

ERROS HUMANOS EM AMBIENTES HIPERMIDIÁTICOS PARA O APRENDIZADO DA GEOMETRIA

Tarcísio Vanzin¹

Vania Ribas Ulbricht²

VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R. Erros humanos em ambientes hipermediáticos para o aprendizado da geometria. *Revista Educação Gráfica*, Bauru, n.10, p.131-141, 2006.

Resumo

Este artigo tem por origem a pesquisa que resultou na tese de doutorado denominada "TEHCo: Modelo de Ambiente Hipermedia de Aprendizagem com Tratamento de Erros, baseado em habilidades Cognitivas", pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina. A abordagem do trabalho é a da aprendizagem de Geometria em ambientes mediados por tecnologia. Para isso, foram analisados diversos *softwares* educacionais voltados ao aprendizado de Geometria, onde foi possível verificar que em nenhum deles o tratamento dos erros cometidos pelos alunos durante a aprendizagem, é feito com base nos níveis de habilidades cognitivas

¹ Doutor - UFSC/CCE/EGR – Campus da Trindade / Florianópolis - SC. vanzin@cce.ufsc.br

² Doutora - UFSC/ PÓS-ARQ / EGC e Universidade Anhembi Morumbi – ulbricht@floripa.com.br

envolvidos. O tratamento dos erros, quando acontece, se dá através de bibliotecas fornecidas pelos especialistas autores do conteúdo. O desafio do modelo TEHCo (Vanzin, 2005) foi o de focalizar o tema sob a ótica de uma taxionomia de erros humanos sustentada pela Psicologia Cognitiva. Mais especificamente consiste na adaptação do Modelo GEMS de Reason (2002) aos processos de aprendizagem. O modelo busca identificar as insuficiências de aprendizagem do aluno e direcioná-lo, quando incorrer em erro, a um conteúdo pedagógico suplementar mais adequado ao seu caso. As verificações de aprendizado, sem caráter avaliativo, despenalizam os deslizes e lapsos, porque não são conseqüentes da falta de conhecimento, e diferenciam os erros em dois tipos, aqueles devidos a ausência de conhecimento e aqueles que ocorrem em função da não observância de regras conhecidas.

Palavras-chave: Hipermissão, aprendizagem, geometria, Erros humanos

Abstract

This paper is based upon the research that resulted in the Doctor's degree dissertation entitled "TEHCo: Model of a Hypermedia Learning Environment with Error Management," based on cognitive abilities, under the Graduate Program in Production Engineering at the

Federal University of Santa Catarina (UFSC). The approach used in this work was to apply environments aided by technology to the learning of geometry. For this purpose, many educational softwares for learning geometry were analyzed and it was verified that none of them manage the errors made by students during the learning process by involving cognitive ability levels. Error

management, when it is used, is accomplished by libraries provided by the specialists who authored the content. The challenge of the TEHCo model (Vanzin, 2005) was to focus on the theme from a human error taxonomy perspective based on Cognitive Psychology. More specifically, it consisted of the adaptation of Reason's (2002) GEMs model to learning processes. The model identifies the insufficiencies in the student's learning process and directs him, when an error occurs, to a supplementary pedagogical content appropriate to his needs. The verification of the learning process is of a non-evaluative character and does not penalize the student for minor mistakes and lapses because they are not a consequence of a lack of knowledge. Instead, the errors are divided into two types, those which are due to a lack of knowledge and those which occur as a consequence of not following the known rules.

Keywords: Hypermedia, learning, geometry, human errors.

1. Os ambientes hipermediáticos e os erros humanos

Nas décadas de setenta e oitenta, a tecnologia disponível permitiu o surgimento de sistemas tutores aplicados ao ensino e treinamento de recursos humanos. Esses programas diretivos, de cunho comportamentalista, tinham por escopo oferecer conteúdo e aferir o aprendizado com o pressuposto de que ele aconteceria pela via da memorização. Na década de noventa, com o surgimento dos ambientes Hipermissão, novas perspectivas se abriram para a educação. A exploração do domínio, que passou a ocorrer através das navegações à critério do aprendiz, passou a constituir uma ferramenta útil e adequada aos emergentes

sistemas de aprendizagem. A atitude dinâmica que a hipermídia possibilita, transformou o aprendiz em um elemento ativo de seu aprendizado. Com isso, na última década, esses ambientes de aprendizagem puderam demonstrar sua utilidade, especialmente no trato da Geometria. Vale acrescentar que nem todos os *softwares* destinados à aprendizagem ou treinamento podem ser considerados ambientes hipermidiáticos, posto que precisam ter por base o paradigma hipertextual associado à uma base de recursos multimidiáticos.

