáticas ou em movimento, sons e inclusive vídeo, o hipertexto (literalmente falando) perdeu espaço nos conteúdos desenvolvidos para internet. No entanto o conceito de ligação de elementos em diversos locais continuou sendo o atrativo da internet, e atualmente o html é reconhecido como uma linguagem com a qual as pessoas podem montar o conteúdo de uma página na internet de maneira relativamente simples.

A programação em html pode ser escrita em qualquer editor de texto. Contudo, existem editores específicos que facilitam a criação de conteúdo. Para este projeto foi utilizado o programa Dreamweaver MX na sua versão de teste.

O layout das páginas, embora não haja dentro do padrão SCORM nenhum regimento neste sentido, foi desenvolvido seguindo um padrão definido pelo RIVED.

Foram utilizadas ainda figuras, animações e um sistema de interatividade com o aprendiz por meio de *applets* Java.

8.2.1 Figuras

As figuras são utilizadas para exemplificar de maneira mais intuitiva um conceito apresentado textualmente. Porém, há que se considerar que uma imagem é um recurso computacional que consome um espaço em bytes considerável, se comparado a texto simples. Este problema é agravado ao observar que o objeto de aprendizagem deve ser disponibilizado pela internet, e que arquivos de tamanho elevado podem prejudicar a exibição do conteúdo justamente por demandar um tempo maior para o carregamento da imagem. Realizadas as considerações, foram adotados dois formatos de arquivos de imagem na construção do projeto: o formato *Graphics Interchange Format* – GIF e *Joint Photographic Experts Group* - JPEG.

Conforme Conti (2007) o formato gif, criado pela empresa CompuServ, é utilizado para a obtenção de imagens estáticas ou animadas com um tamanho comprimido pela codificação de linhas de pontos que possuem cores repetidas. No entanto este formato limita ao uso de 256 cores. O padrão jpg tipicamente alcança uma taxa de compressão desejável utilizando algoritmos que perdem detalhes que, todavia, não comprometem a inteligibilidade das imagens.

As ilustrações sobre a matéria em si foram obtidas com o auxílio de programas de edição de imagens, como o MSPaint e GIMP Image Editor, e adequadas ao conteúdo.

8.2.2 Animações

Para a criação das animações, a ferramenta mais popular é o Macromedia Flash. Ele permite que o usuário crie suas figuras e anime-as com o uso de vários

recursos de interpolação. Para este projeto foi utilizado o Macromedia Flash MX na versão de testes.

Conforme Tarouco et al (2004) o Flash cria animações no formato *Small Web Format* - SWF, que apresenta vetores gráficos e compressão de som para reduzir o tamanho final do arquivo. Também possibilita a utilização de uma linguagem de scripts para o desenvolvimento dos sistemas de controle em caso de interatividade do usuário com a animação.

8.2.3 Interatividade Com Java

Um dos aspectos importantes para a aprendizagem é fazer com que o aluno se envolva com o conteúdo apresentado, que ele possa estabelecer uma relação prazerosa e que lhe faça querer seguir adiante. Desta forma o conhecimento vai sendo construído com base nas experiências que o aprendiz adquire na interação.

Segundo Moura e Brandão (2005), a linguagem de programação Java permite criar programas que podem ser incorporados às páginas da Internet e interpretados pelos navegadores, independente de plataforma. Estes programas são conhecidos por *applets* Java.

Desta forma o Java consiste numa linguagem que permite criar os sistemas de forma simples, com tamanhos reduzidos e interpretados diretamente durante a execução do objeto de aprendizagem, o que evita que o usuário tenha que instalar o sistema no computador. Com isto a execução da interatividade fica simplificada e permite que usuários com pouco conhecimento de informática possam utilizá-la.

8.2.3.1 *Applet* Java

Um *applet* Java é um tipo especial de programa baseado na linguagem de programação Java que permite a sua execução à partir de um navegador da internet como o Internet Explorer ou o Mozilla Firefox, por exemplo.

Um *applet* é embutido no código fonte de uma página Web que, quando aberta, utiliza a máquina virtual Java para interpretá-lo (SUN, 2007).

O código-fonte de um *applet* Java é similar a um código normal. No entanto, o *applet* não necessita da classe *main* para ser executado, mas sim de uma outra construída com a classe *JApplet*. Além disto, o *applet* necessita de 4 funções básicas: *init()*, que inicializa o *applet* quando a página é aberta; *destroy()*, que finaliza o recurso quando o navegador é fechado; *start()*, que indica que o sistema está carregado e pronto para ser usado; e finalmente *stop()*, que interrompe a operação do *applet* em caso de mudança de página, por exemplo.

O Quadro 17 exemplifica as modificações básicas que devem ser feitas em um sistema Java para que um *applet* possa ser aberto por um navegador Web.

```

import . . .
import java.applet.Applet;
import . . .

public class funcconc extends JApplet
    implements ActionListener {
    . . .
    public void init(){
        montaTela();
    }

    public void montaTela() {
        . . .
    }

    public void start(){
        System.out.println("Applet iniciado.");
    }

    public void stop(){
        System.out.println("Applet parado.");
    }

    public void destroy(){
        System.out.println("Destroy chamado.");
    }

    public JPanel Grafico() {
        . . .
    }

    public XYDataset createDataset() {
        . . .
    }

    public JFreeChart createChart(XYDataset dataset) {
        . . .
    }

    public void actionPerformed(ActionEvent event){
        . . .
    }
}

```

Quadro 17. Alterações no código java para convertê-lo em *applet*

É importante observar também que um *applet* é inserido num código html com uma *tag* simples, tal como um outro elemento multimídia qualquer. No entanto, em certos casos, para que o *applet* seja executado com sucesso é necessário disponibilizar as bibliotecas Java utilizadas na sua compilação, como exemplificado no Quadro 18.

```

<html>
<body>

  <applet code=funcconc.class archive="jcommon-1.0.6.jar,
jfreechart-1.0.3.jar, jep-2.4.0.jar" width="500" height="300">
  </applet>

</body>
</html>

```

Quadro 18. *Tag* html para inserção de *applet* com referencia às bibliotecas de compilação Java

A criação do *applet* Java é apenas o processo de conversão do sistema para um modo acessível pela internet. Porém, a criação do sistema interativo envolve bibliotecas diferenciadas para a implementação da interpretação matemática e criação dos gráficos.

