

A CONSTRUÇÃO DE CRITÉRIOS PARA OBJETOS EDUCACIONAIS SEGUNDO AS QUATRO FACES DO TETRAEDRO PEDAGÓGICO

Carmem Lúcia Graboski da Gama ¹; Sérgio Scheer ²

¹ Universidade Positivo, Curso de Engenharia Civil,
Rua Viriato Parigot de Souza, 5300, Campo Comprido,
CEP: 81280-330, Curitiba, PR
carmem.gama@uol.com.br

² Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos de Engenharia Civil – CESEC e
Programa de Pós Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – PPGMNE
Centro Politécnico. Caixa Postal 19011,
CEP: 81531-980, Curitiba PR
scheer@ufpr.br

Resumo: *No contexto educacional enriquecido pela tecnologia da informação e comunicação (Internet/Web), os objetos educacionais, e os ambientes virtuais de aprendizagem que podem se valer destes recursos computacionais, auxiliam o processo de ensino e aprendizagem. A construção e avaliação de objetos educacionais foram estudadas e diversas aplicações de objetos desenvolvidos foram exploradas. As práticas e lições aprendidas para garantir qualidade e desempenho pedagógico e ergonômico adequados, com possibilidade de reutilização destes objetos, levam a dar importância não só a adoção de padrões de descrição com base em metadados, mas também a verificação do atendimento a características e critérios relativos a aspectos de especificação dos requisitos, desenvolvimento e avaliação de uso dentro de um novo cenário. Neste cenário analisado neste artigo, estão envolvidos o professor, o aluno, o objeto educacional e o conhecimento, todos interligados como os elementos básicos e suas interrelações em um sólido geométrico, o tetraedro pedagógico. Neste sentido são elencados e analisados estes requisitos pertinentes aos objetos educacionais em situações de ensino e aprendizagem em cursos de Engenharia.*

Palavras-chave: *Objeto Educacional, Objeto de Aprendizagem, Tetraedro Educacional, Ensino e Aprendizagem.*

1. INTRODUÇÃO

O conjunto de requisitos necessários para objetos educacionais numéricos são parte de uma proposta para um modelo padronizado visando a criação, desenvolvimento, armazenamento e distribuição de informação (na forma de objetos educacionais) em sistemas de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, divulgados via Internet. Os requisitos em termos de características e critérios são aderentes a idéias, conceitos e padrões de uso.

Os objetos educacionais devem possuir características tanto pedagógicas quanto ergonômicas, dispostas neste trabalho através de critérios que procuram resolver diversos problemas de avaliação de softwares educacionais destinados a resolução de problemas de engenharia ou áreas correlatas através dos métodos numéricos.

O avanço das tecnologias de informação tem acelerado o desenvolvimento de objetos educacionais possibilitando a utilização e divulgação de conteúdos didáticos disponibilizados

na Web em diferentes formatos. Este avanço também provocou este estudo e o desenvolvimento de um conjunto de características e critérios para a construção destes objetos de aprendizagem. A intenção é que este conjunto constitua um guia para a construção de objetos educacionais com qualidade e segurança. Além disso, serviu de base para o desenvolvimento do estudo diferenciado envolvendo objetos educacionais, professor, aluno e o conhecimento, na forma apresentada na próxima seção.

2. DESENVOLVIMENTO DE CRITÉRIOS DOS OBJETOS EDUCACIONAIS

Os objetos educacionais devem possuir características e funcionalidades que permitam aos estudantes serem participantes de seu próprio processo de aprendizagem, e ao professor utilizá-los no processo de ensino com confiabilidade. Assim, na composição e estruturação de um curso, de uma disciplina ou de parte do conteúdo, pode-se trabalhar com diferentes tamanhos e organizações de objetos educacionais. Por outro lado, pode-se ter objetos que tratam de um único assunto de maneira direta e pontual. Seriam tópicos únicos e de simples explanação, ou seja, a menor partícula de um assunto conferindo característica de granularidade ao objeto. Pode-se ter objetos que contém pré-requisitos ou são formados a partir de uma série de outros conceitos ou ainda constituídos com outros objetos educacionais menores que compõem assuntos necessários para a compreensão do conteúdo mais complexo.