A aferição da aprendizagem dos alunos diante desses recursos tecnológicos sempre constituiu um problema de difícil solução. Os erros humanos, produzidos durante o processo, tendem a ter um tratamento semelhante àquele que ocorre na abordagem tradicional de ensino (condutista), onde, em linhas gerais, 'quando não está formal e inteiramente correto, está errado'.

A bibliografia que aborda os temas voltados à avaliação e ao erro humano ligado à aprendizagem, especialmente Hadji (2001), Sant'Anna (2002), Pinto (2000), Luckesi (2002) e Rangel et al. (2001), destaca as inconsistências e as falhas dessa abordagem reducionista apoiada na dicotomia certo/errado. Nesse sentido, as indicações para a melhoria da avaliação recaem sempre em teorias de aprendizagem que considerem o erro como um elemento útil, principalmente aquelas de cunho construtivista ou sócio-interacionista.

A adoção de sistemáticas de avaliação formativa, em oposição à somativa, também tem constituído orientação recorrente. Assim, a abordagem do erro humano em ambientes de aprendizagem mediados por tecnologia passa a ser incompleta se desconsiderar a importância do fator 'erro humano'.

A evolução dos *softwares* instrucionais e, mais recentemente dos ambientes

hipermidiáticos, está na proporção direta das inovações tecnológicas de *hardware* e *software*, facilitadas pela Inteligência Artificial. Esses campos de pesquisa foram os responsáveis pela passagem das primitivas e simplistas formas comportamentalistas de identificação de ocorrência do erro humano, como indicativo de incapacidade e/ou desconhecimento, para outras formas progressivamente mais elaboradas, conforme pode ser observado nos dois casos a seguir:

1) Situação do erro polar, com a adoção do binário certo/errado: Esta proposta caracterizou os primeiros *softwares* instrucionais de origem comportamentalista que adotavam as respostas do tipo simples e múltipla escolha e que ainda hoje encontram aplicação em alguns processos de seleção para ingresso em Universidades, empresas de grande porte, etc. Os acertos são acumulados em forma de escores que permitem a obtenção de uma soma final correspondente à nota (desempenho) do aluno. Versões posteriores passaram a tratar os erros como indicadores de necessidades de cargas suplementares de conteúdo pedagógico. Nesse caso o acerto leva à progressão enquanto o erro conduz a uma nova dose de conteúdo teórico-conceitual ou exercícios. Os *softwares* dedicados ao estudo da Geometria, como o Visual GD (ULBRICHT, 1997) e Geometrando (ULBRICHT et al, 2001) etc, são exemplos dessa abordagem. A ferramenta facilitadora foi a adoção dos tutores inteligentes que possibilitaram a adequação do perfil epistemológico do aprendiz a um processo pedagógico mais adequado. Entretanto, nesses casos não há, ainda, preocupação com os diferentes tipos de erros, principalmente no que se refere a sua origem cognitiva.

2) Sistemas baseados em biblioteca de erros: Nesses sistemas os erros deixam de

ser tratados de forma simplificada ou polar (certo ou errado) e passam a admitir uma classificação retirada da experiência vivida, pelo *expert* nas condições de ensino e de preparação do conteúdo. Exemplo desse tipo de sistema aplicado à Geometria é encontrado no ambiente hipermídia proposto por Vanzin (2001) e Valente (2003), Além da proposta de Danenberg et al (1990) para um sistema tutor de ensino de piano. A biblioteca de erros proposta por Vanzin (2001) prevê a distinção entre erros graves e leves, destinando a cada caso um tratamento com adição de conteúdo tutorial. Na proposta de Dannenberg et al (1990), embora não trate do tema Geometria, possibilita a identificação de deslizes (consignados como erros simples) na execução de notas musicais pela confrontação com um padrão estabelecido. Os outros erros da sua biblioteca ocupam posições de igual destaque, o que não permite estabelecer um paralelo com os níveis de habilidade cognitiva na verificação do conhecimento, não estando, portanto, alinhado a nenhuma taxionomia cognitivista de erros humanos.