8.2.3.2 JFreeChart

A ferramenta JFreeChart é uma biblioteca disponível para a linguagem Java com a qual é possível a criação de gráficos de vários formatos para atender necessidades diversas, como representa o exemplo da Figura 18.

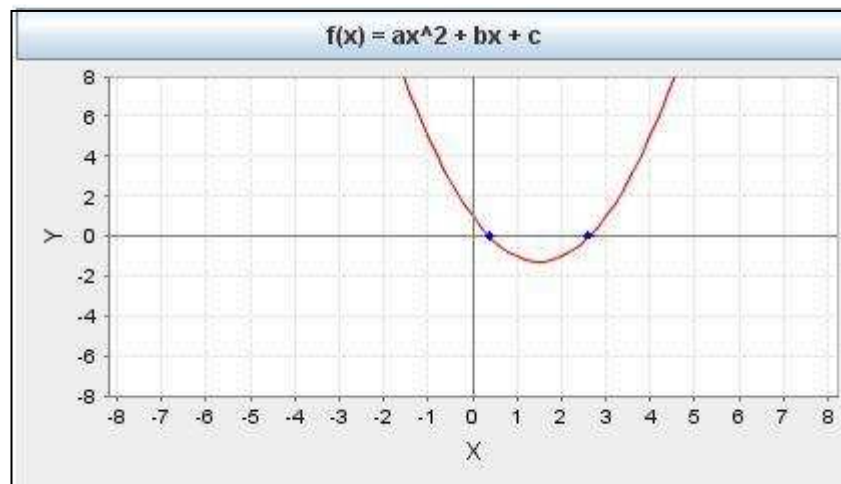


Figura 18. Exemplo de gráfico do tipo XY criado no JFreeChart

No caso do presente trabalho o que se deseja é a criação de um gráfico do tipo linhas em um plano cartesiano para a representação gráfica de funções matemáticas.

O Quadro 19 apresenta um exemplo da programação deste recurso.

```

import . . .
import org.jfree.chart.*;
import . . .

. . .

public JPanel Grafico() {
    . . .
    XYDataset dataset = createDataset();
    JFreeChart chart = createChart(dataset);
    ChartPanel chartPanel = new ChartPanel(chart); //
    return chartPanel;
}

public XYDataset createDataset() {
    . . .
    XYSeries series = new XYSeries("função ax + b");
    for (float i = num-itera; i <= numPontos+itera; i += itera) {
        int k = 0;
        x[k] = ((const1 * i) + const2);
        series.add((double)i, x[k]); // ponto (X, Y)
    }
    XYSeriesCollection dataset = new XYSeriesCollection();
    dataset.addSeries(series);
    return dataset;
}

public JFreeChart createChart(XYDataset dataset) {
    JFreeChart chart = ChartFactory.createXYLineChart(
        "", // Título do gráfico
        "X", // rótulo eixo X
        "Y", // rótulo eixo y
        dataset, // fonte de dados
        PlotOrientation.VERTICAL,
        false, // legenda
        true, // dicas
        false // urls
    );
}

. . .
}

```

Quadro 19. Utilização da classe jfreechart

Basicamente para se criar um gráfico é necessário definir o seu tipo, neste caso um gráfico XY (*XYDataset*), e uma fonte de dados (*dataset*) na qual são definidas as funções (*series*) que irão compor o gráfico. As funções são traçadas marcando os pontos x e y em uma seqüência determinada. Para localização destes pontos (x,y) há a necessidade de utilização de um interpretador matemático que calcule o resultado de qualquer função desejada pelo usuário.

8.2.3.3 Java Expression Parser - JEP

O JEP é uma biblioteca Java, livre, que interpreta e calcula funções matemáticas diversas, desde que escritas segundo o padrão que ela define.

O Quadro 20 mostra alguns operadores e funções matemáticas na linguagem utilizada pelo JEP.

Operador	Código JEP	Função	Código JEP
Potenciação	^	Seno	sin(x)
Adição	+	Cosseno	cos(x)
Subtração	-	Tangente	tan(x)
Divisão	/	Logaritmo base 10	log(x)
Multiplicação	*	Logaritmo natural	ln(x)

Quadro 20. Operadores e funções matemáticas com JEP

Exemplificando: caso o usuário queira calcular a função $x^2 + 3x + 4$, no JEP deve ser escrito `x^2 + 3*x + 4`.

Um exemplo da programação utilizando JEP é apresentado no Quadro 21.

```
import . . .
import org.nfunk.jep.JEP;
. . .
public JPanel Grafico() {
    avaliador = new JEP();
    avaliador.addStandardFunctions();
    avaliador.addStandardConstants();
    . . .
}

public XYDataset createDataset() {
    String funcao = "x^2 + x";
    for (float i = num-itera; i <= numPontos+itera; i += itera) {
        int k = 0;
        avaliador.addVariable("x", i);
        avaliador.parseExpression(funcao);
        x[k] = avaliador.getValue();
        series3.add((double)i, x[k]);
    }
    . . .
}
. . .
}
```

Quadro 21. Programação de interpretador matemático com JEP

De forma simplificada, para se utilizar o interpretador basta a definição de

um objeto do tipo JEP e adicionar a este as funções básicas da classe (*addStandardFunctions*, *addStandardConstants*). Para o cálculo propriamente dito (*parseExpression*) se deve atribuir um valor à variável interpretada (*addVariable*) e finalmente resgatar o resultado (*getValue*).

