



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

HyperCAL^{GD} on line – PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA GEOMETRIA DESCRITIVA

Tânia Luisa Koltermann da Silva – tlks@orion.ufrgs.br

Régio Pierre da Silva – regio@ufrgs.br

Fábio Gonçalves Teixeira – fabiogt@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Expressão Gráfica

Rua Osvaldo Aranha 99, sala 408

90035-190 – Porto Alegre - RS

Resumo: *Este artigo tem por objetivo apresentar a metodologia utilizada no projeto e desenvolvimento de objetos de aprendizagem para a Geometria Descritiva que possam ser utilizados tanto no ensino presencial quanto a distância. Para a consecução do trabalho foram investigados: os modelos de produção utilizados na educação convencional e a distância; as mudanças ocorridas no contexto educacional frente à inserção das tecnologias de informação e comunicação; a abordagem que utiliza objetos de aprendizagem visando à produção flexível; e, a personalização dos materiais educacionais através dos estilos de aprendizagem. O processo de intervenção foi realizado em conformidade com a metodologia ADDIE do design instrucional, a partir da qual se estabeleceu uma metodologia para o projeto e desenvolvimento dos objetos de aprendizagem integrada no ambiente HyperCAL^{GD} on line. A implementação de um protótipo de objetos de aprendizagem para a Geometria Descritiva demonstrou bons resultados com relação à metodologia desenvolvida, comprovando sua exequibilidade. Os objetos de aprendizagem foram gerados de forma dinâmica, oferecendo flexibilidade para se adaptar às características dos alunos.*

Palavras-chave: *Produção flexível, Objetos de aprendizagem, Geometria descritiva*

1. INTRODUÇÃO

A Geometria Descritiva consiste numa base conceitual necessária à formação dos alunos de diversos cursos de engenharia. No entanto, de um modo geral, as disciplinas que a compõem além de apresentarem rigidez quanto a metodologia de ensino utilizada, apóiam-se em materiais educacionais elaborados de forma massificada, tornando difícil atender de forma diferenciada os cursos no que se refere a interdisciplinaridade destes conteúdos nas diferentes grades curriculares, e os alunos quanto seus estilos de aprendizagem. Com intuito de procurar atender esta demanda diferenciada, SILVA, T. (2005) investigou a possibilidade de produzir,

de forma flexível, materiais educacionais para a geometria descritiva utilizáveis tanto no ensino presencial quanto no ensino a distância.

De acordo com SILVA, T. (2005), os cursos de graduação em engenharia vêm sofrendo gradativamente uma reestruturação nos processos de ensino-aprendizagem de suas disciplinas curriculares com a introdução de recursos computacionais e a utilização das tecnologias de informação e de comunicação (TICs). As reformulações ocorridas nas metodologias de ensino e na forma de organização do trabalho docente vêm sendo beneficiadas pelas experiências oriundas da utilização destas tecnologias no ensino a distância. Nesta modalidade, a implementação de estratégias de ensino e a produção de materiais educacionais têm sido influenciadas por modelos de produção industrial.

2. PRODUÇÃO DE MATERIAIS EDUCACIONAIS

Tradicionalmente, o modo de produção de materiais educacionais é consequência de um *design* instrucional baseado na concepção pedagógica empirista, focada no professor que é considerado o detentor do conhecimento. Assim, estes materiais são elaborados de forma massificada não considerando as expectativas, preferências e necessidades de aprendizagem do aluno, que adota uma postura passiva no processo de ensino e aprendizagem. Esta abordagem que apresenta rigidez quanto à adaptação de currículo, ou alteração da estrutura e conteúdos dos cursos às necessidades dos alunos, segue princípios do modelo de produção fordista com um controle da produção de materiais do tipo “empurrar”.

As instituições de ensino superior, cada vez mais, buscam introduzir as tecnologias de informação e comunicação seja em cursos presenciais, na oferta de cursos a distância, ou ainda procurando utilizá-las de forma integrada em ambas modalidades. Porém, apesar destas tecnologias terem melhorado continuamente as oportunidades de entrega flexível no ensino, a sua introdução não é suficiente para gerar mudanças no modo de produzir e oferecer materiais educacionais. Pois, a produção e entrega flexível de materiais utilizados no processo ensino-aprendizagem depende do *design* instrucional e da concepção pedagógica adotada.

O *design* instrucional focado no acesso oferece oportunidades para os alunos se engajarem no processo educativo através da oferta de conteúdos suficientes em qualquer hora e lugar. Enquanto que, o *design* instrucional centrado no aluno, oferece a entrega flexível através de materiais educacionais em modos que atendam a diversidade em preferências relacionadas à aprendizagem.

Neste sentido, o modelo pós-fordista, caracterizado por um controle de produção do tipo “puxar”, é considerado como o mais adequado para a produção e entrega flexível de materiais educacionais segundo a abordagem centrada no aluno. Este modelo está relacionado à concepção pedagógica construtivista que adota uma postura mais ativa para o aluno, mantendo-se sensível às suas necessidades e preferências para a aprendizagem.

Segundo SILVA, T. (2005), a produção de materiais educacionais segundo o modelo pós-fordista encontra subsídios teóricos e estratégicos no Sistema Toyota de Produção (STP) que contribui com algumas características, como: a produção *just-in-time* que produz os itens necessários no tempo necessário; um sistema de informação que gerencia esta produção (*Kanban*); a produção em pequenos lotes, que garante a produção nivelada para atender a demanda diversificada; e, a troca rápida de ferramentas que permite alterar as matrizes para ajustar a produção à demanda. Estas características trazem como benefícios a redução de custos (controle de quantidade e qualidade) e o menor tempo no ciclo de produção de diversos produtos para atender a linha de montagem final.