Valente (2003) propôs um ambiente de aprendizagem baseado em problemas, cuja seqüência se dá por meio de uma malha de pré-requisitos que pressupõe a correspondência com um conjunto de conceitos. No que concerne aos 'não acertos' cometidos pelo aprendiz, este *software* propõe a identificação do erro 'parcial e integral', não guardando correspondência entre as ações e as respectivas demandas cognitivas, mas por meio da definição (pessoal) do autor do conteúdo. Na avaliação do conhecimento adquirido não há possibilidade de verificar se a resposta inadequada do aluno se deveu a deslizes, lapsos, má aplicação de regras ou desconhecimento total, como pressupõe o

modelo GEMS de Reason (2002). Aqui, continua sendo o julgamento pessoal do autor do conteúdo (implementado no *software*) a determinar a gravidade ou a importância do erro e o correspondente destino (em ações tutoriais adequadas) dado a cada ocorrência.

Os critérios de classificação dos erros passam pela subjetividade dos produtores de conteúdos pedagógicos e as bibliotecas criadas não seguem uma diretriz de consenso. Isto é, por não seguir uma diretriz sustentada na Psicologia Cognitiva, distintas análises do conteúdo, feitas por diferentes conhecedores (*experts*), podem produzir contraditórias bibliotecas de erros, resultando em diferentes diagnósticos. Essa constatação retira consistência do processo e põe em suspeição a eficácia da aprendizagem. Esse fato põe em evidencia, também, que grande parte dessas diferenças de entendimento, relativas as dimensões e gravidade dos erros, ocorrem porque os autores do conteúdo não dispõem de uma fundamentação objetiva e clara acerca do complexo tema 'erros humanos'. Ou seja, não se pautam pelas diretrizes da Psicologia Cognitiva na elaboração dos respectivos conteúdos e avaliações.

Nas mais conhecidas ferramentas de aprendizagem de Geometria utilizando o computador, como é o caso dos *softwares*: Cabri-Geomètre, Sketchpad, Dr Geo, Geoplan, Geospace, Régua e Compasso, Euklid e Poly, os erros humanos também não recebem enquadramento segundo a ótica de uma taxonomia cognitivista geral de erros humanos. A identificação do acerto ou erro fica por conta do aprendiz que manipula os dados e observa os resultados. Ou seja, o foco está na observação do que acontece e não na comparação com um modelo pré-existente, o que os torna distintos daqueles a que este estudo se direciona.

Os estudos objetivando classificar os erros humanos segundo sua origem cognitiva

surgiram a partir dos trabalhos de Norman (1988), Rasmussen (1983 e 1986), Leplat (1985), Astolfi (1999) e Reason (2002), os quais abriram importantes possibilidades de estudo sobre confiabilidade e sobre as causas sistêmicas que favorecem a ocorrência dos acidentes de grandes proporções. Esses estudos vêm despertando interesses de diversas áreas de pesquisa e constituiu uma das motivações para os estudos que desembocaram no modelo TEHCo, objeto deste artigo.

2. O modelo TEHCo

O modelo TEHCo está estruturado para identificar, inferir e ajustar as situações de 'não acerto' durante o aprendizado de

Geometria e assim municiar o aprendiz de material adequado às suas necessidades. Ele possibilita a distinção entre os erros cometidos em situações de 'saber' e 'saber fazer' e administra diferentes suplementos para cada uma dessas condições. Para a viabilização da proposta, se faz necessário estruturar o conteúdo pedagógico segundo o modelo SRK (Rasmussen, 1983) e segundo a taxionomia de objetivos pedagógicos, proposta por Bloom (1972). Assim, conforme mostra a figura 1, o modelo TEHCo pode ser descrito como sendo resultado da convergência da teoria da Cognição Situada, do domínio de Geometria, do modelo GEMS de Reason (2002) e do modelo SRK combinado com a taxionomia de objetivos pedagógicos de Bloom.

