

## Saberes e práticas contemporâneas em gestão e inovação na Educação Profissional e em Sistemas Produtivos

### Uma Ferramenta para Adaptação de Conteúdo ao Nível de Aquisição de Conhecimento do Estudante

Bruno Zolotareff dos Santos<sup>1</sup>; Nizi Voltareli Morselli<sup>2</sup>;  
Margarete dos Santos<sup>3</sup>; Claudio Kubilius<sup>4</sup>

**Resumo** - Devido à grande expansão do uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) na educação na última década, o interesse por ensino e aprendizagem nessa modalidade tem aumentado de forma notável em muitos países. Sistemas de apoio à aprendizagem conhecidos como *Learning Management System* (LMS), destacam-se por ter um papel fundamental na aquisição de conhecimento do estudante por avaliar o resultado sobre o conteúdo estudado. É necessário incluir novas funcionalidades, tais como: adaptação de conteúdo sobre objetos de aprendizagem, personalização de acordo com o perfil do usuário e métricas para medir a capacidade de aquisição de conhecimento durante o processo de aprendizagem.

**Palavras-chave:** AVAs, LMS, Aprendizagem, Adaptação, Métricas.

**Abstract** - Due to the large expansion of Virtual Learning Environments (VLEs) use in education in the last decade, interest in teaching and learning in this modality has increased dramatically in many countries. Learning support systems known as the Learning Management System (LMS), stand out for having a fundamental role in acquiring student knowledge by evaluating the result on the studied content. It is necessary to include new functionalities, such as: adaptation of content on learning objects, customization according to the user profile and metrics to measure the capacity to acquire knowledge during the learning process.

**Keywords:** AVAs, LMS, Learning, Adaptation, Metrics.

## 1. Introdução

---

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia de Mauá – FATEC - bruno.santos226@fatec.sp.gov.br

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia de Mauá – FATEC - nizi.morselli@fatec.sp.gov.br

<sup>3</sup> Escola Técnica Estadual de Rio Grande da Serra - ETEC - margareted27@gmail.com

<sup>4</sup> Escola Técnica Estadual de Rio Grande da Serra - ETEC - claudio.kubilius@etec.sp.gov.br

A utilização de sistemas virtuais de ensino adaptativos é um instrumento que vem sendo cada vez mais intensificadas por instituições. A preocupação com o desempenho do estudante durante o período de aprendizado gerou uma necessidade em adaptar o conteúdo apresentado de acordo com o desempenho do estudante nas etapas do aprendizado, os sistemas eletrônicos conhecidos como adaptativos, tiveram grandes mudanças desde seu lançamento no final da década de 1960.

Sendo, acrescentado recursos tecnológicos necessários com diferentes propósitos na educação, essa evolução do sistema eletrônico de aprendizado cresceu com o fácil acesso a rede mundial *World Wide Web* permitindo as instituições disponibilizarem um grande acervo de material na *Internet*, e também cursos produzidos como parte da grade curricular ou mesmo cursos totalmente on-line em portais de *E-learning*.

A utilização de tecnologias sobre a Hiperídia possibilitou o aumento da qualidade de ensino para o aprendizado eletrônico, disponibilizando vídeos, áudio e outros recursos capazes de explorar os sentidos necessários do ser humano responsáveis em captar o conteúdo desejado de diversas maneiras (O'REILLY, 2005).

O acompanhamento do processo de desenvolvimento do estudante é um dos fatores mais relevantes, isso ocorre por diversas razões, dentre elas: a grande quantidade de alunos em sala de aula, ausência de ferramentas para apoiar o acompanhamento no desenvolvimento para uma adaptação correta no ambiente virtual de estudo (MORAN, 2007).

Todavia, a sequência estabelecida às vezes não está de acordo com a capacidade cognitiva do estudante, deixando lacunas de conhecimento necessário para construção do saber (PIMENTEL, 2006). Por um lado, a maneira de como será apresentado o conteúdo no sistema eletrônico é essencial para o sucesso do estudante durante o período de aprendizagem, levando em consideração o conhecimento já adquirido.