Para atender a tantos requisitos os objetos educacionais devem possuir características tanto pedagógicas quanto ergonômicas (Gama, 2005), dispostas neste trabalho no Quadro 1, através de critérios que procuram resolver diversos problemas de avaliação de softwares educacionais destinados a resolução de problemas de engenharia ou áreas correlatas através dos métodos numéricos, atrelados aos elementos, o professor, o aluno e o objeto educacional.

Quadro 1 - Critérios dos objetos para dimensões e conjuntos

	Dimensões					Conjuntos				
	Didática	Pedagógica	mediática	Documental	Educacional	Pedimental	Ditamental	Escolástico	Prático	Medimental
Confiabilidade			X	X	X	X	X	X	X	X
Qualidade de informação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
eficiência		X	X		X			X		
Objetividade	X				X	X	X			
Sequenciamento Instrucional	X				X					
Motivação	X				X	X	X	X	X	
Estruturação					X			X	X	
Legibilidade	X					X		X	X	
Reusabilidade			X							
Granularidade		X	X		X					
Qualidade Gráfica Interface			X		X	X	X	X		
Descrição em Metadados			X					X		X
Métricas			X	X					X	X
Reusabilidade			X	X				X	X	X
Granularidade			X	X			X	X		
Adaptabilidade							X		X	
Compatibilidade			X					X	X	
Visibilidade	X									
Navegabilidade	X			X	X	X	X			
Funcionalidade	X			X	X	X		X	X	
Homogeneidade				X						X
Acessibilidade		X		X	X			X	X	
Interoperabilidade		X	X	X	X				X	X
Reusabilidade		X	X						X	
Durabilidade		X	X					X		X
Manutenibilidade								X		X
Reparabilidade				X				X		X
Evolutibilidade										X
Material de Apoio				X		X	X			X

A partir de um levantamento das características necessárias para o desenvolvimento de objetos educacionais destinados ao ensino de conceitos matemáticos, em especial de métodos numéricos em problemas de engenharia, desenvolveu-se um estudo das características destes objetos segundo os elementos básicos e suas interrelações no aqui chamado *Tetraedro de Chevallard* (Chevalard et al. *apud* Mallard, 2004).

Assim, os elementos (professor, aluno, conhecimento e objeto de aprendizagem) e as suas relações são abordados e analisadas com foco na construção dos objetos educacionais (Figura 1). Inicialmente quanto às quatro faces (chamadas aqui de **dimensões**): *didática*, *pedagógica*, *mediática* e *documental*. Depois, a análise se realiza quanto a união (junção pelas arestas) das faces duas a duas (**conjunto**), formando seis conjuntos com intersecção representada pelas arestas relacionando os elementos básicos dois a dois: *educacional*, *pedmental*, *didmental*, *escolástico*, *pediático* e *medmental*. Finalmente, a análise é da integração das faces, três a três, resultando como intersecção os vértices, elementos básicos da representação (aqui chamados de **universos**): *aluno*, *professor*, *objeto de aprendizagem e conhecimento*.

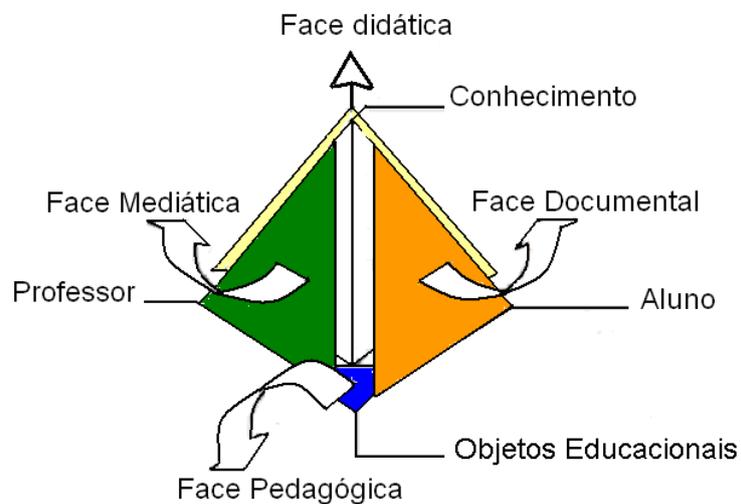


Figura 1 – Tetraedro Pedagógico – Fonte: Mallard (2004)

As **dimensões** e seus respectivos elementos:

- *Didático*: professor, aluno e conhecimento;
- *Pedagógico*: professor, aluno e objetos de Aprendizagem;
- *Mediático*: professor, conhecimento e objetos de Aprendizagem;
- *Documental*: aluno, conhecimento e objetos de aprendizagem.