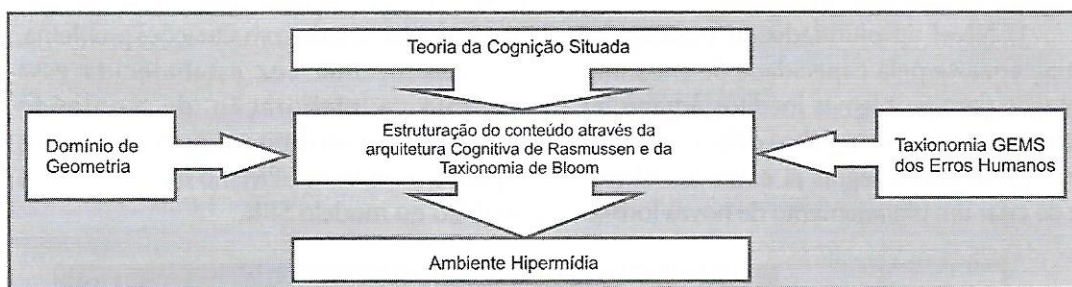


Figura 1: Campos de convergência

O conteúdo abordado por este modelo é o da parte da Geometria que trata da Geração de Superfícies, ministrado em cursos superiores. A proposta não se circunscreve a uma disciplina curricular específica, mas aborda um tema que apresenta um histórico de notórias dificuldades e rejeições tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores, em função de suas características abstratas e de difícil contextualização.

Faz parte da proposta do modelo, a aprendizagem socio-interativa em

comunidades virtuais síncronas ou assíncronas, com o pressuposto da conexão via internet. Por essa razão, o ambiente hipermidiático TEHCo adotou a arquitetura proposta por Valente (2003), que é desenvolvida em HTML e PHP (*HipertextPreProcessor*) e que possibilita a integração de páginas www com banco de dados. O meio pelo qual a integração ocorre é o da arquitetura cliente/servidor com acesso à internet mediante um navegador dotado de *applet* Java para possibilitar a manipulação de figuras geométricas. O servidor www que

hospeda o *site* tem o seu acesso permitido a clientes por meio de endereços eletrônicos (URL-*Uniform Resource Location*) em sistemas navegadores (*browsers*).

A suplementação de conteúdo pedagógico a partir dos tipos de erros, proposta pelo modelo TEHCo, é direcionada exatamente ao afetado nível de habilidades cognitivas, demonstrado pelo aluno e não apenas em uma situação-problema específica. Os deslizos e os lapsos, que não fazem parte dessas duas situações por não constituírem falta de conhecimento, são identificados e tratados de forma diferente daquelas aplicáveis aos erros tipificados.

O modelo SRK de Rasmussen (1983) possibilita a identificação dos diferentes níveis cognitivos que intervêm na execução das ações e tarefas frente a uma nova situação, conforme o que segue:

1) Nível aprofundado ou estratégico: caracteriza-se pela capacidade de encontrar solução para problemas inéditos a partir do domínio firme dos conceitos e de sua relação com as normas e regras já existentes. Trata-se de criar um planejamento de novas formas

de solucionar problemas. Os conhecimentos pré-existentes são reelaborados frente a situação inédita para possibilitar uma solução a partir de suas possíveis inter-relações.

2) Nível Intermediário ou tático: caracteriza-se pela habilidade na solução de problemas familiares para os quais já existam soluções reconhecidas. Exige nenhuma habilidade psico-motora e boa capacidade de reconhecimento e identificação dos parâmetros que compõe as situações-problema propostas, bem como de selecionar a metodologia, normas e regras adequadas para chegar à solução.

3) Nível básico ou operacional: caracteriza-se pela elevada habilidade psico-motora e baixo nível de consciência. A resposta emerge de imediato sem necessidade de recorrer à memória ou empregar o raciocínio e, em função da baixa demanda cognitiva, não está relacionado com situações problema.

Assim, uma vez estabelecida essa sintonia, a elaboração do conteúdo pedagógico possibilita o trato dos erros segundo o modelo GEMS, o qual também é apoiado no modelo SRK.

		NÍVEIS DA TAXONOMIA DE BLOOM		
		CONHECIMENTO COMPREENSÃO Q3	APLICAÇÃO E ANÁLISE Q2	SÍNTESE E AVALIAÇÃO Q1
NÍVEIS DO MODELO GEMS	DESLIZES	Sabe/conhece, mas cometeu um engano ao responder.	Cometeu um engano em utilizar mal algum conhecimento que efetivamente dispõe, em alguma parte do problema	Cometeu um engano em utilizar mal algum conhecimento que efetivamente dispõe, em alguma parte do problema
	ERROS BASEADOS EM REGRAS		Na solução empregou mal ou de forma inadequada as normas, regras ou parâmetros.	Utilizou parâmetros errados ou regras inadequadas em parte da solução.
	ERROS BASEADOS EM CONHECIMENTO			Não sabe planejar uma solução para o problema
		SABER (conhecimentos declarativos)		SABER FAZER (Situação-problema)