Por outro, o modo de como são expostos o conteúdo no ambiente atua como um fator inibidor para alguns usuários do ambiente de aprendizagem e muitas vezes desestimulador. A avaliação do desempenho deve ser contínua no processo de aprendizado que é um dos fatores importantes para o indivíduo (BRANSFORD et al., 2003).

A análise metacognitiva e cognitiva do estudante são necessárias para que o sistema entenda realmente o perfil do estudante (PIMENTEL, 2006). O padrão SCORM utilizado na maioria dos sistemas LMS analisados (TIDIA-AE, MOODLE, BLACKBOARD) não possui esse tipo de métrica, mesmo sendo utilizado por muitos desenvolvedores de sistemas eletrônicos.

Por fim, o sistema proposto deverá fornecer ao docente uma ferramenta capaz de garantir que o conteúdo disponibilizado para o estudante seja capaz de suprir as necessidades sobre cada perfil durante o processo de aprendizado, de modo que lhe permita avaliar a compreensão metacognitiva e cognitiva automaticamente utilizando métricas capazes de medir o NAC – Nível de Aquisição de Conhecimento (EVERSON;TOBIAS, 2002).

## 2. Referencial Teórico

A educação vem se tornando cada vez mais flexível, a sociedade está cada vez mais se conectando a *Internet*, e quanto mais cresce a rede de pessoas, não há mais tanta necessidade de aprender ao mesmo tempo e com as mesmas pessoas, como em sistema tradicional de ensino, tornando cada vez menos necessária esse tipo de ação (MORAN, 2007).

Cada vez mais instituições utilizam sistemas eletrônicos de aprendizado como parte do curso, sendo em laboratórios nas escolas ou cursos *on-line*. Para Moreira e Masini (2005), descreve que as instituições não se preocupam com o processo educacional da aquisição do conhecimento do estudante, e que a forma de aprendizagem em sistemas educacionais deve ser significativa para obter resultados relevantes.

A representação do conhecimento pode ser definida como um conjunto de convenções sintáticas e semânticas que torna possível descrever coisas: "Aquisição de conhecimento é a transferência e transformação da habilidade ou perícia para resolver problemas contidos em alguma fonte de conhecimento para um programa."(SCHWABE;CARVALHO, 1987).

Conforme Waterman (1986), as fontes potenciais de conhecimento são os especialistas humanos, livros-texto, bancos de dados, documentos com relatos de experiências e estudos. Infelizmente, não existem métodos gerais para a aquisição de conhecimento. No entanto, algumas técnicas, semelhantes às empregadas no desenvolvimento usual de sistemas, podem igualmente ser utilizadas para esta tarefa.

Segundo Oliveira e Fernandes (2002) sistemas de hipermídia sempre são adaptáveis, a maioria dos sistemas eletrônicos educacionais pela Web utilizam sistemas LMS (*Learning Management Systems*) capazes de adaptar conteúdo, a maioria desses sistemas utilizam o padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) que facilita no processo de implantação de um sistema de ensino eletrônico.

O ambiente de aprendizado possibilita interação com o mesmo, Maraschin e Nevado (1994) afirmam que ambientes de aprendizagem proporcionam experimentações cognitivas. Entretanto, ambientes como sistemas para o ensino a distância baseado em Web que é utilizado como *just-put-it-on-the-web* não apresentam uma realidade de eficiência de aprendizado para cada perfil de estudante onde cada um possui necessidades diferentes (BRUSILOVSKI;PAYLO, 2003).

Segundo Palazzo (2002) a Hipermídia Adaptativa (HA) é a área da ciência da computação que se ocupa do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hipermídia em geral às expectativas, necessidades, preferência e desejos de seus usuários.

Para disponibilização correta de conteúdo educativo sobre a Hipermídia Adaptativa Educacional, alguns padrões foram criados para o aproveitamento dos recursos computacionais, dentre eles o mais utilizado para educação é o: SCORM

(*Sharable Content Object Reference Model*), modelo de referência que define como agrupar um conjunto de recursos de ensino para a distribuição por meio de sistemas baseado em Web (SCORM, 2003).

A utilização de diferentes estratégias e tecnologias sobre a Hiperídia Adaptativa Educacional é recomendada para postar materiais de aprendizagem e que possa prever necessidades futuras de disponibilizar informações no sistema online (KLAŠNJA-MILIĆEVIĆ et al., 2011).