Os **conjuntos** e suas respectivas junções:

- *Educacional*: pedagógico e didático;
- *Pedmental*: pedagógico e documental;
- *Didmental*: didático e documental;
- *Escolástico*: didático e mediático;
- *Pético*: pedagógico e mediático;
- *Medmental*: mediático e documental.

O **universo** e a união de suas respectivas dimensões:

- *Aluno*: didático, pedagógico e documental;
- *Professor*: didático, pedagógico e mediático;

- *Objeto de Aprendizagem*: pedagógico, mediático e documental;
- *Conhecimento*: didático, mediático e documental.

3. DIMENSÕES DO TETRAEDRO PEDAGÓGICO ENVOLVENDO AS CARACTERÍSTICAS E CRITÉRIOS DOS OBJETOS.

3.1 Dimensão didática: aluno, professor e conhecimento.

Esta dimensão (Figura 3.1) é chamada **didática** pela relação ancestral existente entre o aluno, o professor e o conhecimento. A cor adotada simboliza em um cenário brasileiro a luz para a solução de problemas, ajudando a reter o conhecimento e a desenvolver a sabedoria, estimulando o desenvolvimento cerebral. Neste espaço o objeto educacional tem uma função coadjuvante, pois é nele que está o conteúdo necessário que auxilia o professor a transmitir o conhecimento da maneira clara e objetiva.

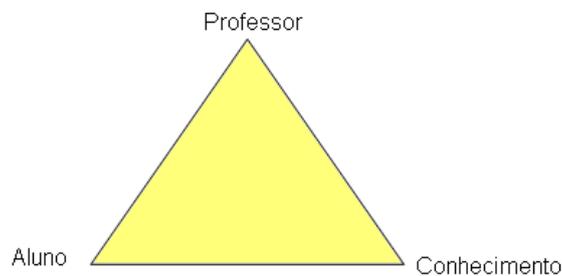


Figura 3.1 – Dimensão Didática

3.2 Dimensão Pedagógica: aluno, professor e objeto educacional

Nesta dimensão pedagógica (Figura 3.2) o objeto de aprendizagem tem o papel de dar suporte ao ensino, auxiliar o professor, enriquecer a aprendizagem do aprendente e tornar prazerosa esta atividade. A cor azul escolhida simboliza ternura, paz de espírito e segurança, favorecendo a meditação e atividades intelectuais.

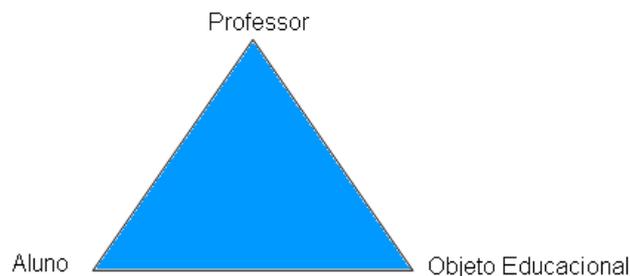


Figura 3.2 – Dimensão Pedagógica

A aprendizagem acontece pela interação que o aprendiz estabelece nos diversos componentes do seu meio ambiente. Por exemplo, os objetos de aprendizagem contêm informações de saberes científicos e de saberes práticos. A abordagem construtivista preconiza o uso de atividades autênticas ligadas à prática do domínio de aprendizagem.

A existência de um ambiente educacional diferenciado no qual o aluno tem acesso em qualquer local e qualquer hora, dando-lhe a opção de otimizar seus horários, possibilita

alcançar uma aprendizagem substancial. A facilidade de uso, a motivação e a existência de conteúdos claros e corretos, é um passo importante para a aprendizagem.