Neste contexto, de acordo com SILVA, T. (2005), esses subsídios orientam para a utilização de objetos de aprendizagem para atender necessidades individuais com relação a entrega flexível, pois a utilização destes objetos vem facilitar o processo *just-in-time*,

possibilitando a customização e a personalização. Os sistemas que utilizam objetos de aprendizagem se beneficiam das potencialidades oferecidas pelas TICs que permitem mudanças no modo como os materiais educacionais são projetados, desenvolvidos e entregues aos alunos. Desta forma, a educação se distancia do tradicional modelo de produção em massa para aproximar-se de um modelo mais personalizado, permitindo incorporar estratégias pedagógicas adequadas para uma variedade de estilos de aprendizagem.

3. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

3.1 Objetos de aprendizagem

Objetos de aprendizagem podem ser considerados como o resultado de um novo modo de projetar, desenvolver e entregar materiais educacionais no processo ensino-aprendizagem. A expressão objetos de aprendizagem foi escolhida pelo *Learning Technology Standards Committee (LTSC)* do *Institute of the Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* para descrever os menores componentes instrucionais, consistindo em: qualquer entidade, digital ou não-digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante aprendizagem suportada por tecnologia. Exemplos deste tipo de aprendizagem são: sistemas de aprendizagem a distancia, sistemas de treinamento baseado em computador e ambientes de aprendizagem colaborativa. Os objetos de aprendizagem podem incluir desde conteúdo multimídia, como conteúdo instrucional além de outras fontes referenciadas durante a aprendizagem.

WILEY (2000) considera o objeto de aprendizagem como qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para suportar aprendizagem que podem ser entregues através da rede sob demanda. Estes recursos podem ser menores, como textos, animações, vídeos gravados e imagens digitais, ou maiores como páginas inteiras, ou combinações de texto, imagens e outras mídias. De acordo com SINGH (2001), o objeto de aprendizagem corresponde a um pequeno pedaço de instrução que pode ser entregue *on line*. São objetos auto-contidos que permitem ao aprendiz alcançar um determinado objetivo de desempenho.

3.2 Metodologia ADDIE

O projeto e desenvolvimento dos objetos de aprendizagem têm como base a metodologia ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) utilizada no *design* instrucional, onde: a análise corresponde ao processo de definição dos conteúdos (o que deve ser ensinado); o projeto é o processo de determinação de como estes conteúdos devem ser ensinados de acordo com os objetivos educacionais (seqüenciamento, mídias e metodologia de ensino); o desenvolvimento é o processo de autoria e produção dos materiais educacionais; a implementação corresponde ao processo de entrega destes materiais para uso; a avaliação permeia todos os processos e guia as atividades pós-desenvolvimento dos materiais. De acordo com MOLENDÁ (2003), estes processos são vistos como seqüenciais, mas também são interativos (Figura 1).

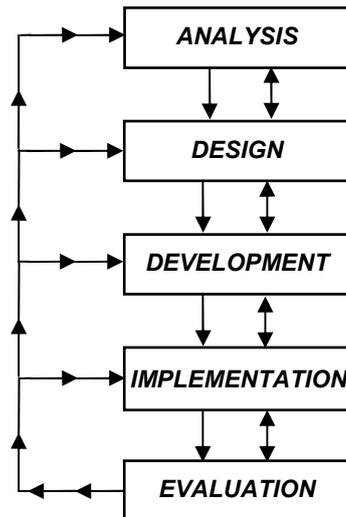


Figura 1 – Metodologia ADDIE (MOLEND, 2003).

3.3 Análise

Os conteúdos analisados compõem o programa da disciplina Geometria Descritiva III ministrada para os cursos de graduação em engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Esta análise foi realizada com o auxílio de mapas conceituais, uma técnica desenvolvida por NOVAK e GOWIN (1996) com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O mapa conceitual oferece um meio de planejar e organizar os conteúdos e as atividades. Estes mapas consistem em diagramas que apresentam os conceitos e as relações entre os mesmos de forma hierárquica. Os conceitos mais gerais são colocados na parte superior do mapa e os mais específicos na parte inferior do mesmo, como pode ser visto na Figura 2, conforme SILVA, R. (2005). Isto não significa que o mesmo seja um recurso pedagógico de exploração unidirecional. Uma vez que, o ensino deve ser organizado de forma que seja possível realizar o movimento bidirecional durante a exploração das relações conceituais contidas no mapa.