O passo seguinte é a definição do conteúdo matemático abordado.

8.3 CONTEÚDO PEDAGÓGICO

O design pedagógico de objetos de aprendizagem normalmente requer a orientação de especialistas no tema abordado.

O objeto de aprendizagem a que este trabalho se destina tem como objetivo dar suporte à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, e para tanto, a abordagem deve ser definida tendo como visão o cotidiano de sala de aula. Assim sendo, foram convidados para definir o conteúdo pedagógico os participantes do grupo de pesquisa em Cálculo, da UNESC. Ficou definido tomar por base o material já desenvolvido pelo grupo, apesar de ainda sem formatação ou sem base em um padrão.

Em princípio, o grupo, por meio do conteúdo disponibilizado no site - <http://www.kiron.unesc.net/calculo> - aborda da forma mais completa possível – equivalente ao formato de um livro – cada um dos temas propostos. No entanto, este objeto de aprendizagem será desenvolvido de acordo com as limitações de tempo e respeitando as características normais de um objeto de aprendizagem.

Em seguida são apresentadas e discutidas algumas telas que exemplificam o conceito pedagógico adotado no desenvolvimento.

O RIVED define por padrão que o objeto de aprendizagem deve ter uma capa com a qual se possa identificar a idéia transmitida pelo objeto. A Figura 19 mostra

a capa do objeto em questão.



Figura 19. Tela inicial do objeto de aprendizagem

Após a apresentação do objeto de aprendizagem o conteúdo matemático do módulo é iniciado. Como o tema inicial são funções, para exemplificar o seu conceito foi utilizada uma animação simulando uma situação cotidiana, que é facilmente compreensível pelos aprendizes, como apresentado na Figura 20.

Na simulação abaixo, o jogador quer marcar o gol para passar para a próxima etapa. Para isso você pode ajudá-lo movendo os comandos de força, direção e efeito que ele aplicará à bola no momento do chute.

A imagem mostra uma animação de uma partida de futebol. O campo é verde com linhas brancas. Há jogadores em azul e branco, e um goleiro em amarelo. Um ícone de uma bola amarela está no campo. No canto superior direito, há um botão 'ETAPA 2'. No canto inferior direito, há um controle deslizante rotulado 'vento' com uma seta verde apontando para a direita.

O que podemos observar neste exemplo é que a trajetória da bola muda de acordo com a combinação de força, direção e efeito, depende ainda da força do vento presente. Se soubermos como combinar este conjunto de variáveis teremos condições de determinar exatamente como chutar a bola e marcar o gol.

ISTO É FUNÇÃO!

Figura 20. Animação que exemplifica uma função

Além dos recursos de animação também foram utilizadas figuras estáticas

para representação de certos conceitos. As imagens relativas foram padronizadas de modo a manter o visual agradável. A Figura 21 mostra uma destas imagens utilizadas no objeto.

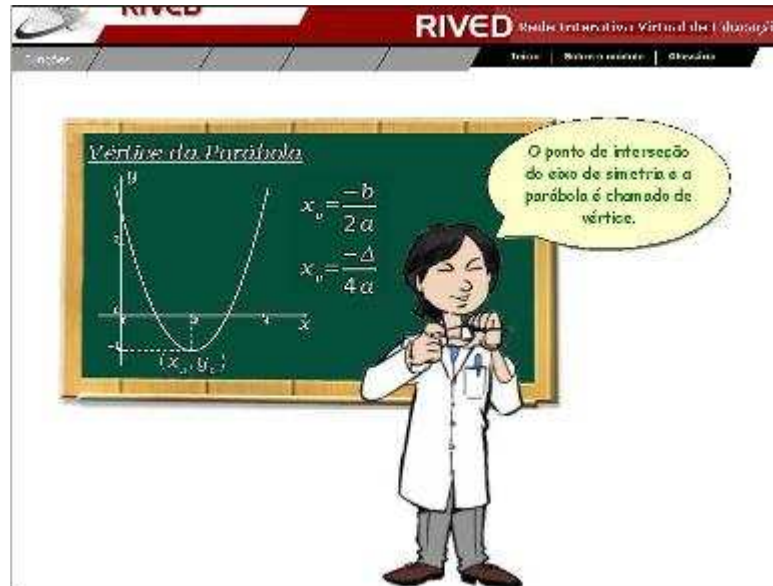


Figura 21. Imagem de gráfico para exemplo do conceito abordado

Em determinados momentos da apresentação do conteúdo foram inseridos pequenos sistemas escritos em Java para possibilitar a interação do aluno com o objeto de aprendizagem. Nestas simulações o aluno pode modificar o valor das constantes da função apresentada e observar o seu comportamento conforme ocorre a variação de x . A Figura 22 exemplifica um *applet* Java.

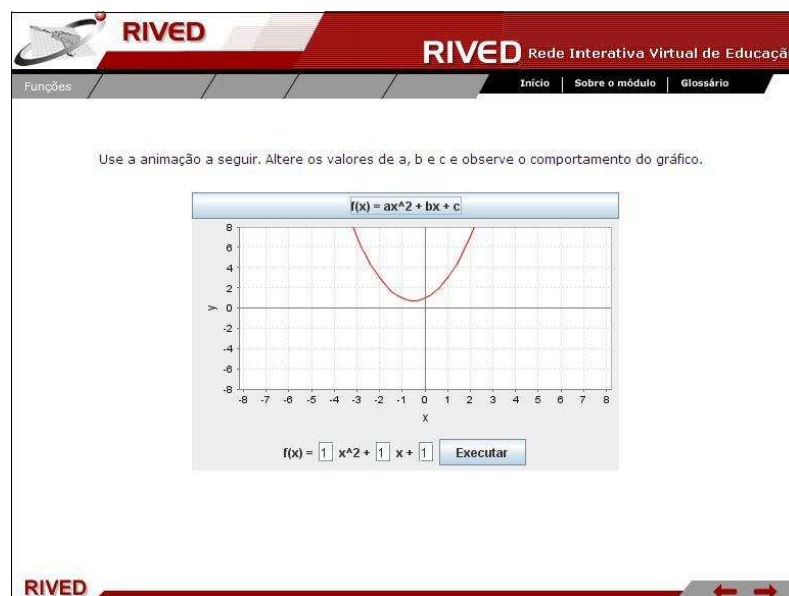


Figura 22. *Applet* Java para interatividade do aluno com o objeto

A ferramenta utilizada para a composição dos gráficos permite a representação de várias funções simultaneamente no plano cartesiano, como mostra a Figura 23.

