

AUXILIAR: Uma aplicação de inteligência artificial que possibilita a potencialização da aprendizagem em Ambientes Colaborativos de Ensino

Dilermando Piva Jr.^{1,2}, Joni de Almeida Amorin¹, Mauro Sérgio Miskulin¹, Ricardo Luis de Freitas³, Rosana Giaretta Sguerra Miskulin⁴

¹DSIF - FEEC – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Avenida Albert Einstein nº 400 - Cidade Universitária - 13083-970 – Campinas – SP – Brasil
piva@politecnica.br, amorimja@yahoo.com, mauro@fee.unicamp.br

²Sistemas de Informação – Faculdade Politécnica de Jundiaí (FPJ)
Rua do Retiro, 3000 – 13320-002 – Jundiaí – SP – Brasil
piva@politecnica.br

³Instituto de Sistemas de Informação – Faculdade Politécnica de Jundiaí (FPJ)
Rua do Retiro, 3000 – 13320-002 – Jundiaí – SP – Brasil
piva@politecnica.br

⁴LAPEMMEC – CEMPEM – Faculdade de Educação (FE) – Universidade Estadual de Campinas
Rua Bertrand Russel, 801 - Cidade Universitária - 13083-970 – Campinas – SP –
Brasil
misk@unicamp.br

Resumo. Este trabalho apresenta uma proposta de aplicação (AUXILIAR) utilizando Módulos de Instrução Programada e Raciocínio Baseado em Casos inseridos em um Ambiente de Ensino Colaborativo que tem como objetivo facilitar as interações entre aluno e professor, o processo de avaliação, o redirecionamento através dos conteúdos e o *feedback* da avaliação dos alunos em Cursos *Online*. Esta proposta visa reduzir a quantidade de tempo que um professor utiliza em tarefas operacionais, tais como respondendo perguntas, redirecionando os alunos a outros recursos didáticos e avaliando a aprendizagem, de forma que o professor possa centrar-se em processos mais importantes. Para atingir estes objetivos, a aplicação deverá manter uma base de conhecimento onde experiências vivenciadas anteriormente estarão disponíveis para auxiliar, tanto o professor, quanto os alunos na solução de dúvidas e até mesmo no estabelecimento das tarefas e avaliações a serem desempenhadas.

Palavras-chave: Ensino Online, Ensino de Engenharia, Educação à Distância, Raciocínio Baseado em Casos.

1. Introdução

Os desenvolvimentos das tecnologias da informação e conhecimento estão provendo a possibilidade de transformar o processo de ensino-aprendizagem. Novas formas de produção,

armazenamento e distribuição de conhecimento estão surgindo para um aumento da performance,

quebrando as barreiras do ensino tradicional. Neste processo, é crescente a utilização de técnicas de Inteligência Artificial (IA).

Dentro da IA, uma abordagem que tem se mostrado com grande potencialidade de utilização neste contexto é aquela que considera que as pessoas, em suas tarefas cotidianas, fazem uso de experiências passadas como um guia para a solução ou interpretação de novos problemas ou situações. Esta abordagem, na verdade, constitui-se uma sub-área da IA denominada Raciocínio Baseado em Casos (RBC).

Assim, uma ferramenta computacional (ou Sistema Inteligente) que utilize RBC poderia estabelecer um meio para fornecer ao professor e alunos um sistema capaz de auxiliá-los no processo de interação e avaliação em Cursos *Online*, que, segundo algumas pesquisas, são os principais obstáculos encontrados pelos professores na consecução de programas de ensino *online* [PAJO & WALLACE 2001], [JAMES & BEATTIE 1996], [DAUGHERTY & FUNKE 1998], [IDE 1997], [METCALF 1997], [HARE & MCCARTAN 1996], [THOMPSON & HOLT 1996], [GRACE & SMITH, 2001] e [YONG & WANG 1996].

Para auxiliá-los, este sistema manteria uma base de conhecimento onde toda a experiência vivenciada em cursos anteriores estaria disponível para ser utilizada. Com isso, espera-se uma diminuição no tempo utilizado pelo professor para responder as dúvidas dos alunos, uma vez que estes poderão consultar a base de conhecimento existente e, no caso de dúvidas recorrentes, ter a resposta sem a intervenção do professor.

Outro benefício esperado refere-se a possibilidade de reutilizar experiências passadas para guiar o processo de avaliação dos alunos. Através destas experiências torna-se possível até mesmo estabelecer os pontos onde cada aluno necessitaria de maior aprofundamento no conteúdo estudado.

Dessa forma, neste trabalho inicialmente será apresentada a Instrução Programada, evidenciando suas potencialidades e desvantagens. Da mesma forma será mostrada as vantagens e desvantagens do Ensino Colaborativo. A partir disso, será contextualizado o uso de RBC como mecanismo de apoio aos Cursos *Online*, fornecendo ferramentas para permitir a utilização da instrução programada em um ambiente de ensino colaborativo. A seguir será apresentado o modelo de ensino proposto, bem como a Estrutura Geral do Sistema

Inteligente Baseado em Casos (SIBC) que fornece suporte a este modelo.

2. A Instrução Programada e a utilização do Computador no Processo de Ensino Aprendizado

A Instrução programada teve como base a Teoria Comportamentalista de Ensino (Behaviorismo de Skinner) e pode ser definida como qualquer metodologia instrucional que utilize uma abordagem sistemática de decomposição do problema e ensino.