A aprendizagem é, sobretudo uma descoberta e os objetos de aprendizagem proporcionam a aprendizagem através da descoberta, e esta precisa ser prazerosa e inesquecível.

3.3 Dimensão Mediática: professor, conhecimento e objetos educacionais

Nesta dimensão mediática (Figura 3.3) os objetos de aprendizagem estão num papel mediador, pois modificam a postura do aluno diante do processo de aprendizagem. A cor verde adotada simboliza vida nova, energias da natureza, esperança e satisfação. São os objetos de aprendizagem que divulgam os conteúdos (conhecimento) e estão também interligados com o professor que os demanda e usa o conteúdo contido neles.

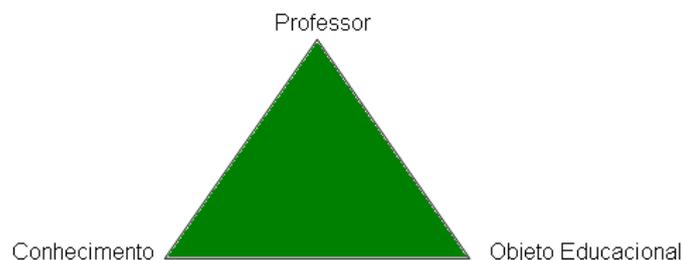


Figura 3.3 - Dimensão Mediática

Os objetos podem ajudar o professor no planejamento de suas atividades. Para isso, nesta dimensão, os objetos de aprendizagem devem ser desenvolvidos especificamente para o uso do professor, onde este verifica se os conteúdos contidos são claros e corretos. Ele deve ter confiança e esperança na possibilidade de efetividade de uso do objeto e ter a certeza do poder de aprendizagem que aquele objeto vai suscitar.

3.4 Dimensão Documental – Objeto Educacional, aluno, conhecimento

Nesta dimensão documental (Figura 3.4) os objetos de aprendizagem devem conter os conteúdos e devem estar facilmente acessíveis aos alunos. Além disso, devem seguir padrões para que o processo de busca e uso da informação seja realizado com êxito. A cor laranja escolhida traz as idéias de sucesso, agilidade mental e boa sorte, simbolizando encorajamento, robustez, gentileza e prosperidade.

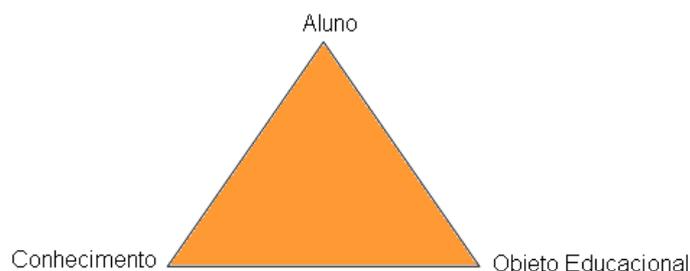


Figura 3.4 - Dimensão Documental

Os objetos de aprendizagem nesta dimensão têm um papel fundamental de servir ao aluno. Para isso as características pertinentes para este fim têm aparência de um paradigma

inovador. O objeto tem a função de mediador pois modifica a postura do estudante diante do processo de aprendizagem.

3.5 Conjunto Educacional

O conjunto *educacional* é a união de duas dimensões, a pedagógica e a didática e o foco está direcionado ao professor e aluno (Figura 3.5).

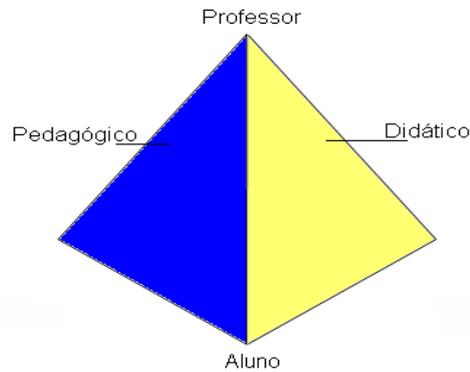


Figura 3.5 - Conjunto Educacional

É o conjunto que traz luz à solução dos problemas com a tranqüilidade e segurança que o aluno precisa.