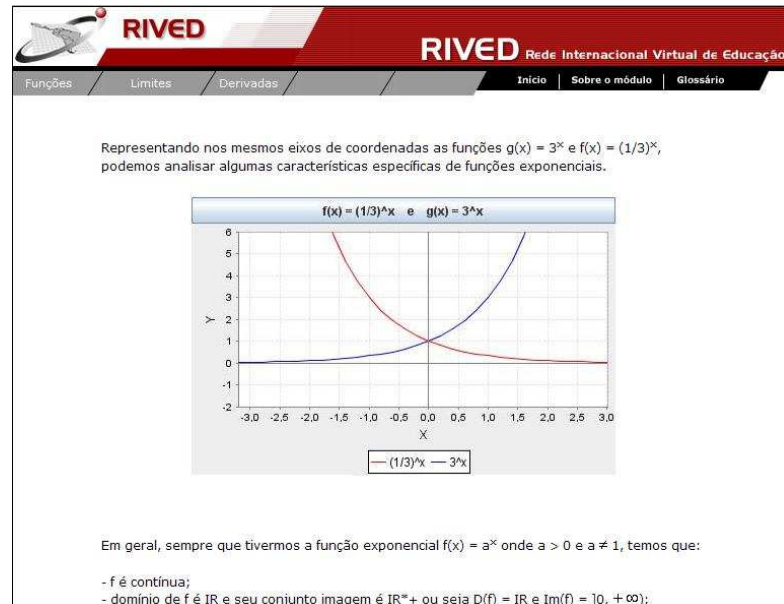


Figura 23. Gráfico com 2 funções simultaneamente

A navegação dentro do objeto de aprendizagem foi montada sequencialmente, de modo que o aluno pode evoluir no conteúdo de uma forma logicamente estruturada. No entanto, há menus de navegação que podem levar o aluno diretamente ao ponto desejado. Não foram aplicadas restrições na navegação. Com isso, o aluno pode seguir no conteúdo sem a necessidade da realização de testes ao final de cada tema. A Figura 24 mostra um exemplo do menu de navegação.

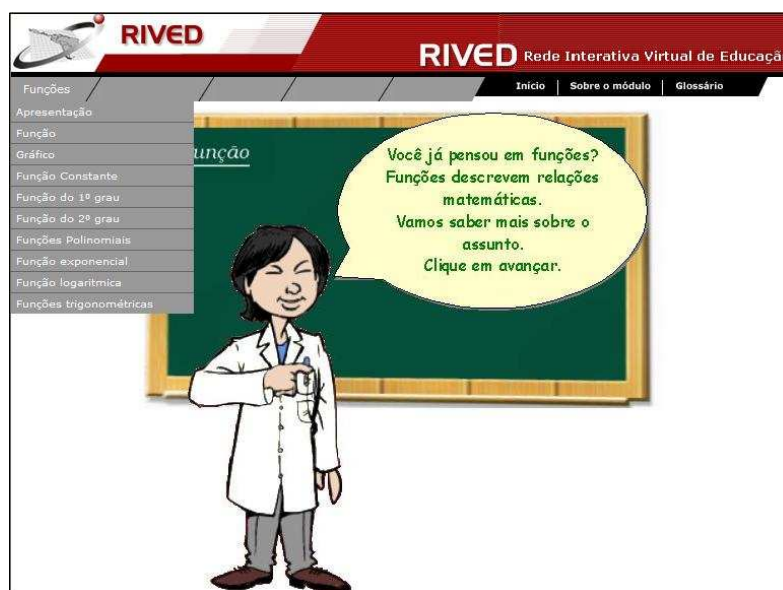


Figura 24. Opções de navegação no objeto

A base conceitual de criação do objeto apresentada anteriormente, tanto no aspecto pedagógico quanto no aspecto técnico, seguiram padrões ou orientação de especialistas.

Como citado anteriormente, por encaminhamentos do Professor Orientador (ligado ao Grupo de Pesquisa em Educação a Distância na Graduação – UNESC – cadastrado na base de dados Lattes do CNPq), o objeto abordou de forma mais aprofundada o tema funções, provendo suporte a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Restam, em aberto, os assuntos de limites, derivadas e integrais para implementação futura. Contudo, foi estabelecido que os objetos devam ser curtos e autocontidos, o que fez com que o objeto originalmente planejado de forma única para o suporte a disciplina fosse segmentado em 4 módulos. São eles:

- a) Módulo 1 - funções;
- b) Módulo 2 – limites;
- c) Módulo 3 – derivadas;
- d) Módulo 4 - integrais.

8.4 GUIA DO PROFESSOR

Uma vez que o conteúdo instrucional é disponibilizado para reaproveitamento em diversos contextos, outros instrutores alheios ao desenvolvimento do projeto têm a oportunidade de apreciá-lo. No entanto, é provável que estes não conheçam os recursos utilizados no objeto e seu *design* pedagógico. Para orientá-los, portanto, é importante a criação de um guia do professor; uma espécie de manual de instruções do objeto de aprendizagem com explicações acerca dos recursos multimídia utilizados e com algumas sugestões de abordagem do assunto.