A aprendizagem significativa envolve novas informações adquiridas com pouca ou nenhuma relação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Segundo Ausubel (1968) essa estrutura de informações no cérebro é altamente organizada, formando hierarquia conceitual sobre o conteúdo relacionado com o conhecimento.

Para Pimentel (2006), um índice chamado KMA - *Knowledge Monitoring Accuracy* (Predição no Monitoramento do Conhecimento) e KMB - *Knowledge Monitoring Bias* (Desvio no Monitoramento do Conhecimento), foi criado por Everson e Tobias para medir e avaliar estimativas do estudante sobre o seu Nível de Aquisição de Conhecimento – NAC.

O KMA e o KMB servem para medir a diferença entre a estimativa do aluno sobre seu conhecimento antes de realizar uma avaliação, e seu nível de conhecimentos determinado pelo seu desempenho na avaliação (EVERSON; TOBIAS, 2002).

### **3. Método**

Este trabalho propõe a concepção e o desenvolvimento de ambientes educacionais adaptativos utilizando a proposição de modelos e ferramentas. O ponto de partida para esta pesquisa foi uma reflexão sobre sistemas *E-Learning*, que disponibiliza recursos para criação de ferramentas de exercícios que possibilitam a criação de cursos ou simplesmente disponibilizar um recurso ou material didático.

Esses sistemas muitas vezes utilizam modelos instrucionais pré-definidos que apenas tentam abordar parte do problema identificado que é a exposição de conteúdo adaptativo de acordo com a capacidade cognitiva de cada estudante. O sistema eletrônico analisado foi o LMS TIDIA-AE baseado no SAKAI (TIDIA-AE, 2017), utilizado por muitas instituições de ensino como a UFABC, ITA e USP, dentre outras.

Algumas ferramentas foram testadas para saber se o sistema TIDIA-AE possui alguma adaptação sobre aspectos cognitivos do estudante, e não há nenhuma evidência sobre esse tipo de ferramenta.

Outro trabalho que propõe uma análise mais apurada sobre aspectos metacognitivos e cognitivos para avaliação do estudante foi analisado (PIMENTEL, 2006), esse trabalho demonstra métricas capazes de diagnosticar o estado de conhecimento atual e durante o processo do aluno sobre dados de avaliações.

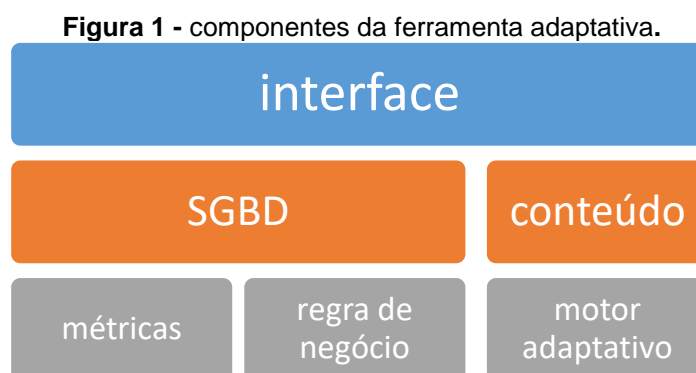
Com esse tipo de métrica proposto por Pimentel foi possível desenvolver uma ferramenta genérica para testes que possa mostrar conteúdo adaptado de acordo com o perfil do aluno e ajudar o desenvolvimento no processo de aprendizado.

Para desenvolver o modelo proposto, revisou-se a literatura sobre sistemas eletrônicos educacionais para o ensino, modelagem do estudante, especificação de padrões a partir de artigos científicos, seminários, congressos, livros, visitas técnicas e sítios na *Internet*, além dos manuais da especificação do SCORM e sistemas LMS, especificamente o TIDIA-AE que é baseado no SAKAI (TIDIA-AE, 2017).

Para o teste e a avaliação, foram cumpridas as seguintes etapas: modelagem do sistema; desenvolvimento do protótipo de um curso; avaliação e conclusões sobre os testes.