Quadro 1: Correspondência entre os níveis de Bloom e os erros do modelo GEMS

O quadro 1 mostra os diferentes tipos de erros e a associação com os níveis da taxionomia de Bloom cruzados com os três tipos de erros que correspondem ao modelo GEMS. A convergência sintetizada nesse quadro fornece as indicações sobre qual o tipo de questão (Q1, Q2 e Q3) é adequada à verificação do conhecimento segundo cada um dos níveis de habilidade cognitiva. As questões Q1, Q2 e Q3, que são utilizadas na verificação da aprendizagem, são operacionalizadas, no modelo TEHCo (VANZIN,2005), segundo os diagramas UML (adaptados) e apresentados nas figuras 2 e 3. A diferença existente entre os dois

diagramas é devida a sua aplicabilidade nos dois diferentes tipos de erros humanos considerados na pesquisa. Ou seja, o diagrama da figura 2 se destina aos casos em que só há um tipo de erro, principalmente aquele relativo ao conhecimento conceitual, enquanto que o da figura 3 serve para as situações onde é possível distinguir erros devidos a falta de conhecimento e erros de aplicação de regras. Para os dois casos há a possibilidade de que, de acordo com a reincidência em erro, o aluno seja conduzido ao auto-diagnóstico, à situação de deslize, à síntese conceitual ou, em última instância, ao professor (figuras 2 e 3).

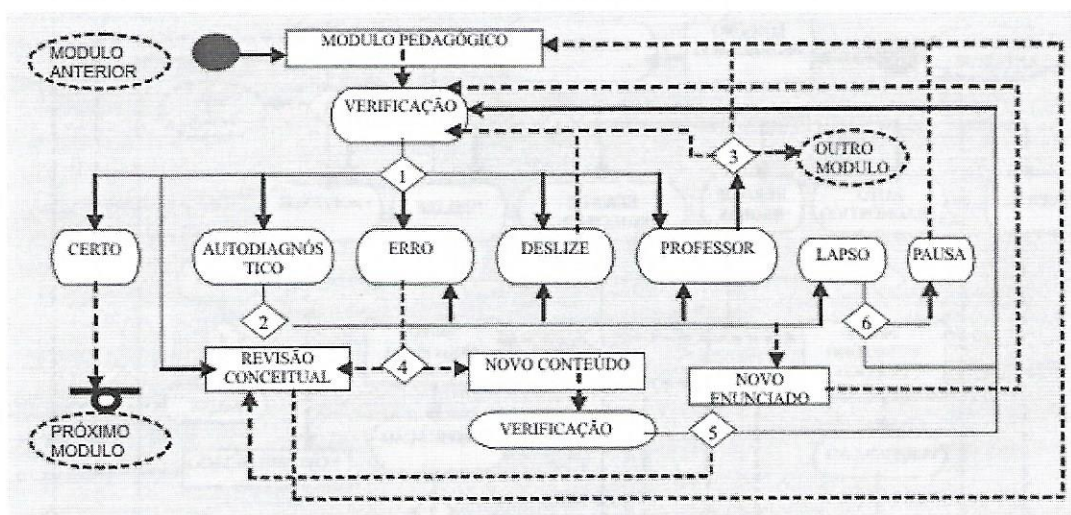


Figura 2: Diagrama UML (adaptado) das Questões do tipo Q3

O sistema, ao longo das interações do aprendiz com o material de aprendizagem, faz a coleta de informações sobre o seu desempenho e comportamento frente ao conteúdo. Essas informações dão forma ao 'modelo do aluno' que o sistema utiliza para ajustar as respostas emitidas pelo aprendiz. O perfil de conhecimento que o modelo do aluno constrói ao longo das interações, possibilita o refinamento da resposta que leva

ao enquadramento na taxionomia de erros. Os conteúdos suplementares são constituídos de material pedagógico voltado à prática (para o caso de erros baseados em regras), voltados à fortalecimento conceitual (para erros de conhecimento) e voltado à síntese conceitual (para o caso de reincidências em erro). As respostas são planejadas, para possibilitar ao aluno que se manifeste, pela via do auto-diagnóstico, sobre a ocorrência

de lapsos, desinteresse ou dificuldades. O auto-diagnóstico, assim, passa a ser um recurso disponibilizado ao aluno para facilitar a sua relação com o ambiente de aprendizagem.