O guia do professor criado para o projeto em questão está dividido em duas partes: uma inicial apresentando o objeto em si, seu objetivo, o assunto abordado, e questões técnicas; e a última apresentando as telas componentes do objeto com instruções sobre a operação dos recursos multimídia e sugestões de abordagem em sala de aula.

O guia do professor pode ser acessado por meio do link “sobre o módulo” em cada página Web do conteúdo.

CONCLUSÃO

No contexto atual de globalização, as instituições de ensino devem prover aos seus acadêmicos condições de aprender por meio da utilização dos recursos disponíveis, sob pena de contribuir para uma exclusão digital e tecnológica. A utilização das TICs na educação, pela comunidade acadêmica, já é realidade. Contudo, os enfoques de Ensino a Distância e de Objetos de Aprendizagem são ainda pouco utilizados, pois são recursos que devem ser constantemente pesquisados, utilizados, avaliados e aperfeiçoados. Cabe aos pesquisadores, educadores e acadêmicos, a iniciativa e a ousadia de por em prática estas ferramentas de auxílio à aprendizagem. Uma atuação no encorajamento, por organizações governamentais ou mesmo por instituições acadêmicas, pelo desenvolvimento e utilização das TICs será decisivo para o desenvolvimento destas novas formas de aprendizagem.

Muitas instituições de ensino superior já possuem os sistemas de gerenciamento de aprendizagem, chamados de Ambiente Virtual de Aprendizagem, com o qual disponibilizam conteúdos educacionais para os seus alunos – nas modalidades Presencial e a Distância. O projeto RIVED atualmente provê uma forma de gerenciamento, criação e distribuição de grande parte dos objetos de aprendizagem desenvolvidos no Brasil. Há uma tendência de que com a evolução e a crescente popularização das TICs, cada vez mais instituições disponibilizem seus conteúdos educacionais pela internet, e conseqüentemente aumente a demanda por desenvolvimento destes recursos.

Neste cenário, o padrão SCORM se torna componente fundamental, de maneira que possibilita a criação de objetos de aprendizagem capazes de ser reaproveitados em diversos contextos. É importante destacar que não somente os

objetos devem seguir uma padronização, mas também os ambientes virtuais de aprendizagem, de modo que os recursos de evolução e avaliação do aluno sejam efetivamente implementados.

Da mesma forma, os recursos computacionais de desenvolvimento para ambientes Web, como o Java e o Flash, possibilitam a criação de conteúdos dinâmicos e interativos, um elo de ligação entre o aprendiz e a construção de conhecimento desejada.

Contudo, o conteúdo pedagógico deve ser cuidadosamente desenvolvido de modo que o tema abordado seja equilibrado, respeitando o intuito de auxiliar o aluno a construir os conceitos. Este aspecto é decisivo para o desenvolvimento destes recursos, pois agrupa profissionais com características distintas – educadores, pedagogos e programadores. É importante, neste caso, que a comunicação seja realizada de maneira franca e cordial, cooperativa e colaborativa. O programador deve, dentre as suas atribuições no desenvolvimento do projeto, apresentar limitações e potencialidades tecnológicas. Aos educadores e pedagogos cabem as tarefas de adaptar, adequar, construir metodologias e técnicas. A todos, segue a premissa de que deve haver o comprometimento em desenvolver, testar, antecipar, simular para que o aluno obtenha êxito na sua utilização. Afinal, um objeto de aprendizagem deve ser desenvolvido para o aluno.

Um outro aspecto que pode favorecer a popularização dos objetos de aprendizagem é a sua utilização em corporações. Este tipo de recurso para treinamento dos seus colaboradores, ou mesmo para exposição de seus produtos, já é realidade há algum tempo. Apesar de muitas empresas já utilizarem recursos multimídia (como apresentação de slides, animações, vídeos...), elas ainda estão distantes de um desenvolvimento padronizado deste tipo de recurso e dos benefícios que isto gera.

Para o futuro dos objetos de aprendizagem, as entidades de pesquisa estão trabalhando sobre uma padronização de desenvolvimento voltada para computadores de mão e aparelhos celulares, ou seja, dispositivos móveis em geral. A crescente demanda de conteúdo multimídia nestas modalidades da tecnologia da informação pode facilitar o acesso aos objetos de aprendizagem no futuro, sem as limitações impostas pela necessidade de um computador com conexão na Internet.

Pode se considerar que os objetos de aprendizagem, e em geral, as tecnologias envolvidas na sua produção, são um campo de estudos abrangente e que podem gerar boas oportunidades de desenvolvimento acadêmico e profissional, e ainda contribuem intrinsecamente para a inclusão digital e social. Desta forma, espera-se que iniciativas como esta tenham cada vez mais espaço na academia e na sociedade.

Como alguns exemplos de trabalhos futuros para esta área estão os estudos da padronização de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis, como aparelhos celulares e *palmtops*, e o desenvolvimento de objetos com estas características; e ainda a integração dos objetos de aprendizagem criados sob o padrão SCORM com os LMS, especialmente com o sistema Moodle, para que efetivamente se tenha uma distribuição e gerenciamento destes recursos.

REFERÊNCIAS

ADL – Advanced Distributed Learning. 2006. Disponível em: < <http://www.adl.net.gov/index.cfm> >. Acessado em: 17 de outubro de 2006.

AICC – Aviation Industry CBT Committe. 2006. Disponível em: < <http://www.aicc.org/index.html> >. Acessado em: 31 de outubro de 2006.

APERTO E-LEARNING. 2006. Disponível em: < <http://www.aperto-elearning.com/> >. Acessado em: 26 de outubro de 2006.

BAILEY, Warwick. **What is ADL SCORM?**. 2005. 4f. Artigo. Centro de Tecnologia Educacional e Padrões de Interoperabilidade, Universidade de Bolton, Bolton, Reino Unido, 2005.

BETTIO, Raphael Winckler de; Martins, Alejandro. Objetos de Aprendizado: um novo modelo direcionado ao Ensino a Distância. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 9, 2002, São Paulo.