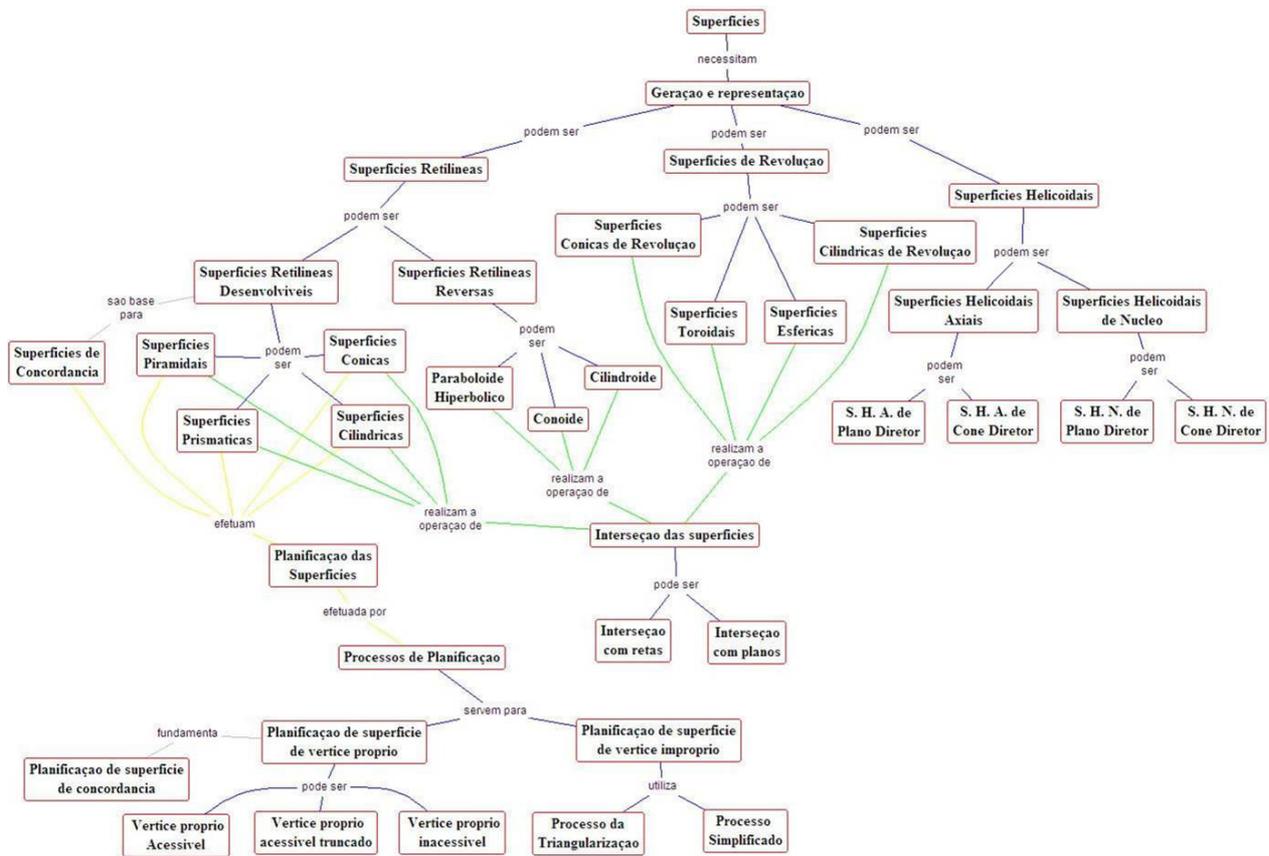


Figura 2 – Mapa conceitual da Geometria Descritiva III (SILVA, R., 2005).

3.4 Design

O mapa conceitual da Figura 2 foi utilizado, também, como direcionamento na construção dos objetos de aprendizagem, possibilitando estabelecer as relações existentes entre estes objetos no contexto da disciplina, o seqüenciamento e a granularidade dos mesmos. Para o desenvolvimento do protótipo, uma parte deste mapa foi abstraída, apresentando os objetos e as relações estabelecidas entre eles em conformidade com o vocabulário utilizado para metadados LOM do LTSC/IEEE (2002). Seguindo a taxonomia de WILEY (2000) estes objetos de aprendizagem são do tipo combinado, construídos a partir de objetos fundamentais e/ou outros objetos combinados, apresentando diferentes granularidades. A estrutura dos objetos combinados é composta dos três elementos principais propostos por SINGH (2001): objetivo educacional; conteúdo e avaliação. Podendo os mesmos possuir outros elementos adicionais como os conhecimentos prévios e exemplos específicos para o curso de graduação.

O conteúdo instrucional dá suporte aos objetivos e promove a realização dos resultados de aprendizagem, incluindo uma combinação de texto e exemplos como: animações; imagens; modelos em realidade virtual, etc. Estes exemplos são objetos fundamentais projetados para atender diferentes estilos de aprendizagem.

De acordo com SINGH (2001), os três elementos que compõem os objetos de aprendizagem visam a interoperabilidade através de padrões, para o armazenamento e distribuição de objetos de aprendizagem, estabelecidos pelo *Instructional Management Systems* (IMS). Que, também, definiu um padrão de armazenamento de informações

necessárias para uma indexação e procura, através de metadados, que são considerados como dados sobre dados, ou informação sobre informação.

De acordo com HANDA e SILVA (2003), o metadado consiste numa descrição completa do objeto de aprendizagem, incluindo conteúdo e utilização, permitindo a sua catalogação e codificação, tornando-o compreensível nas diversas plataformas. As duas principais especificações utilizadas para este fim são a *Learning Object Metadata* (LOM) da IEEE (2002) e a IMS (2001), que aponta o uso da linguagem XML como padrão para a esquematização do metadado. Estas especificações são compatíveis entre si e tornaram-se padrão no *e-learning*.

A norma IEEE 1484.12.1 (LTSC/IEEE, 2002) especifica atributos agrupados em 9 (nove) categorias para a descrição de um objeto de aprendizagem. A estrutura de metadados utilizada neste trabalho contém as seguintes informações agrupadas nas categorias:

- Geral – as informações gerais que descrevem o objeto de aprendizagem como um todo;
- Ciclo de vida – características relacionadas ao histórico e estado atual do objeto de aprendizagem;
- Técnica – requisitos e características técnicas do objeto de aprendizagem;
- Educacional – características educacionais e pedagógicas do objeto de aprendizagem;
- Direitos – propriedade intelectual e as condições de uso do objeto de aprendizagem;
- Relação – relacionamento entre os objetos de aprendizagem;
- Classificação – descreve este objeto de aprendizagem em relação a um sistema de classificação particular.

Para atender requisitos do projeto, a categoria classificação foi utilizada para incluir informações ao objeto de aprendizagem sobre o objetivo educacional (Taxonomia de Bloom), o estilo de aprendizagem e o curso de graduação para o qual ele se destina.