O conjunto é uma das junções onde a relação professor-aluno é analisada. O professor tem o objetivo de promover a aprendizagem do aluno. Para atingir este objetivo não basta ministrar uma boa aula e trabalhar de forma organizada os conteúdos. As concepções teóricas devem ser bem fundamentadas a sua prática e se possível a prática do aluno. Com o avanço tecnológico exige-se tanto do professor quanto do aluno uma postura diferente da tradicional: o professor, um facilitador de aprendizagem e, o aluno, um receptor ativo que indaga e participa. É necessário que o aluno e o professor conheçam recursos tecnológicos existentes e saibam lidar com eles, de maneira que possam agir, interagir e como consequência construir o conhecimento.

3.6 Conjunto Pedmental

O conjunto *Pedmental* trata da união das dimensões pedagógica e documental onde o foco está direcionado ao aluno e objeto de aprendizagem (Figura 3.6).

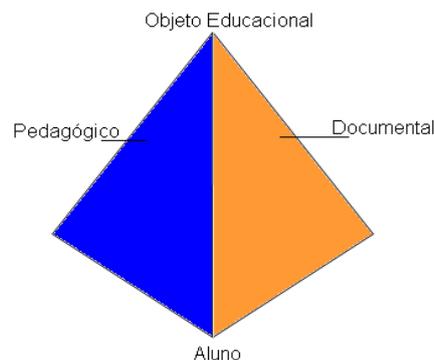


Figura 3.6 - Conjunto Pedmental

É o conjunto que simboliza a segurança e traz o sucesso e favorece as atividades intelectuais.

Para o aluno o que interessa em um software é que funcione, não tenha problemas com erros, seja acessível e fácil de usar.

3.7 Conjunto Didmental

O conjunto *Didmental* é união das dimensões didática e documental focado no aluno e conhecimento como ilustrado na Figura 3.7.

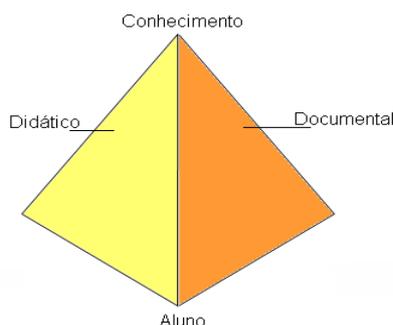


Figura 3.7 - Conjunto Didmental

É o conjunto que busca apresentar o caminho para a solução dos problemas em estudo, ajuda a reter o conhecimento e a dar maior agilidade mental.

O ensino mediado pelo computador baseia-se fortemente na abordagem pedagógico-construtivista na qual o foco é orientado ao aluno e ao aprendizado. Permite liberar o aluno de restrições impostas pelo conhecimento pronto, passando este a ser protagonista e buscando de forma orientada, e com certo grau de autonomia, a informação necessária para a sua aprendizagem. As conseqüências são positivas, como estímulo ao uso do método de pesquisa onde a teoria e a prática se fazem presentes.

Os objetos de aprendizagem podem ser vistos como uma poderosa ferramenta na mão de alunos e professores. O aluno tem em suas mãos uma ampla fonte de informações sobre um determinado conteúdo. Com o uso de objetos de aprendizagem o aluno encontra apoio para 'aprender a aprender'. Desta forma, o conhecimento pode ser obtido através da interação entre objeto e o aluno, com apoio em hipertextos, imagens, sons e vídeos.

3.8 Conjunto Escolástico

Como a união das dimensões didática e mediática, este conjunto é focado no professor e conhecimento (Figura 3.8).

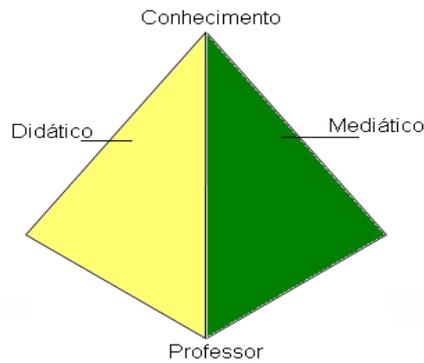


Figura 3.8 - Conjunto Escolástico

O conjunto que representa as energias da natureza traz o sucessor que aborda a prosperidade e a satisfação da docência.