Uma reincidência em erro ocasiona a passagem por uma síntese conceitual antes de o aluno ser obrigado a repetir o módulo pedagógico no qual não obteve bom aproveitamento. Caso ocorra uma terceira incidência em erro, o sistema encaminha o aprendiz ao professor que fará uma análise de suas deficiências e indicará o caminho

mais adequado para a superação.

A utilização da verificação dinâmica, possibilitada pelo modelo TEHCo, impõe que o conteúdo do domínio seja desmembrado em módulos pedagógicos independentes e que cada módulo tenha uma apresentação 'default', ou principal, acompanhada dos conteúdos suplementares direcionados a: conhecimento (Novo conteúdo Teórico); desenvolvimento da habilidade na aplicação de regras (Novo conteúdo prático); e síntese dos conceitos trabalhados (Revisão conceitual), conforme mostra a figura 3.

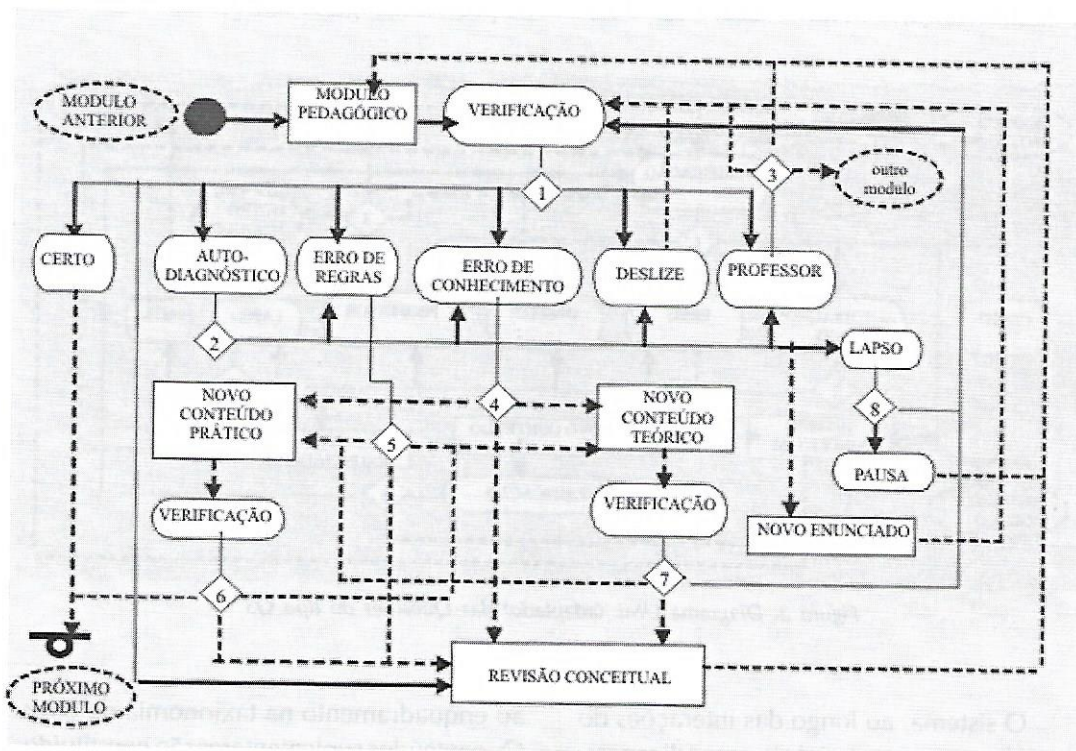


Figura 3: Diagrama UML para questões do tipo Q1 e Q2

A estruturação, pela equipe multidisciplinar, do material pedagógico para ser empregado no modelo TEHCo segue um conjunto de diretrizes que devem ser observadas para garantir a funcionalidade do sistema. Essas diretrizes constituem um

dos objetivos da pesquisa que resultou no modelo TEHCo e são as seguintes:

- Delimitação do conteúdo programático do domínio, objeto de aprendizagem, e estabelecimento dos objetivos pedagógicos a serem alcançados, de acordo com a

taxionomia Bloom.

- Estabelecimento, com clareza, do que constitui, nesse domínio, o “saber” e o “saber fazer” (conhecimento declarativo e situações-problema).

- Divisão do conteúdo de domínio em módulos que encerrem as mais importantes unidades conceituais.