3.5 Desenvolvimento

Para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- HTML – *Hyper Text Markup Language*, significa Linguagem de Marcação de Hipertexto, ou seja, HTML é uma coleção de estilos que define os vários componentes de um documento web (como formatação, hiperlinks clicáveis, imagens gráficas, documentos multimídia, formulários, etc.);
- MySQL v.4.0.18 – banco de dados dos objetos e dos metadados, o mesmo utilizado no ambiente HyperCAL^{GD};
- PHP v.4.3.10 – *Personal Home Page* é uma linguagem "*script*" (interpretada) que funciona como uma extensão do protocolo HTML. É uma parte de código especial que é interpretada pelo *browser* ou pelo servidor web. Esta parte interage no lado do servidor para a criação de páginas dinâmicas na web. O PHP estabelece a comunicação cliente/servidor, além de fazer a integração entre o XML e o XSL para transformar uma apresentação em HTML ;
- XML v.1.0 – *eXtensible Markup Language* é uma linguagem de marcação, que permite que uma determinada marcação seja criada para especificar idéias e compartilhá-las na *web*. Esta linguagem é utilizada na modelagem dos objetos combinados;
- XSLT v.1.0 – *eXtensible Style Language Transformations* é a linguagem que serve para converter documentos de um formato XML em outro, definindo folhas de estilos para a transformação;
- Java Script – é uma linguagem script baseada em objetos que serve para criar documentos HTML para serem visualizados em *browsers* compatíveis. As funções escritas em Java

Script podem ser utilizadas no documento HTML permitindo sofisticar este documento. Possibilita estabelecer a comunicação em tempo real com o cliente, tornando-se um HTML dinâmico;

- Macromedia Dreamweaver MX 2004 – é um *software* que permite desenvolver páginas dinâmicas interagindo com PHP e MySQL;
- Altova XMLSpy 2005 – é um *software* para a construção de aplicativos baseados na tecnologia XML. Através desse ambiente, é possível editar, transformar e depurar todos os aplicativos que utilizam a tecnologia XML, permitindo executar automaticamente um código de programação, em múltiplas linguagens. É utilizado como suporte para modelagem do XML e das folhas de estilo do XSL;
- MySQL Control Center 0.9.4 – é um administrador gráfico para o MySQL, que permite criar, apagar e modificar bases de dados. Utilizado durante o processo de desenvolvimento dos objetos para visualizar o banco de dados;
- Adobe Photoshop cs – é um *software* para edição de imagens, utilizado para elaboração das *skins*.

O desenvolvimento dos objetos de aprendizagem teve como uma das metas a sua integração com o ambiente HyperCAL^{GD} *on line*, de uso efetivo na disciplina Geometria Descritiva III. Para isto, o ícone “Objetos” é disponibilizado no menu deste ambiente, conduzindo para a tela de desenvolvimento de objetos de aprendizagem (Figura 3).

Em conformidade com o projeto, os objetos de aprendizagem são dos tipos fundamentais e combinados, sendo seu desenvolvimento guiado pelo mapa do protótipo. Primeiramente, são criados os diferentes tipos de recursos de aprendizagem, como: textos, animações, imagens, modelos em realidade virtual, exercícios para avaliações, etc., necessários para os conteúdos menos inclusivos do mapa (extremidades inferior e laterais do mapa). Estes recursos que estão disponibilizados em arquivos são, então, utilizados na elaboração dos objetos de aprendizagem fundamentais. Após a seleção do arquivo de recurso um número de identificação no banco de dados MySQL é atribuído ao objeto, preenchendo-se as informações do objeto de aprendizagem no metadados.