Com o avanço das tecnologias da informação dentro das salas de aula, o conhecimento vem se desvinculando de um espaço físico e da figura do professor. Percebe-se que o conhecimento passou a morar na ponta dos dedos num simples clicar de teclas. A facilidade e a rapidez com que a informação é disponibilizada são fantásticas.

Para esta realidade o ensino e a aprendizagem nos meios didáticos recolocam o problema para a formação do professor, ressaltando a importância do seu conhecimento científico e da natureza de sua competência em uma visão construtivista. Passar o conhecimento auxiliado por objetos de aprendizagem em lugares remotos pode ser uma alternativa.

O professor é na essência, um pesquisador, tanto no horizonte da pesquisa como na busca de subsídios que levem seu aluno a aprender novos conhecimentos. O professor tem pela frente o desafio de transmitir com eficácia este conhecimento, que muitas vezes é complexo. Para isso tem disponível a tecnologia da informação para auxiliá-lo no cumprimento desta tarefa.

3.9 Conjunto Pético

O conjunto *Pético* é a união das dimensões pedagógica e mediática, com foco no professor e no objeto de aprendizagem (Figura 3.9).

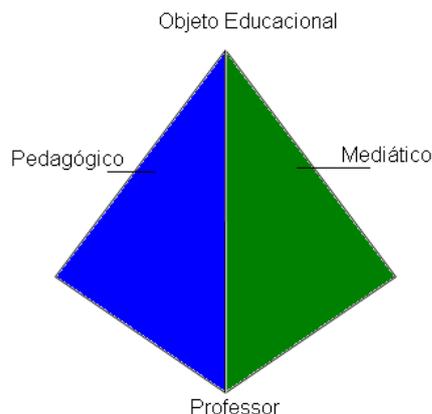


Figura 3.9 – Conjunto Pético

Na alusão das cores, o conjunto *Pético* carrega a ternura, paz de espírito e segurança do professor e a satisfação, as energias da natureza e a vida nova que o objeto pode proporcionar ao aluno quando realmente concretiza a aprendizagem.

O professor diante de novas tecnologias passa a ser um aprendiz, tornando-se necessário que ele aprenda a utilizar as ferramentas que a tecnologia disponibiliza e desenvolva objetos de aprendizagem que possa fazer uso com seus alunos. Na realidade ele passará a aprender a aprender com seus alunos.

3.10 Conjunto Medmental

O conjunto *Medmental* é a união das dimensões mediática e documental e está focado no conhecimento e no objeto de aprendizagem (Figura 3.10).

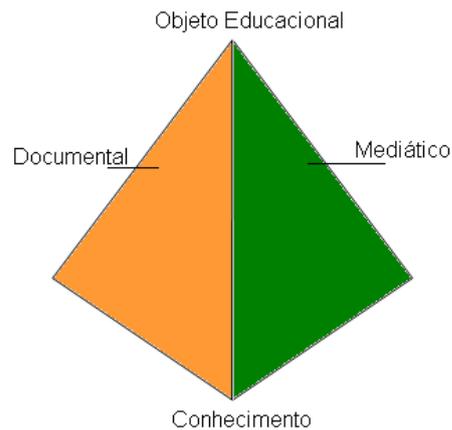


Figura 3.10 - Conjunto Medmental

Este conjunto, além de reunir um conjunto de critérios desenvolvidos sobre a qualidade do objeto na visão de programadores, tem também a energia da natureza representada pelo conhecimento e a agilidade mental que pode proporcionar ao aluno com o uso do objeto de aprendizagem.

3.11 Os Critérios segundo cada universo

Neste ponto se analisam as relações das três faces comuns a cada um dos quatro vértices (elementos protagonistas e fundamentais da análise, aqui chamados de universos).

Professor

O que é pedagógico, didático e mediático influencia o professor e vice-versa (Figura 3.11).