- Identificação dos deslizos, erros de aplicação de regras ou erros provenientes de falta de conhecimento que historicamente os alunos apresentam nos conteúdos, para ser utilizada na elaboração da verificação da aprendizagem em cada módulo.

- Elaboração, para cada módulo, dos hipertextos e das demais mídias que compõe o conteúdo pedagógico principal, de forma a contextualizar teoria e prática, dentro das diretrizes da Cognição situada.

- Elaboração dos conteúdos pedagógicos suplementares e respectivas verificações.

- Elaboração dos conteúdos adaptativos (*frames* e *links*) para cada módulo.

- Elaboração, para cada módulo, das orientações aos alunos quanto aos procedimentos que devem adotar nas discussões (*chat* e fórum) dos temas contidos nos módulos pedagógicos, de forma a favorecer a integração e o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa.

- Elaboração, para cada módulo, das verificações de aprendizagem para os conteúdos pedagógicos suplementares e as respectivas soluções.

- Elaboração das verificações de aprendizagem (e respectivas soluções) para o conteúdo principal de cada módulo, estruturando as questões e respostas com base nos dados históricos de erros para viabilizar o enquadramento na taxionomia GEMS.

- Elaboração do *Storyboard* (projeto individualizado de cada tela)

- Implementação.

- Testes, ajustes e finalização.

A testagem da estruturação do conteúdo e dos encaminhamentos a partir dos resultados apresentados, conforme o previsto no modelo TEHCo, foi realizada no âmbito do Laboratório de Hiperídia da UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina. Nas situações simuladas com *experts* e aprendizes foi possível verificar a operacionalidade do algoritmo e a viabilidade da elaboração do conteúdo pedagógico segundo os critérios estabelecidos para a finalidade específica. As simulações evidenciaram a importância dos recursos multimidiáticos na condução do conteúdo pedagógico, especialmente as imagens estáticas e dinâmicas.

3. Considerações Finais

A taxionomia do modelo GEMS, proposto por Reason (2002) que emergiu da Psicologia Cognitiva, não reconhece existir qualquer correspondência direta entre os erros leves e graves com os erros baseados em regras e erros decorrentes de falta de conhecimento. Adicionalmente, os lapsos e deslizos são considerados como inerentes ao comportamento humano dos indivíduos conhecedores.

O modelo TEHCo eleva o grau de certeza quanto ao enquadramento dos erros para poder utilizar, de forma ajustada, a taxionomia do modelo GEMS na verificação da aprendizagem. Isto ocorre através da determinação da resultante do confronto de parâmetros, obtidos por três vias:

- Nível de habilidades cognitivas que a equipe de *experts* imagina que o aluno tenha ao escolher as respostas que ela propõe à sua escolha (elaboração do material pedagógico).

- Nível de habilidades cognitivas do aluno, inferido pelo sistema com base nas

informações que ele obtém das suas interações, manifestações nos diálogos de sondagem, respostas emitidas, tempo gasto em cada atividade e participação na comunidade de aprendizagem (modelo do aluno, inerente ao sistema).

- Nível de habilidades cognitivas que o aluno imagina ter, manifestadas por ele nas situações de autodiagnóstico e nas respostas que ele dá nos diálogos estabelecidos com o sistema (meta-conhecimento).

O modelo do aluno (interno ao sistema) define um perfil de conhecimento do aprendiz, que é cruzado com a resposta emitida por ele na verificação. Isso possibilita a identificação do erro cometido com maior clareza e é justamente essa condição que dá credibilidade à utilização dos algoritmos de direcionamentos subsequentes. Assim, no modelo TEHCo, os erros não são considerados como símbolo de incapacidade ou como reflexo do fracasso pessoal do aluno, mas como indicativos de que, ao ocorrerem, estão emitindo alertas de que aquela etapa do aprendizado deve ser melhor trabalhada.

Os níveis de habilidades cognitivas associadas aos erros humanos, aplicados aos ambientes de aprendizagem, propiciam uma nova perspectiva de indagação científica da efetiva capacidade de aquisição de conhecimento nos ambientes mediados por tecnologias, de vez que os erros deixam de ser vistos apenas por seu caráter polar ou sua genérica e imprecisa qualificação de graves ou leves e valorizam as âncoras nas estruturas cognitivas.