BLACKBOARD. 2006. Disponível em: < <http://www.blackboard.com/us/index.aspx> >. Acessado em: 30 de outubro de 2006.

BORGES, Francisco; NAVARRO, Mairlos. Aplicação colaborativa de objetos de aprendizagem, a partir de uma proposta de planejamento pedagógico integrado. Belo Horizonte. 2005. Disponível em: < http://portal.ibta.com.br/cursos/ibtanews/news-01-06/downloads/objetos_pgl.doc >. Acessado em: 31 de outubro de 2006.

CAIXINHA, Helder; AZEVEDO, Suzana; COSTA, Paula. Formação inicial: Blackboard. In: DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÃO E ARTE – UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 9, 2004, Aveiro, Portugal.

CONTI, Fátima. Imagens. 2007. Disponível em: < <http://www.cultura.ufpa.br/dicas/htm/htm-imag.htm> >. Acessado em: 21 de maio de 2007.

COSTA, José W. et al. **Ambientes de aprendizagem e o processo de conhecimento**. S. d. 4f. Artigo. Instituto de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, s.d.

DARÓS, Thiago Casagrande. **Software de apoio à aprendizagem com o uso de computação gráfica**. 2003. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2003.

DUTRA, Renato Luís de Souza; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Objetos de aprendizagem: uma comparação entre SCORM e IMS learning design**. 2006. 8f. Artigo. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FERREIRA, Luis de França et al. Integrando objetos de aprendizagem e realidade virtual para uso em ambientes de apoio à construção e aquisição de conhecimento e habilidade espacial. In: VII CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 10, 2004, Porto Alegre.

FILHO, Otávio; PELEGRINO, Egnaldo. História do Hipertexto. 1998. Disponível em: < <http://www.facom.ufba.br/hipertexto/historia.html> >. Acessado em: 18 de maio de 2007.

FUKS, Hugo. **Aprendizagem e trabalho cooperativo no ambiente aulanet**. 2000. 25f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

GOMES, Eduardo Rodrigues. **Objetos inteligentes de aprendizagem: uma abordagem baseada em agentes para objetos de aprendizagem**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GOMES, Handerson Ferreira. Gerando gráficos em Java. 2006. Disponível em: < <http://www.portaljava.com.br/home//modules.php?name=News&file=article&sid=89> >. Acessado em: 25 de novembro de 2006.

GOÑI, Jorge Luis; FUKS, Hugo. **Comparação de ambientes de ensino na Web baseados em plataforma IMS a partir dos papéis dos atores envolvidos**. 2002. 25f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

HODGINS, Wayne; CONNER, Márcia. Everything you ever wanted to know about learning standards but were afraid to ask. 2001. Disponível em: < <http://linezine.com/2.1/features/wheyewtkls.htm> >. Acessado em: 14 de outubro de 2006.

IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM. 2006. Disponível em: < <http://www.ims-global.org/> > Acessado em: 17 de outubro de 2006.

ISOTANI, Seiji; SAHARA, Ricardo H.; BRANDÃO, Leônidas de Oliveira. **iMática:** ambiente interativo de apoio ao ensino de matemática via Internet. 2000. 17f. Artigo. Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JFREECHART. 2006. Disponível em: < <http://www.jfree.org/jfreechart/> >. Acessado em: 25 de novembro de 2006.

LODY, Fabio. Pixel Art. 2004. Disponível em: < http://www.imasters.com.br/artigo/1681/teoria/pixel_art/ >. Acessado em 24 de novembro de 2006.

LUCENA, Carlos José Pereira de et al. O Aulanet e as novas tecnologias de informação aplicadas à educação baseada na web. In: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 12, 1999, Rio de Janeiro.

MACHADO, Lisandro Lemos; SILVA, Juliano Tonezer da. **Objeto de aprendizagem digital para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem no ensino técnico em informática.** 2005. 16f. Artigo. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MOURA, Janine G.; BRANDÃO, Leônidas O. **Aplicações no SAW - Sistema de Aprendizagem pela Web.** 2005. 10f. Artigo. Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MUTINI, Samanta Patricio. **Uso do padrão *Instructional Management System* (IMS) em objetos de aprendizagem.** 2006. 125f. TCC (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

NASCIMENTO, Anna Christina de Azevedo. **Construindo comunidades de elaboradores de objetos de aprendizagem através de conteúdo, tutoria e interação dos pares.** 2006. 8f. Artigo. Secretaria de Educação à Distância, Ministério da Educação, Brasília, 2006.

NICOLEIT, Graziela de Fátima Giacomazzo et al. Regulação da liberação dos hormônios sexuais masculinos. In: CONCURO RIVED 2006, 2006, Criciúma.

NUNES, Tcheilly. Aprendizagem ativa: uma necessidade da educação, presencial e à distância. 2004. Disponível em: < <http://portal.webaula.com.br/noticia.aspx?sm=noticias&codnoticia=371> >. Acessado em: 31 de outubro de 2006.

PASSARINI, Rosane Fátima. **Objetos de aprendizagem**: protótipo para módulo de ambiente de treinamento online. 2003. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PINHO, Márcio Serolli. Mapeamento. Porto Alegre. 2000. Disponível em: < <http://www.inf.pucrs.br/~pinho/CG/Aulas/Vis2d/Mapeamento/Mapeamento.htm> >. Acessado em: 24 de novembro de 2006.

READYGO – AICC. 2006. Disponível em: < <http://www.readygo-br.com/aicc/aic02/00aic02.htm> >. Acessado em: 31 de outubro de 2006.

RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação. 2006. Disponível em: < <http://rived.proinfo.mec.gov.br/> >. Acessado em: 31 de outubro de 2006.