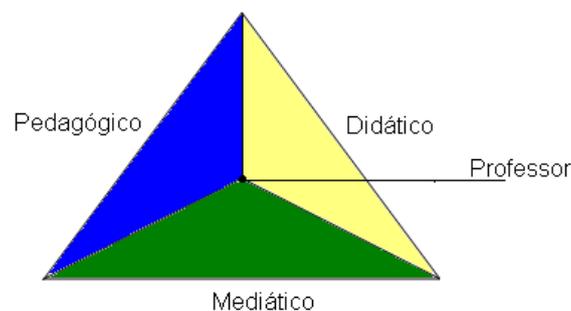


Figura 3.11 - Universo Professor

É o universo da solução de problemas com o auxílio das energias da natureza e a tranqüilidade, ternura e a segurança que o professor mostra os caminhos para o conhecimento ao seu aluno.

O professor ou facilitador da aprendizagem deixa de ser responsável direto pela transmissão do conteúdo para tornar-se facilitador e provocador do processo, através da elaboração de conteúdos interativos e atraentes. O professor com o auxílio dos objetos de aprendizagem pode construir seu curso e com a ajuda de outros professores ou profissionais utilizando objetos ou partes dos objetos de aprendizagem de outros autores para montar sua aula ou curso. O professor passa a assumir o papel de companheiro, de líder, concentrando-se em estimular a aprendizagem através das tecnologias da informação e o uso de ferramentas tecnológicas. Nesse contexto, segundo Levy (2000), o professor é incentivado a tornar-se um animador da inteligência coletiva de seus grupos de alunos ao invés de um fornecedor direto de conhecimento.

Aluno

O que é pedagógico, didático e documental influencia o aluno e vice-versa (Figura 3.12).

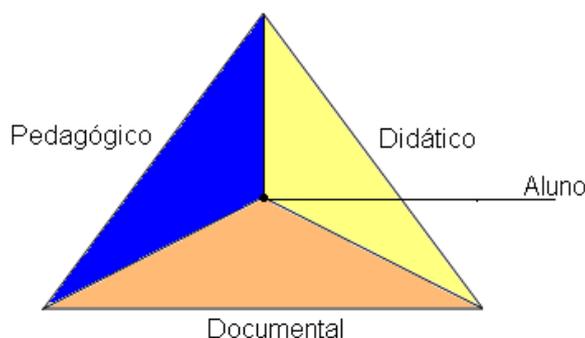


Figura 3.12 - O Universo Aluno

Este universo é a união do sucesso para as soluções dos problemas com a tranqüilidade que o aluno necessita.

Segundo Piaget (1991), a criança aos 12 anos inicia o processo de abstração. O raciocínio, antes concreto, torna-se abstrato. Inicia por hipóteses e deduções e passa a ser lógico. Abre-se o universo da matemática, das funções lineares, e, conseqüentemente, abre-se o universo do cálculo diferencial e integral, e por sua vez da análise numérica onde o aluno percebe na prática tudo o que aprendeu na teoria.

Objeto Educacional

O que o pedagógico, mediático e documental influencia o objeto de aprendizagem e vice-versa (Figura 3.13).

O universo do objeto de aprendizagem simbolizando vida nova, segurança, encorajamento, gentileza e prosperidade.

O uso de objetos de aprendizagem é uma estratégia de ensino baseada na aplicação de tecnologia, sem limitação de lugar, tempo, ocupação. É uma ação conjunta entre as novas tecnologias que incluem as hipermídias, as redes de comunicação interativas e as metodologias de ensino e aprendizagem em ambientes virtuais (Gama e Scheer, 2005).

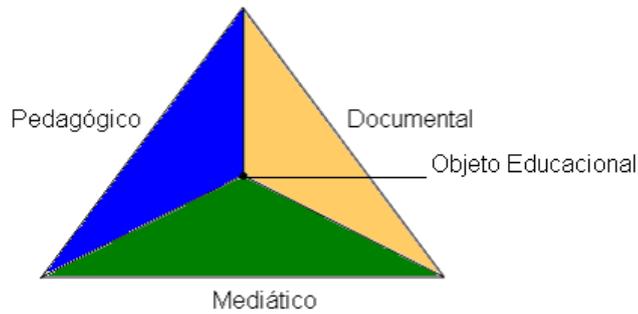


Figura 3.13 - O Universo Objeto de aprendizagem

Conhecimento

O que é didático, mediático e documental influencia no conhecimento e vice-versa. (Figura 3.14).