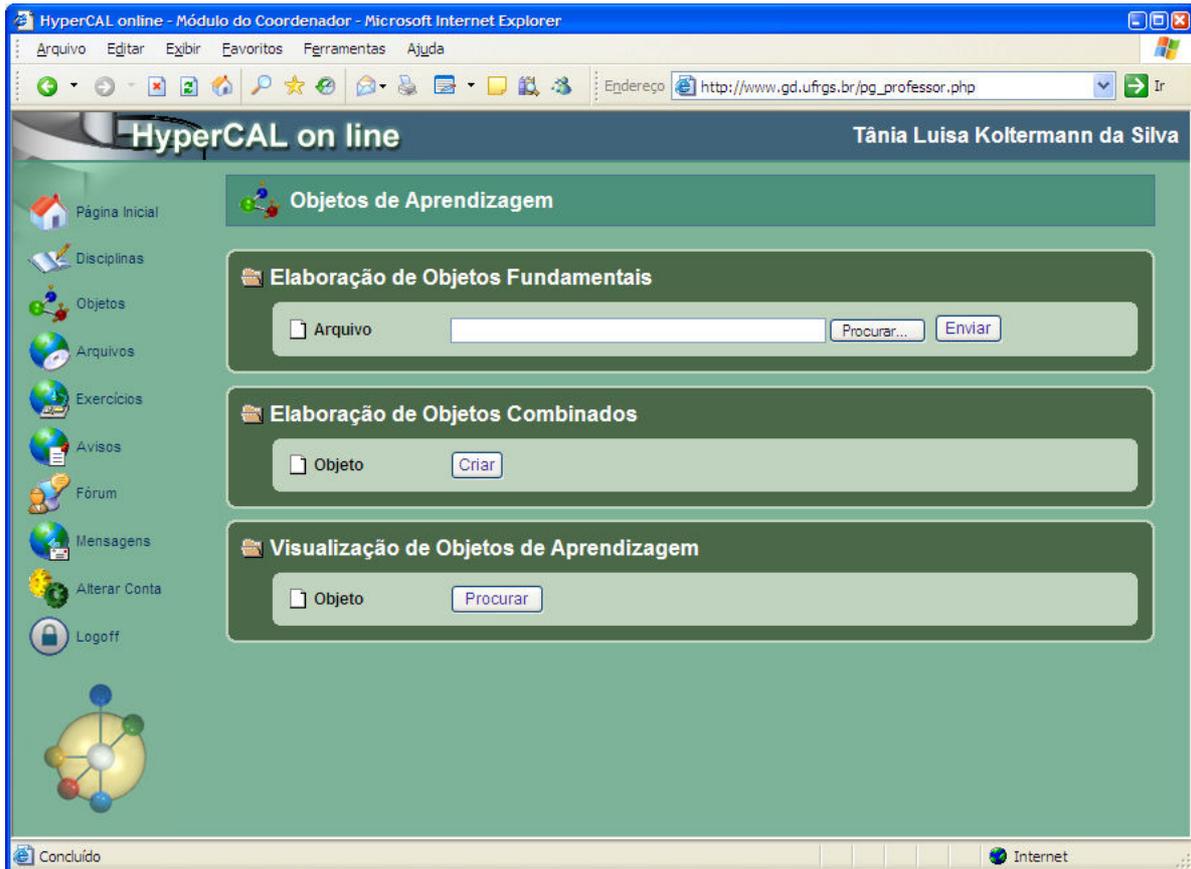


Figura 3 – Desenvolvimento de objetos de aprendizagem (SILVA, T., 2005).

Na opção de elaborar objetos combinados deve-se criar: o título; o nome do arquivo XML; descrição e objetivo educacional do objeto. Após, com base em diferentes critérios, efetua-se a busca de outros objetos para estabelecer relações e construir o objeto combinado (Figura 4).

O resultado desta busca apresenta uma lista de objetos de aprendizagem que possuem os valores dos atributos que satisfazem os critérios de busca e que estão disponíveis no banco de dados. Estes objetos podem ser visualizados e algumas informações sobre ele são apresentadas, como: objetivo educacional; tipo de recurso de aprendizagem; nível de agregação; curso; etc. A partir destas informações a seleção é efetivada no momento em que se estabelece a relação do objeto selecionado com o que está sendo construído. Estas informações são enviadas para o metadados.

Um arquivo XML é gerado para o objeto combinado, contendo informações que definem a estrutura deste objeto. Esta estrutura se divide em conteúdo e avaliação, dependendo do objetivo educacional do objeto seguindo a taxonomia de Bloom: o objeto selecionado que apresenta um objetivo educacional do tipo avaliação é acessado através de um *link* na estrutura do objeto combinado; os demais tipos de objetivos educacionais fazem parte do conteúdo.

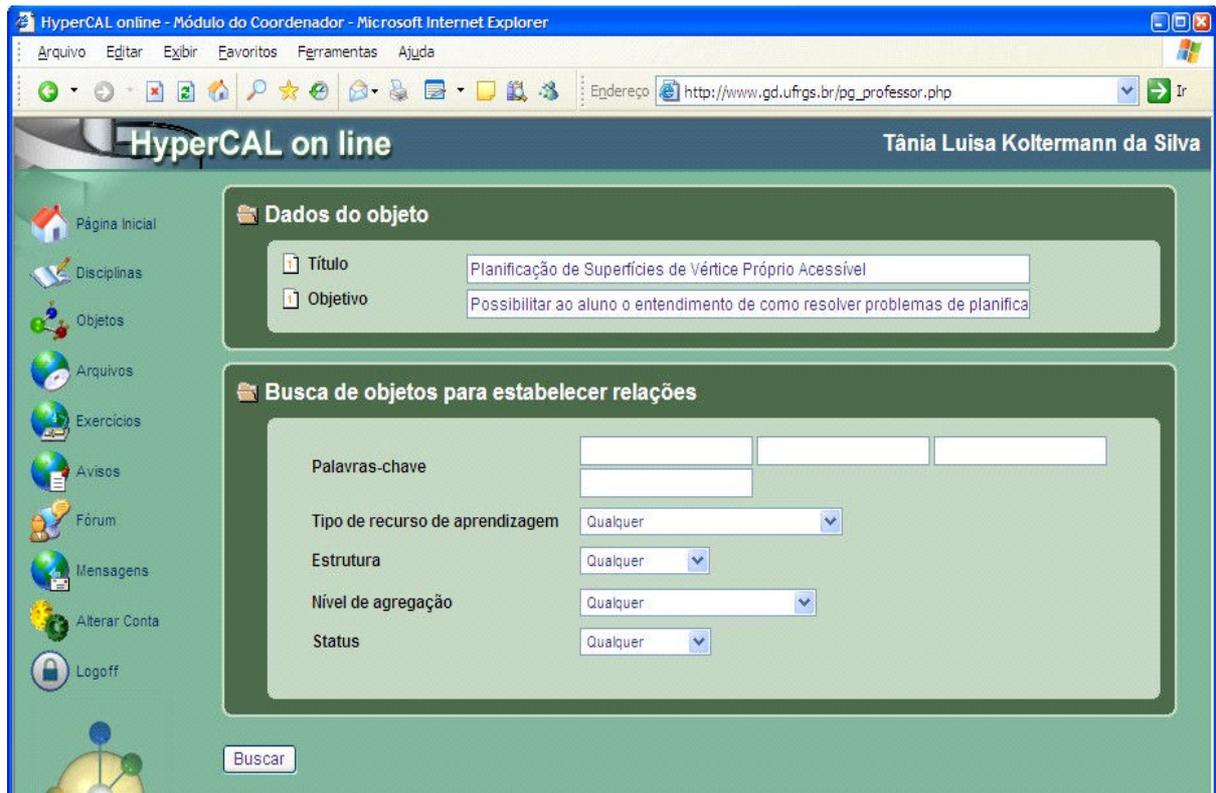


Figura 4 – Interface para a busca de objetos de aprendizagem (SILVA, T., 2005).