#### 4. Resultados e Discussão

O sistema é basicamente representado por seis níveis, onde cada componente é responsável por parte do gerenciamento do conteúdo a ser adaptado, esses componentes na Figura 1 são:



**Fonte** – Próprio autor, 2017.

Todo o processo de alimentação de conteúdo é feito por um especialista e as informações geradas sobre os estudantes são analisadas e adaptadas sobre conceitos e métricas estabelecidas. Cada componente possui as seguintes funcionalidades:

- Interface: Apresenta ao usuário o conteúdo selecionado, interação com o sistema;
- Motor adaptativo: Sistema responsável em atualizar o conteúdo a ser apresentado e armazenado no banco de dados;
- Métricas: Conceito para medir a aquisição de conhecimento, ou se houve aproveitamento, necessário para que o sistema possa aplicar uma regra de negócio sobre métricas estabelecidas;
- Regra de negócio: descrição de como funciona o sistema para o propósito que é destinado, também necessário para escolher o modelo de aprendizagem a ser aplicado.

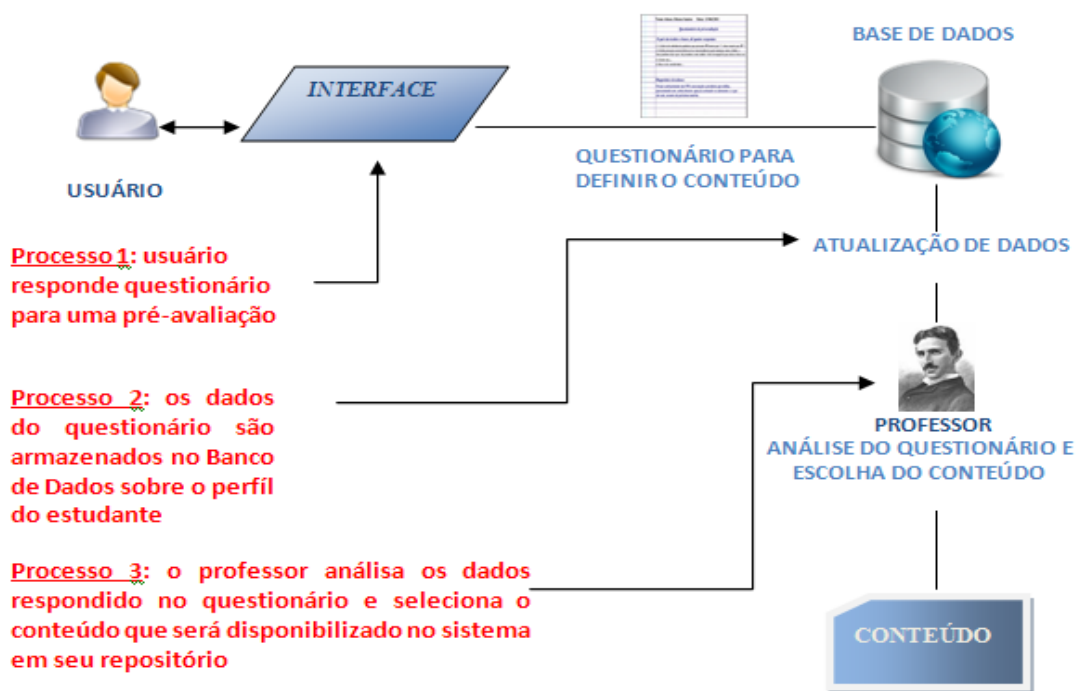
O conteúdo é armazenado em diretórios e subdiretórios como no padrão SCORM, são disponibilizados para o usuário por *links*, onde um modelo organizacional é estabelecido pelo professor para ser disponibilizado.

Quando o usuário acessa o AVA o conteúdo é selecionado de acordo com a escolha da disciplina e é adaptado após responder algumas perguntas para uma pré-avaliação do nível de conhecimento do usuário, em seguida o conteúdo é adaptado e mostrado na interface para o usuário.

Essa interação com o ambiente geram informações sobre o perfil do estudante que são necessárias para avaliar o seu desempenho real, algumas métricas são utilizadas para medir o NAC, esses resultados são repassados ao professor e demonstrarão as reais condições de aquisição de conhecimento do estudante.