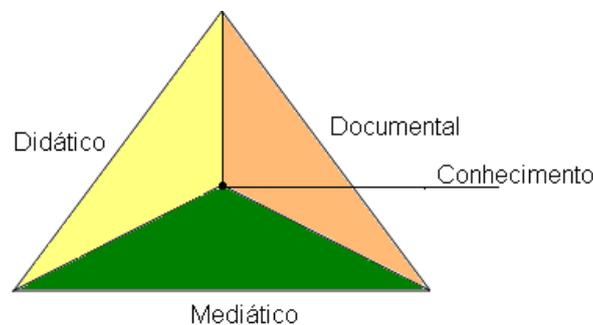


Figura 3.14 - O Universo Conhecimento

Para Vygotsky (1998) o conhecimento depende fundamentalmente da adaptação à realidade externa.

Já em uma visão cognitivista, a aquisição do conhecimento se dá pela pesquisa, investigação e solução de problemas. A melhor maneira de aprender, é construindo o seu próprio conhecimento.

Piaget (1991) defende a idéia que a construção do conhecimento se dá através da interação do sujeito com o objeto. As estruturas dentro do sujeito são construídas.

Por isso o conhecimento tem grande influência nas dimensões didática, mediática e documental e vice-versa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atendimento aos requisitos elencados (características e critérios) é parte das garantias para utilização efetiva de objetos educacionais nas atividades de ensino e aprendizagem. Uma das preocupações é a garantia da acessibilidade e da interoperabilidade dos objetos educacionais, com independência de plataforma e durabilidade, como também a eficácia nos cálculos necessários, no caso de aplicações em problemas de engenharia. Dentro deste cenário, estão envolvidos o professor, o aluno e o objeto educacional, além do conhecimento, todos interligados pelas relações construídas através de um objeto geométrico (tetraedro), que explorado em todas as suas faces, arestas e vértices e analisado segundo as diferentes relações destes elementos básicos, levam a construção e reflexão dos diferentes aspectos do processo de ensino e aprendizagem.

Outra preocupação está no dispor componentes de software como objetos educacionais, com qualidade, tanto ergonômica (usabilidade) para manter a funcionalidade do sistema e sua satisfação, como pedagógica para enriquecimento educacional e tentativa de uma aprendizagem eficiente. O uso de um software (objeto educacional) de baixa qualidade pode afetar, de maneira desfavorável, a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

GAMA, C.L.G. **Contribuições para formulação de um método para avaliação de objetos educacionais para métodos numéricos**. Curitiba, 2005. Proposta de Tese (Doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

GAMA, C.L.G.; SCHEER, S. Avaliação de objetos educacionais para a educação a distância de engenharia: reuso e avaliação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 12, Florianópolis. **Anais eletrônicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Educação a Distância, 2005. 10p. Disponível em <<http://www.abed.org.br/congresso2005>>. Acesso em maio 2006.

MALLARD, R. **Interoperabilidade de conteúdos didáticos digitais: uma contribuição a questão dos padrões**. Curitiba, 145p., 2004. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná..

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

VYGOTSKY, Lev S.. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 190p. 1998.

THE CONSTRUCTION OF CRITERIA FOR LEARNING OBJECTS ACCORDING TO THE FOUR FACES OF THE PEDAGOGIC TETRAHEDRON

Abstract: *In the educational context developed by the communication and information technologies (Internet/Web), learning objects, and virtual leaning environments which can use those computational resources, help in the teaching and learning process. The construction and evaluation of learning objects have been studied and several applications of developed learning objects have been explored. The practice and learned lessons to assure quality and adequate pedagogic and ergonomic development, with reuse possibility of those objects, give great importance not only to the choice for description models with metadata bases, but also to the use of characteristics and criteria related to the specification aspects of requisites, developing and evaluation of use in the new scenario. In this scenario are involved the professor, the student, the learning object, and the knowledge, all interconnected as the basic elements and their relationships in a geometric solid, the pedagogical tetrahedron. In this sense, the pertinent requirements for learning objects in Engineering courses are discussed taking into account the teaching and leaning process.*

Key-words: *learning objects, educational objects, pedagogical tetrahedron, teaching and learning*