A estrutura do conteúdo é definida em função do tipo de recurso de aprendizagem, em textos ou exemplos. E, a forma de apresentação deste conteúdo no objeto combinado depende do nível de agregação do objeto selecionado: o objeto do tipo fundamental (nível de agregação 1) tem visualização direta; e o objeto do tipo combinado (nível de agregação 2 ou superior) tem visualização através de link. Esta classificação e estruturação organizam o objeto combinado para sua posterior apresentação.

Durante o desenvolvimento do objeto combinado podem ser inseridos comentários ou explicações à cerca dos exemplos, além da possibilidade de especificar dimensões em *pixels* para apresentação de exemplos do tipo animações em *Flash* e modelos em realidade virtual. Os demais tipos de exemplos têm tamanho fixo para que não ocorram distorções na sua visualização.

Neste momento, com o auxílio do PHP, o arquivo XML do objeto combinado é construído e enviado para a tabela de objetos de aprendizagem. Ao mesmo tempo, o formulário de cadastro de metadados de objetos de aprendizagem é aberto para completar as informações que não foram carregadas durante o processo de construção do objeto. Após completar este formulário de cadastro, o mesmo é enviado para a tabela de metadados do objeto. Em seguida, a página de controle da atividade de cadastro de objetos de aprendizagem é carregada com as opções de continuar ou encerrar a atividade.

A tela inicial (Figura 3) além de possibilitar a elaboração dos objetos fundamentais e dos combinados oferece a opção de visualização destes objetos através de um processo de busca. O objeto selecionado para a visualização é carregado para apresentação levando em consideração as informações que o ambiente tem sobre o usuário (professor ou aluno). Para um aluno o sistema requer as seguintes informações: nome; estilo de aprendizagem; curso de graduação e *skin* preferida (o aluno pode escolher entre opções de *skins* para personalizar a visualização do objeto de aprendizagem).

Em função do estilo de aprendizagem do aluno, o objeto combinado é apresentado numa direção do concreto para o abstrato, mostrando exemplos e aplicações, para depois abordar os conceitos. A mesma estrutura do objeto combinado toma outra forma de apresentação para o aluno que tem preferência pela direção do abstrato para o concreto, sendo tratados os conceitos para após serem apresentados os exemplos e aplicações. Além disso, cada estilo de aprendizagem tem uma dominância que vincula a seqüência de apresentação dos exemplos em função dos tipos de recursos de aprendizagem. Exemplos de como os objetos são apresentados para os alunos podem ser vistos através do protótipo.

3.6 Implementação

O processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem foi implementado no HyperCAL^{GD} *on line*. Conforme a metodologia proposta no trabalho de SILVA, T. (2005), a implementação do protótipo teve como base o mapa apresentado na Figura 5, do qual foram desenvolvidos os seguintes objetos com diferentes granularidades: construção e transporte de polígonos (conteúdo pré-requisito, oriundo do desenho geométrico); vértice próprio acessível; planificação de superfícies retilíneas desenvolvíveis de vértice próprio; processos de planificação; e, planificação de superfícies retilíneas desenvolvíveis.

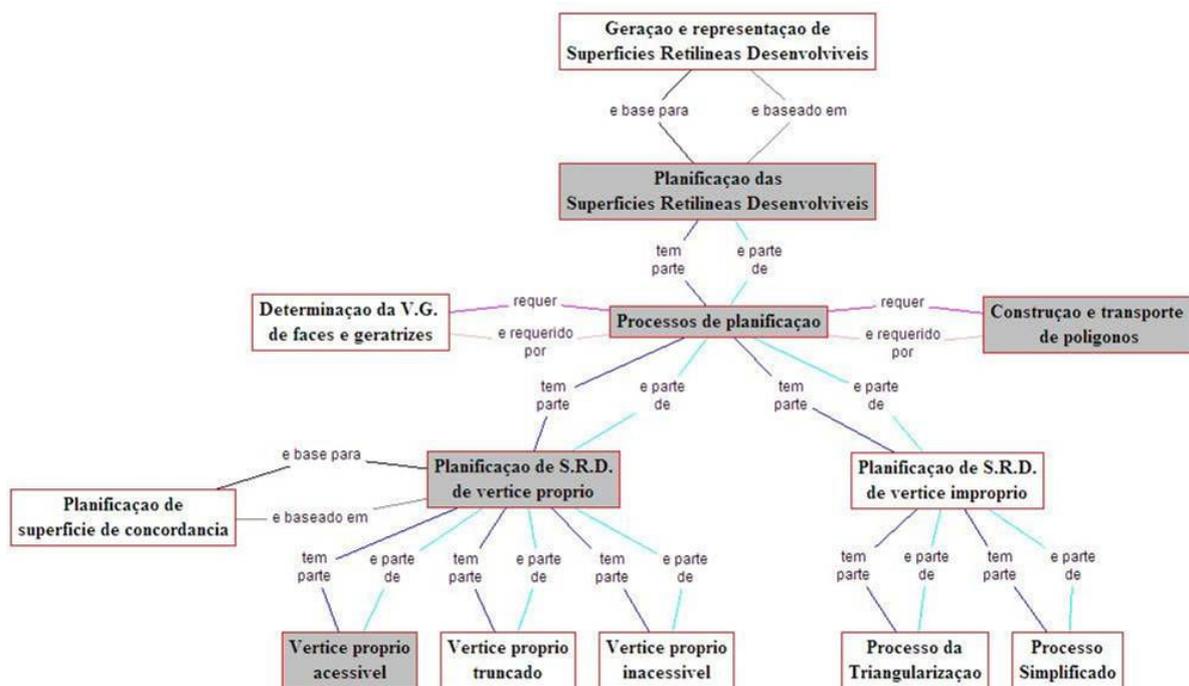


Figura 5 – Mapa conceitual para desenvolvimento do protótipo (SILVA, T., 2005).