Os dados ficariam armazenados em um banco de dados, e toda informação obtida sobre o estudante ficaria registrada e de fácil acesso, na Figura 2 esses procedimentos são representadas em três processos descritos.

**Figura 2** - Pré-avaliação e diagnóstico do estudante em um AVA.

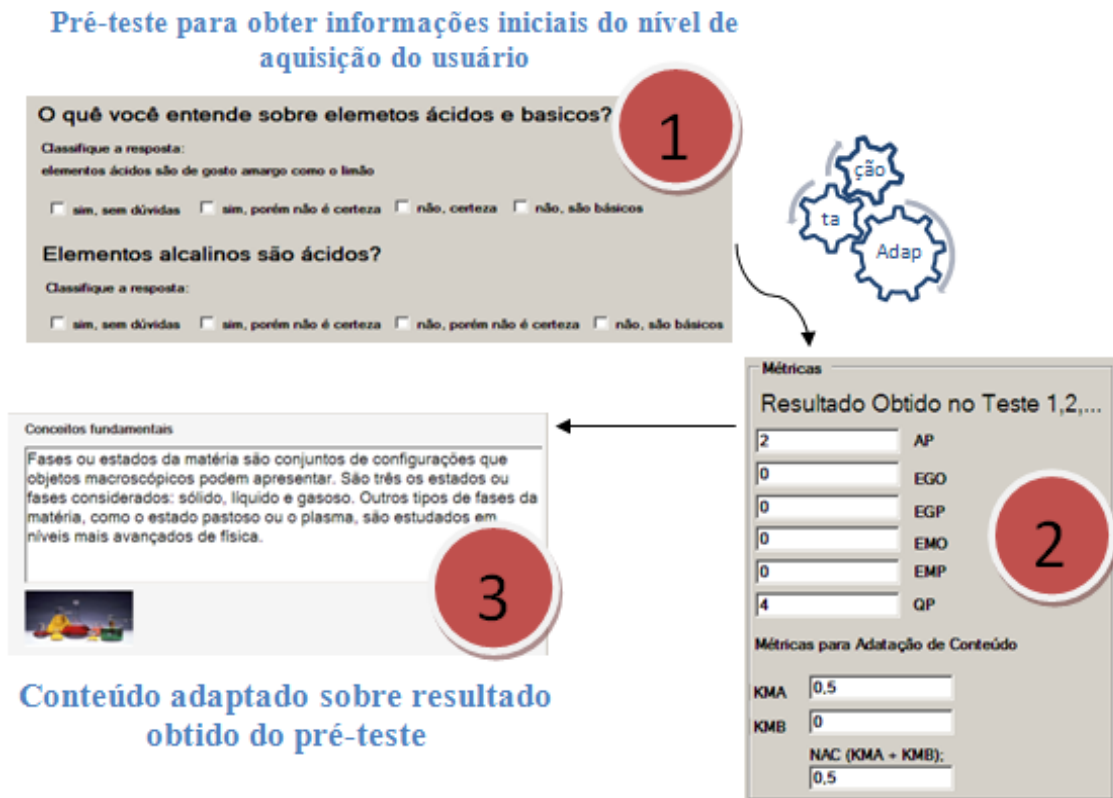


**Fonte** – Próprio autor, 2017.

Na Figura 3 há três passos simplificando as ações do sistema sobre a adaptação de conteúdo, esse processo demonstrado é contínuo:

- Passo 1: Aplicação de um pré-teste;
- Passo 2: Classificação do nível de aquisição de conhecimento utilizando as métricas;
- Passo 3: Tela de interface com o usuário mostrando o conteúdo adaptado de acordo com seu perfil.

Figura 3 - Esquema adaptativo de conteúdo.



Fonte – Próprio autor, 2017.

O cálculo é feito pelo sistema proposto, alguns resultados sobre variáveis são necessária para calcular o KMA e KMB são estabelecidos no cadastro de objetos pelo professor, na Tabela 1 o cálculo é mostrado no código de programação em *csharp*.