SODRÉ, Ulysses. Matemática essencial: ensino superior. 2005. Disponível em: < <http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/superior/superior.htm> >. Acessado em: 1 de novembro de 2006.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; FABRE, Marie-Christine Julie Mascarenhas; TAMUSIUNAS, Fabrício Raupp. **Reusabilidade de objetos educacionais**. 2003. 11f. Artigo. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. **Jogos Educacionais**. 2004. 7f. Artigo. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia. In: V ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 12, 2006, Madrid, Espanha.

VELHO, Luiz; GOMES, Jonas de Miranda. Computação Gráfica e Estilos Visuais. 2000. Disponível em: < http://www.visgraf.impa.br/Data/RefBib/PS_PDF/eav00/ >. Acessado em: 21 de novembro de 2006.

WIKIPEDIA – Integral. 2006. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Integral> >. Acessado em: 18 de novembro de 2006.

WILEY, David A.. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. Utah. 2001. Disponível em: < <http://www.elearning-reviews.org/topics/technology/learning-objects/2001-wiley-learning-objects-instructional-design-theory/> >. Acessado em: 12 de outubro de 2006.

ZANETTE, Elisa Netto et al. Cálculo I. 2006. Disponível em: < <http://www.kiron.unesc.net/calculo/index.htm> >. Acessado em: 18 de novembro de 2006.

ZANETTE, Elisa Netto; NICOLEIT, Evânio Ramos; NICOLEIT, Graziela Fátima Giacomazzo. A produção do material didático no contexto cooperativo e colaborativo da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, na modalidade de educação a distância, na graduação. In: VII CICLO DE PALESTRAS SOBRE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 9, 2006, Porto Alegre.

APENDICE A
CÓDIGO XML DO MANIFESTO

```

<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<manifest identifier="CALC_DIF_INTEG_I" version="1.0">
  <!-- imsmanifest contents -->
  <metadata>
    <schema>ADL SCORM</schema>
    <schemaversion>CAM 1.3.1</schemaversion>
    <adlcp:location>calcMetadata.xml</adlcp:location>
  </metadata>
  <organizations>
    <organization identifier="FUNCOES">
      <title>Funcoes</title>
      <item identifier="FUNC_APRESENT" identifierref="FUNCAPRE">
        <title>Apresentação do objeto de aprendizagem</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_INTRO" identifierref="FUNCINTRO">
        <title>O que e funcao</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_DEFINICAO" identifierref="FUNCDEF">
        <title>Definicao de funcoes</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_GRAFICO" identifierref="FUNCGRAF">
        <title>Grafico de uma funcao</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_CONSTANTE" identifierref="FUNCCONST">
        <title>Funcoes constantes</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_PRIMEIRO_GRAU" identifierref="FUNCPRIGRAU">
        <title>Funcoes do primeiro grau</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_SEGUNDO_GRAU" identifierref="FUNCSEGGRAU">
        <title>Funcoes do segundo grau</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_POLINOMIAIS" identifierref="FUNCPOLI">
        <title>Funcoes polinomiais</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_EXPONENCIAL" identifierref="FUNEXPO">
        <title>Funcoes exponenciais</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_LOGARITMICA" identifierref="FUNLOG">
        <title>Funcoes logaritmica</title>
      </item>
      <item identifier="FUNC_TRIGONOMETRICAS" identifierref="FUNTRI">
        <title>Funcoes trigonometricas</title>
      </item>
    </organization>
  </organizations>
  <resources>
    <resource identifier="FUNCAPRE" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcApresentacao.htm">
      <file href="funcApresentacao.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCINTRO" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcIntroCelso.htm">
      <file href="images/CelsoFunc01balao.jpg"/>
      <file href="funcIntroCelso.htm"/>
      <file href="images/CelsoFunc02balao.jpg"/>
      <file href="funcIntroCelso2.htm"/>
      <file href="falta.swf"/>
      <file href="funcIntro.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCDEF" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcIntroDefQuadro2.htm">
      <file href="images/DefFuncao2balao.jpg"/>
      <file href="funcIntroDefQuadro2.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCGRAF" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcGrafCelso.htm">
      <file href="images/RepGraf1balao.JPG"/>
      <file href="funcGrafCelso.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCCONST" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcConstCelso.htm">
      <file href="images/FuncCte01Balao.jpg"/>
      <file href="funcConstCelso.htm"/>
      <file href="fconst.class"/>
      <file href="funcConstante.htm"/>
    </resource>
  </resources>

```

```

    <resource identifier="FUNCPRIGRAU" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="func1grauCelso.htm">
    <file href="images/Func1Gr01Balao.jpg"/>
    <file href="func1grauCelso.htm"/>
    <file href="faxmaisb.class"/>
    <file href="func1grau.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCSEGGRAU" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="func2grauCelso.htm">
    <file href="images/Func2Gr01Balao.jpg"/>
    <file href="func2grauCelso.htm"/>
    <file href="func2grau.class"/>
    <file href="func2grau.htm"/>
    <file href="images/Func2Gr02Balao.jpg"/>
    <file href="func2grauCelsoA.htm"/>
    <file href="images/BaskaraCelso.jpg"/>
    <file href="func2grauCelsoBaskara.htm"/>
    <file href="images/Vertice.jpg"/>
    <file href="func2grauCelsoVertice.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCPOLI" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcPolinomiosCelso.htm">
    <file href="images/PolinomiosBalao.JPG"/>
    <file href="funcPolinomiosCelso.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCPEXPO" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcExponencialCelso.htm">
    <file href="images/ExponencialBalao.jpg"/>
    <file href="funcExponencialCelso.htm"/>
    <file href="fexpo.class"/>
    <file href="funcExponencial.htm"/>
    <file href="images/Exponencial02Balao.jpg"/>
    <file href="funcExponencialCaractCelso.htm"/>
    </resource>
    <resource identifier="FUNCLLOG" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcLogCelso.htm">
    <file href="images/Logaritmo01Balao.jpg"/>
    <file href="funcLogCelso.htm"/>
    <file href="flog.class"/>
    <file href="funcLog.htm"/>
    <resource identifier="FUNCTRI" adlcp:scormtype="sco" type="webcontent"
href="funcCircularesCelso.htm">
    <file href="images/FuncTrig01Balao.jpg"/>
    <file href="funcCircularesCelso.htm"/>
    <file href="images/FuncTrig02Balao.jpg"/>
    <file href="funcCircCelso2.htm"/>
    <file href="images/FuncTrig03Balao.jpg"/>
    <file href="funcCircCelso3.htm"/>
    </resource>
  </resource>
</resources>
</manifest>