Alguns destes objetos de aprendizagem desenvolvidos são apresentados na figura 6.

Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

Objetivo: Capacitar o aluno a planificar superfícies retilíneas de vértice próprio e vértice impróprio.

Conhecimentos necessários

- Construção e Transporte de Polígonos
- Determinação da V.G. de Faces e Geratrizes

Qualquer que seja o tipo de superfície desenvolvível, o problema de planificação fica reduzido à determinação das verdadeiras grandezas das faces que compõem a superfície. Esta planificação resulta em uma única projeção e em verdadeira grandeza.

As várias técnicas utilizadas para planificação de superfícies dizem respeito, principalmente, à obtenção das verdadeiras grandezas das faces da superfície e do transporte das respectivas geometrias para a posição de planificação. Portanto, antes de se iniciar a planificação, é necessário conhecer as técnicas de construção e transporte de polígonos.

Quando a superfície é fechada, a planificação depende da ruptura da superfície em uma das arestas, que é chamada de aresta de fechamento, pois representa a posição onde deve ser feita a costura na montagem da superfície. Portanto, na superfície planificada esta aresta se apresenta duplicada.

As superfícies de diretrizes poligonais (piramidais e prismáticas) são apresentadas com suas faces dispostas lado a lado, bastando determinar as verdadeiras grandezas destas faces para obter a planificação.

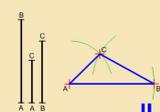
As superfícies de diretrizes curvas (cônicas e cilíndricas) são planificadas através de aproximações, sendo tratadas como superfícies de diretriz poligonal com grande número de lados, resultando em grande número de faces. Quanto maior o número de faces, mais precisa a aproximação.

- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Impróprio

Avaliação: Avaliação - Processos de Planificação de Superfícies Retilíneas

Construção e Transporte de Polígonos

Objetivo: Capacitar o aluno a construir polígonos



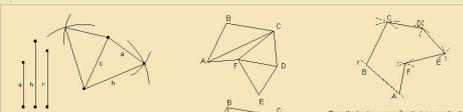
Processo de construção de um triângulo a partir de seus lados.

As técnicas de construção e transporte de polígonos resolvem qualquer problema de Verdadeira Grandeza de face poligonal. A ideia fundamental é a obtenção das V.G. dos polígonos que constituem as faces planas de uma superfície com o mínimo de operações descritivas, visando-se os conceitos fundamentais de geometria plana.

Para se construir um triângulo, basta conhecer as medidas de seus lados. Isto pode ser escrito da seguinte forma: Se é possível construir um triângulo a partir de três segmentos de reta, a solução é única em termos de forma, não levando-se em conta a posição do triângulo.

Polígonos com quatro lados ou mais não admitem uma única configuração topológica contendo-se apenas os comprimentos de seus lados. Neste caso existem infinitas configurações possíveis. No entanto, qualquer polígono com mais de três lados pode ser decomposto em triângulos, reduzindo o problema de construção de polígonos à construção dos triângulos que os compõem. Conforme o número de lados de um polígono, podem existir várias configurações possíveis para os triângulos que o subdividem. Porém, qualquer configuração deve permitir a construção do polígono a partir dos triângulos resultantes.

Quando um polígono é decomposto em triângulos, cada um dos lados do polígono coincide com um lado de algum triângulo, bem como algumas de suas diagonais. Em sendo assim, para se construir um polígono a partir de triângulos é necessário conhecer todos os seus lados e, conforme a configuração escolhida, as diagonais que são também lados dos triângulos. Um quadrilátero pode ser construído contendo-se seus lados e uma diagonal.



A construção de um triângulo a partir de três segmentos pode ser resumida nos seguintes passos:

1. Segurar três segmentos de reta a, b e c.
2. Transportar um dos segmentos, por exemplo c, para a posição onde o triângulo deve ser construído; isto determina dois dos vértices do triângulo.
3. Traçar uma circunferência de raio a com o centro em uma das extremidades do segmento c.
4. Traçar uma circunferência de raio b com o centro na outra extremidade do segmento c.
5. Se houver interseções entre as duas circunferências, a solução existe. O terceiro vértice é definido pela interseção das duas circunferências. Naturalmente existem duas soluções, pois há duas interseções. Porém, avançando-se em conta somente a forma do triângulo, existe apenas uma solução, uma vez que as duas soluções obtidas diferem apenas na posição, já que são simétricas em relação ao segmento base c.

Para entender melhor este processo de construção será apresentado um exemplo de transporte de um polígono:

1. Segue um polígono ABCDEF conectado.
2. Subdivide o polígono em triângulos. Aqui foi escolhida a seguinte configuração: ABC, ACD, FCD e FDE (existem outras possíveis).
3. Transportar o segmento A para a posição desejada.
4. Traçar uma circunferência com centro em A e raio AC e outra com centro em B e raio BC. No encontro destas circunferências marcar o ponto C.
5. Repetir os passos 3 e 4 para os triângulos restantes, avançando-se em conta que o primeiro triângulo deve ser adjacente ao triângulo anterior.

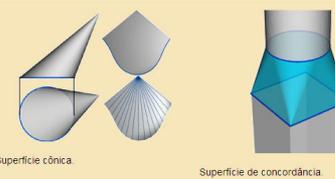
Avaliação: Avaliação - Construção e Transporte de Polígonos

Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio

Objetivo: Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível, truncada, e vértice inacessível.