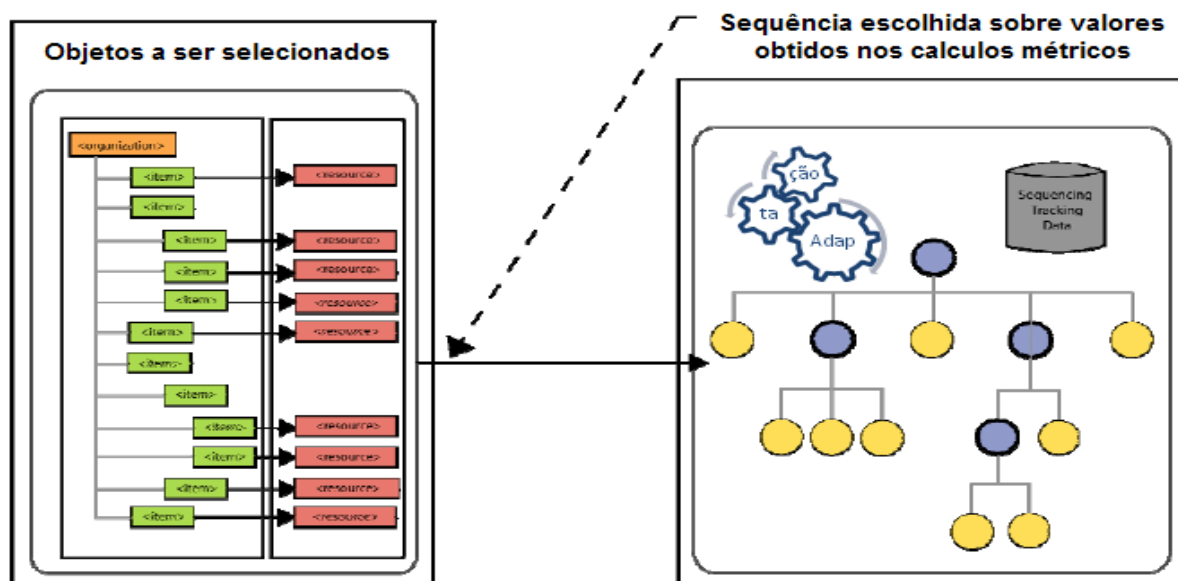
TABELA 1 – Cálculo do KMA e KMB.

<pre> public double CalculaKMA //KMA = {(AP*1.00)+((EMO+EMP)*-0.50)+((EGO+EGP)*-1.00)}/QP {     get {         return KMA = ((AP * 1.00) + ((EMO + EMP) * -0.50) + ((EGO + EGP) * -1.00)) / QP;     }     set {         KMA = value;     } } </pre>
<pre> public double CalculaKMB //KMB = {(EMO*0.50)+(EMP*-0.50)+(EGO*1.00)+(EGP*-1.00)}/QP {     get {         return KMB = ((EMO * 0.50) + (EMP * -0.50) + (EGO * 1.00) + (EGP * -1.00)) / QP;     }     set {         KMB = value;     } } </pre>

Fonte – Próprio autor, 2017.

O sistema possui uma estrutura baseada no modelo organizacional SCORM, a Figura 4 mostra como essa estrutura é representada, os objetos são selecionados de acordo com a análise obtida de resultados métricos, os objetos selecionados devem seguir uma sequência estabelecida sobre o aprendizado do estudante.

Figura 4 - Estrutura organizacional adaptada do padrão SCORM (2004).



Fonte – Próprio autor, 2017.

Alguns testes foram feitos e os resultados atingiram as expectativas do funcionamento, ligou-se um sistema de LMS externo a ferramenta proposta (*link tool*) que pode ser customizada Figura 5, nesse caso o nome apresentado é *crash course*.

Figura 5 - Ferramenta *link tool* do TIDIA-AE (2017).



Fonte – Próprio autor, 2017.

## 5. Considerações finais



A ferramenta proposta tem como um dos objetivos de ser independente da plataforma, sendo apenas uma ferramenta de apoio durante o processo de aprendizagem, o princípio da ferramenta é adaptar o conteúdo de forma automatizada.

O primeiro passo necessário para a avaliação e acompanhamento contínuo é a definição do grupo/instituição e sistema para ser acompanhado. O ideal é que o sistema escolhido permita o acompanhamento geral dos usuários, ou seja, que o mesmo “item de conhecimento” possa ser avaliado e acompanhado em diversas avaliações num período não muito curto.