```

APÊNDICE B
CÓDIGO XML DOS METADADOS

```

<lom>
  <general>
    <title>
      <string language="pt-BR">Calculo Diferencial e Integral I</string>
    </title>
    <language>pt-BR</language>
    <description>
      <string language="pt-BR">Objeto de aprendizagem para a disciplina
        de Cálculo Diferencial e Integral I, tratando
        de funções, limites e derivadas</string>
    </description>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">Objetos de aprendizagem</string>
    </keyword>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">SCORM</string>
    </keyword>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">Calculo Diferencial e Integral I</string>
    </keyword>
    <coverage>
      <string language="pt-BR">Cálculo</string>
    </coverage>
    <structure>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>linear</value>
    </structure>
    <aggregationLevel>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>3</value>
    </aggregationLevel>
  </general>
  <classification>
    <purpose>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>educational objective</value>
    </purpose>
    <taxonPath>
      <source>
        <string language="pt-BR">Disciplina de Calculo Diferencial e Integral
I</string>
      </source>
      <taxon>
        <id>I</id>
        <entry>
          <string language="pt-BR">Funcoes</string>
        </entry>
      </taxon>
      <taxon>
        <id>II</id>
        <entry>
          <string language="pt-BR">Limites</string>
        </entry>
      </taxon>
      <taxon>
        <id>III</id>
        <entry>
          <string language="pt-BR">Derivadas</string>
        </entry>
      </taxon>
    </taxonPath>
    <description>
      <string language="pt-BR">Suporte a disciplina de Calculo Diferencial e
        Integral I</string>
    </description>
    <keyword>
      <string language="pt-BR">Calculo</string>
    </keyword>
  </classification>
  <annotation/>
  <lifeCycle>
    <version>
      <string language="pt-BR">1.0</string>
    </version>
    <status>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>draft</value>
    </status>
  </lifeCycle>

```

```

</status>
<contribute>
  <role>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>author</value>
  </role>
  <entity>BEGIN:VCARD\nFN:Carlos Eduardo Milanezi Vieira AutorEND:VCARD</entity>
  <date>
    <dateTime>2007-06-21</dateTime>
    <description>
      <string language="pt-BR">Data da finalização do projeto inicial</string>
    </description>
  </date>
  <role>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>validator</value>
  </role>
  <entity>BEGIN:VCARD\nFN:Evanio Ramos Nicoleit OrientadorEND:VCARD</entity>
  <date>
    <dateTime>2007-06-21</dateTime>
    <description>
      <string language="pt-BR">Data da finalização do projeto inicial</string>
    </description>
  </date>
  <role>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>content provider</value>
  </role>
  <entity>BEGIN:VCARD\nFN:Grupo de estudos de calculo da Universidade
    do Extremo Sul Catarinense Autor de conteudoEND:VCARD</entity>
  <date>
    <dateTime>2007-02-01</dateTime>
    <description>
      <string language="pt-BR">Data da disponibilização do conteúdo</string>
    </description>
  </date>
</contribute>
</lifeCycle>
<technical>
  <format>text/html</format>
  <format>image/jpeg</format>
  <format>image/gif</format>
  <format>animation/swf</format>
  <format>interactivity/jar</format>
  <size>3500000</size>
  <location>index.htm</location>
  <installationRemarks>
    <string language="pt-BR">A primeira exibição do objeto pode levar
      alguns minutos, pois as bibliotecas java precisam
      ser carregadas para que a interatividade inicie.</string>
  </installationRemarks>
</technical>
<metaMetadata>
  <contribute>
    <role>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>creator</value>
    </role>
    <entity>BEGIN:VCARD\nFN:Carlos Eduardo Milanezi Vieira Criador do
      MetadadosEND:VCARD</entity>
    <date>
      <dateTime>2007-06-21</dateTime>
      <description>
        <string language="pt-BR">Data da finalização do arquivo de
          metadados.</string>
      </description>
    </date>
  </contribute>
  <metadataSchema>LOMv1.0</metadataSchema>
  <metadataSchema>SCORM_CAM_v1.3.1</metadataSchema>
  <language>pt-BR</language>
</metaMetadata>
<educational>
  <interactivityType>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>mixed</value>
  </interactivityType>

```

```

<learningResourceType>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>figure</value>
</learningResourceType>
<learningResourceType>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>narrative text</value>
</learningResourceType>
<learningResourceType>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>graph</value>
</learningResourceType>
<learningResourceType>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>simulation</value>
</learningResourceType>
<learningResourceType>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>experiment</value>
</learningResourceType>
<learningResourceType>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>exercise</value>
</learningResourceType>
<interactivityLevel>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>low</value>
</interactivityLevel>
<intendedEndUserRole>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>learner</value>
</intendedEndUserRole>
<context>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>higher education</value>
</context>
<difficulty>
  <source>LOMv1.0</source>
  <value>easy</value>
</difficulty>
<language>pt-BR</language>
</educational>
<rights>
  <cost>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>no</value>
  </cost>
  <copyrightAndOtherRestrictions>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>yes</value>
  </copyrightAndOtherRestrictions>
  <description>
    <string language="pt-BR">Para informações sobre uso deste material
      favor entrar em contato com a Universidade do Extremo
      Sul Catarinense - UNESC</string>
  </description>
</rights>
</lom>

```