As superfícies de vértice próprio acessível, cônicas e piramidais, possuem faces triangulares quando o vértice faz parte da porção em estudo. Quando a porção em estudo não contém o vértice as faces são quadriláteros (superfícies de vértice próprio truncado, ou inacessível). Porém, mesmo não pertencendo à porção em estudo, é possível tratar esta superfície com faces triangulares, caso o vértice seja acessível, tornando mais simples a resolução do problema.

- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Truncado
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Inacessível



Superfície cônica. Superfície de concordância.

Avaliação: Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio

Figura 6 – Objetos de aprendizagem para Geometria Descritiva (SILVA, T., 2005).

3.7 Avaliação

A avaliação é um processo contínuo que permeia todos os demais processos da metodologia ADDIE. Com relação ao processo de análise de conteúdos, avaliou-se o mapa conceitual como uma ferramenta eficiente para orientar o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, permitindo estabelecer relações conceituais entre os objetos, respeitando a reconciliação integrativa (subordinada ou superordenada) no mapa, definindo o seqüenciamento e granularidade destes objetos.

A taxonomia utilizada (objetos fundamentais e combinados) proporcionou mais facilidade e flexibilidade ao projeto e desenvolvimento dos objetos de aprendizagem. Objetos fundamentais permitem construir objetos a partir de diferentes recursos (textos, animações, modelos em realidade virtual e outros), atendendo estilos de aprendizagem diferenciados, assim como oferecer exemplos específicos para os cursos de graduação. A estrutura do objeto combinado composta de objetivo, conteúdo e avaliação torna mais eficiente a exploração deste objeto no contexto de aprendizagem, mostrando com clareza ao aluno o que o objeto propõe e o conteúdo tratado. O conteúdo ao ser construído por uma combinação de diferentes tipos de recursos didáticos permite que estes sejam apresentados na forma preferencial dos alunos, em função do seu estilo de aprendizagem. Os arquivos XML gerados a partir da construção dos objetos de aprendizagem combinados, permitiram uma melhor organização para sua posterior apresentação.

Com relação ao processo de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, pode-se dizer que este exige planejamento e tempo, além de uma etapa de programação consistente, requerendo o emprego de várias tecnologias. A utilização destas tecnologias possibilitou a integração do processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem no ambiente HyperCAL^{GD} *on line*, viabilizando a implementação do protótipo. Esta implementação permitiu verificar a funcionalidade da metodologia empregada, pois os objetos são produzidos dinamicamente através da geração do seu arquivo XML, que pode ser apresentado de diferentes formas através do auxílio do XSL.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da concepção adotada no presente trabalho, a flexibilidade na produção de materiais educacionais para a geometria descritiva é possibilitada pela abordagem objetos de aprendizagem que, por serem modulares, aumentam a potencialidade do sistema que personaliza conteúdo, permitindo a entrega e recombinação de objetos em diferentes granularidades. A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem foi totalmente integrada ao ambiente HyperCAL^{GD} *on line*, junto ao qual foi feita a implementação do protótipo. Os resultados obtidos foram bons, comprovando sua exequibilidade. Com relação às tecnologias utilizadas, a implementação do protótipo demonstrou que a linguagem XML, quando comparada a linguagem HTML, oferece uma maior facilidade de uso por permitir mais flexibilidade na rotulagem do conteúdo, possibilitando gerar objetos de aprendizagem de forma dinâmica, com flexibilidade e rapidez para atender os estilos de aprendizagem dos alunos e os diferentes cursos de engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HANDA, J. K.; SILVA, J. B. G. Objetos de aprendizagem (Learning objects). In: **Boletim EAD**. Campinas, 31 jan. 2003. Disponível em: <http://www.ead.unicamp.br:9000/GECON/sites/EAD/index_html?foco2=Publicacoes/78095/846812&focomenu=Publicacoes>. Acesso em 10 mar. 2003.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). **Draft standard for learning object metadata** (IEEE 1484.12.1-2002). Jul. 2002. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>>. Acesso em: 28 jan. 2004.

MOLENDÁ, M. **The ADDIE Model**. Fev. 2003. Disponível em: <http://www.indiana.edu/~mmweb98/The%20ADDIE%20Model3_web.doc>. Acesso em 26 nov. 2003.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Tradução para o português de Carla Valadares do original Learning how to learn. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

SILVA, R. P. **Avaliação da perspectiva cognitivista como ferramenta de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva a partir do ambiente hipermídia HyperCAL^{GD}**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, T. L. K. **Produção flexível de materiais educacionais personalizados: o caso da Geometria Descritiva**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SINGH, H. **Introduction to learning objects**. Jul. 2001. Disponível em: <<http://www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt>>. Acesso em 18 out. 2003.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory**. 2000. Tese (Doutorado em Tecnologia e Psicologia Instrucional) – Brigham Young University. Disponível em: <<http://works.opencontent.org/docs/dissertation.pdf>>. Acesso 15 out. 2003.

HyperCAL^{GD} on line – DESIGN AND DEVELOPMENT OF LEARNING OBJECTS FOR DESCRIPTIVE GEOMETRY

Abstract: *The objective of this paper is to present the methodology used in design and development of learning objects for Descriptive Geometry to adapt equally well to in-class and distance learning environments. The research involved: production models used in conventional and distance learning, changes in the educational context due to the appearance of new information and communication technologies, an approach that used learning objects, aiming at flexible production, and the tailoring of educational materials according to different learning styles. The intervention process followed the ADDIE methodology used in instructional design, from which a methodology to design and develop learning objects was established. The latter methodology was integrated to the HyperCAL^{GD} online environment. The implementation of a prototype of learning objects for Descriptive Geometry showed good results vis-à-vis the developed methodology, a proof of the methodology's feasibility. Learning objects were generated dynamically, offering flexibility to adapt to different students' characteristics.*

Key-words: *Flexible production, Learning objects, Descriptive geometry*