Para o Acompanhamento Personalizado dos usuários, propõe-se a escolha de um grupo de estudantes das instituições dos pesquisadores de uma determinada aplicação no sistema de ensino pela Web. Estima-se que a avaliação contínua possa ser acompanhada em um período de 6 meses.

Coleta dos dados obtidas das avaliações contínuas, construídas e aplicadas pelo professor das disciplinas envolvidas e/ou pelo grupo de pesquisadores.

O termo Estudo individualizado e independente: reconhece a capacidade do estudante de construir o seu caminho, seu conhecimento, de se tornar autônomo, ator e autor de suas práticas e reflexões.

Num processo ensino-aprendizagem mediatizado: AVAs deve oferecer suportes e estruturar um sistema que viabilize e incentive a autonomia dos alunos nos processos de aprendizagem. Isso acontece por meio do tratamento dado aos conteúdos e formas de expressão mediatizada pelos materiais didáticos, meios tecnológicos, sistemas de tutoria e avaliação.

Com o uso de tecnologias os meios de comunicação rompem as barreiras da distância geográfica. No entanto, há de se levar em conta o perfil do público usuário dos cursos na escolha da tecnologia mais adequada.

Na comunicação bidirecional o aluno não é um mero receptor de informações e mensagens. Apesar da distância, devem-se estabelecer relações de diálogo, criativas, críticas e participativas.

A proposta deste modelo poderá auxiliar todos os interessados no ensino, sejam eles professores, coordenadores ou alunos, na medida em que o novo modelo possibilitará um acompanhamento particularizado de cada estudante.

## Referências

AUSUBEL, D.P. **Education Psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1986.

BRANSFORD, J.; BROWN, A.L.; COCKING, R.R.; COUNCIL, N.R. **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition**. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2003. National Research Council.

BRUSILOVSKY, P.; PAYLO, C. Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Systems, **International Journal of AI in Education** 13, pp. 156-169, 2003.

EVERSON, H. T.; TOBIAS, S. Knowing What You Know and What You Don't: Further Research on Metacognitive Knowledge Monitoring, 2002. **College Board Report** No. 2002-3. College Board, NY

KLAŠNJA-MILIĆEVIĆ, VESIN, IVANOVIĆ & BUDIMAC: Integration of recommendations and adaptive hypermedia into java tutoring system. **Comput. Sci. Inf. Syst.** 8(1): 211-224, 2011.

MARASCHIN, C; NEVADO, R. O Paradigma Epistemológico e o Ambiente de Aprendizagem LOGO. In *Informática na Escola: Pesquisas e Experiências*. **MEC/SEMTEC/PRONINFE**. Novembro, 1994.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2005

MORAN, J.M. **A Educação que Desejamos, Novos Caminhos e Como Chegar Lá**. PAPIRUS, 4ª Edição, 2009.

OLIVEIRA, J. M. P.; FERNANDES, C. T. Arquitetura de Adaptação em Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 13, São Leopoldo, 2002. **Anais**. São Leopoldo: UNISINOS, 2002.

O'REILLY, Tim. **What is web 2.0**. 2005.

PALAZZO, L.A.M. Sistemas de hipermídia adaptativa. **Caderno de publicações da SBC**, 2002.

PIMENTEL, E.P. **Um Modelo para Acompanhamento Contínuo do Nível de Aquisição de Conhecimentos do Aprendiz**. Tese de Doutorado. Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, SP 2006.

SCHWABE, D.; CARVALHO, R. L., **Engenharia de Conhecimento e Sistemas Especialistas** - Edição Preliminar de. - Editora Kapelusz - EBAI, 1987.

TIDIA-AE, **Portal do Projeto TIDIA-AE**. [online]. Disponível em: <<  
<http://ae4.tidia-ae.usp.br/portal/site/!gateway/page/!gateway-600?sakai.state.reset=true>>>. Acesso em março de 2017.

SCORM, **Best Practices Guide for Content Developers**, 1ª Edition - Carnegie Mellon, 2003.

WATERMAN, Donald A. - Addison-Wesley, **A Guide to Expert Systems** - 1ª ed. 1986.