A utilização das diretrizes da Teoria da Cognição Situada na elaboração do material pedagógico e na condução da dinâmica pedagógica desempenha um papel decisivo na redução da possibilidade de existência de erros sistêmicos. Isto é, o algoritmo por si só não é suficientemente eficaz no gerenciamento de conteúdos suplementares se o meio

estiver impregnado de elementos que favoreçam o surgimento de falhas não previstas pelo sistema. O erro humano encontra na Teoria da Cognição Situada os mecanismos de controle das interferências externas à atividade de aprendizagem, possibilitando, assim, uma condição mais favorável e confiável de atuação do ambiente hipermediático.

Além da simulação, as conclusões aqui apresentadas apóiam-se na consistência teórico-metodológica que fundamenta este trabalho. Os mecanismos de inferência previstos no Modelo são amplamente conhecidos e disponíveis na bibliografia que compõe a sustentação teórica. Por essa razão o modelo TEHCo não se constitui em uma condição suficiente para o desenvolvimento de um aprendizado de Geometria com qualidade, mas representa uma útil contribuição por diferenciar o erro de performance do erro de competência. Adicionalmente, essa característica oferece à aprendizagem de Geometria, resposta às questões 'quando intervir' e 'com qual conteúdo?'

Referências

ASTOLFI, Jean-Pierre. *L'erreur, un outil pour enseigner*. 3ªed. Paris: ESF Editeur, 1999.

BLOOM, B. S. et al. **Taxionomia dos objetivos educacionais: domínios cognitivo e afetivos**. Porto Alegre: Globo, 1972.

DANNENBERG, Roger B.; SANCHEZ, Marta; JOSEPH, Annabelle; CAPELL, Peter; JOSEPH, Robert; SAUL, Ronald. **A Computer-Based Multi-Media Tutor for Beginning Piano Students**. Interface – Journal of New Music Research, 19(2-3), 1990, pp. 155-173. <http://www-2.cs.cmu.edu/~rbd/papers/ptutor/ptpaper.pdf>. Acessado em 01/03/2004.

HADJI, Charles. **Avaliação desmistificada.** tradução de Patrícia Ramos. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

LEPLAT J. **Erreur humaine- fiabilité humaine dans le travail.** Paris: Editions Armand Collin, 1985.

LUCKESI, Cipriano. **Avaliação da aprendizagem escolar.** 14ª ed. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

NORMAN, Donald. **The design of everyday things.** New York: Currency-Doubleday, 1988.

PINTO, Neuza B. **O erro como estratégia didática, Estudo do Erro no Ensino da Matemática.** Campinas, Papirus Editora. 2000.

RANGEL, Mary; LESSA, Elizane; NEVARES, Fátima; VEIGA, Janaina. **Repensando o Enunciado.** Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

RASMUSSEN, Jens. **Information Processing and Human-Machine-Interaction - An Approach to Cognitive Engineering.** Amsterdam: North Holland, 1986.

RASMUSSEN, Jens. **Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Sign, and Symbols, and other Distinctions in Human Performance Models.** IEEE Transactionson Systems, Man And Cybernetics, vol. Smc-13, 1983.

REASON, James. **Human Error.** New York: Cambridge University Press, 2002.

SANT'ANA, Ilza M. **Por que Avaliar? Como Avaliar?** 8ª ed. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2002.

ULBRICHT, Vânia R. **Modelagem de um Ambiente Hipermídia de Construção do**

Conhecimento em Geometria Descritiva. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. EPS/UFSC. Florianópolis-SC: UFSC, 1997.

ULBRICHT, Vania; VANZIN, Tarcisio; FERREIRA, Claudio L.; FIGUEIREDO, L. F. G. **GEOMETRANDO.** In: PROJECTS EVALUATION WORKSHOP: INFORMATICS IN EDUCATION, 2001, Brasília-DF. Proceedings Informatics in Education. Brasilia-DF: CNPq, 2001.

VALENTE, Vânia C.P.N. **Desenvolvimento de um ambiente computacional interativo e adaptativo para apoiar o aprendizado de Geometria Descritiva.** Tese de doutorado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia. São Paulo: USP, 2003.

VANZIN, Tarcisio. **TEHCo – Modelo de ambiente hipermídia com tratamento de erros, apoiado na Teoria da Cognição Situada.** Tese de doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC: UFSC, 2005.

VANZIN, Tarcisio. **A hipermídia aplicada ao estudo das Superfícies geométricas** UFSC, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