Suas principais características são: apresenta a informação em pequenas quantidades; exige uma participação ativa no processo da aprendizagem; permite ao formando trabalhar individualmente e ajustar o ritmo de estudo às suas próprias necessidades e possibilidades; indica imediatamente se a resposta dada pelo formando é ou não correta (mudança de conduta); apresenta as matérias decompostas em seqüências ordenadas, sendo ensinado, em cada seqüência, um único elemento; não permite o prosseguimento se não forem aprendidas, ou entendidas, as seqüências anteriores.

Assim, Instrução programada trata-se de um método que coloca o microcomputador na posição de quem ensina o aluno. Os primeiros sistemas voltados para o ensino através do computador foram o treinamento baseado em computador (CBT – Computer-Based Training) e instrução baseada em computador (CAI – Computer Assisted Instructional) [MCARTUR; LEWIS & BISHAY 1993], [BECK; STERN & HAUGSJAA 1998]. Usualmente, estes sistemas geravam conjuntos de problemas projetados para aumentar o desempenho do aluno em domínios baseados em habilidades, como aritmética e recuperação de vocabulário [URBAN-LURAI 1998]. Faltava nestes sistemas a individualização do aprendizado. Segundo McArthur [MCARTUR; LEWIS & BISHAY 1993], esta individualização poderia ser alcançada através de um sistema que pudesse raciocinar sobre o domínio e sobre o aluno. Neste sentido, surgiu uma nova proposta de sistema: os sistemas tutores inteligentes (ITS – Intelligent Tutoring Systems).

Segundo Hall [HALL & WOOD 1998], os sistemas tutores inteligentes são uma composição de diversas disciplinas como psicologia, ciência cognitiva e IA. O objetivo principal destes sistemas é a modelagem e representação do conhecimento especialista humano para auxiliar o aluno através de um processo interativo. A

questão é desenvolver ITS de forma incremental, permitindo uma evolução contínua.

Entretanto, como todo método de ensino, além de vantagens e potenciais, existem também desvantagens na sua utilização. Algumas delas são: a instrução programada promove uma visão reducionista da realidade (apenas o que foi programado) e uma forma de pensar mecanizada; o elevado custo de desenvolvimento da instrução programada; a ramificação da instrução programada é limitada; tendência a ser “one-shot material”; o conjunto de “canais de aprendizagem” da instrução programada é muito limitado (ler - escrever); não permite troca / socialização / colaboração.

3. Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador

A aprendizagem colaborativa envolve estudantes trabalhando em conjunto em uma variedade de configurações como parte de um esforço cooperativo para entender o material ou para completar uma tarefa [WALKER 1997]. Alguns dos maiores objetivos envolvidos seriam: foco na aprendizagem iterativa por parte do aluno; desenvolvimento de habilidades de comunicação escrita e oral; acomodação de vários estilos de aprendizagem; explicitação de que a responsabilidade pela aprendizagem cabe aos alunos; clarificar a atuação do professor como facilitador e mentor; desejo de se cobrir mais material ou de se cobrir melhor um mesmo material; desenvolvimento de um senso de auto-confiança e independência no estudantes; inclusão de uma experiência de trabalho em grupo; encorajamento para a análise mútua entre pares.

A fluência no uso de tecnologias é fundamental, mas integrar computadores ao currículo. November [NOVEMBER 2001] sugere que, de forma a preparar os estudantes para serem flexíveis, adaptativos e interdependentes, nós precisaremos realizar uma reengenharia do projeto organizacional da aprendizagem; sugere ainda que nós precisamos enxergar além da tecnologia para encontrar as maneiras de colaborar em conjunto de forma a ajudar os estudantes a se tornarem gerentes críticos e independentes de seu próprio trabalho.

A interação entre os estudantes torna a aprendizagem colaborativa uma ferramenta poderosa para o ensino. Enquanto trabalham em grupos, os estudantes têm que trocar idéias, fazer planos e propor soluções para alcançar os objetivos do grupo. Pensar é um trabalho

intelectual e por isso promove o crescimento intelectual. Neste contexto, o trabalho do professor passa a ser o de encorajar tais trocas e o de estruturar o trabalho dos estudantes; a troca de idéias alternativas e de pontos de vista favorece este crescimento intelectual. Powell [POWELL 1994] afirma que as tarefas do grupo devem ajudar os aprendizes a combinar os novos conhecimentos com os anteriores, de forma a permitir a construção de novas idéias dentro do grupo.

Através da criação de objetivos compartilhados, da exploração compartilhada e de um processo compartilhado de geração de significado, os processos de aprendizagem colaborativa ajudam os estudantes a atingir níveis mais profundos de geração de conhecimento; o engajamento em um processo de aprendizagem colaborativa forma as fundações de uma comunidade de aprendizagem. O ambiente de aprendizagem *online* é uma modalidade de contexto de aprendizagem que permite a um grupo de estudantes tanto formular um objetivo compartilhado para o processo de aprendizagem como utilizar problemas mais voltados à sua realidade como motivação. Diante desta perspectiva, pode-se refletir sobre a importância da interatividade no processo de exploração e construção de conhecimento colaborativo e quais tipos de tarefas para aprendizagem colaborativa são necessárias para que se determine a modalidade de interação. Entretanto, há também deficiências a serem relevadas; destacamos, entre outras, o fato da tecnologia ainda não estar apropriada e ser insuficiente diante das necessidades, a grande possibilidade de perda de foco e também a falta de tempo para que se encorajem trocas e para que se redirecione o trabalho dos aprendizes.

A aprendizagem colaborativa pode ser entendida, portanto, como grupos de alunos trabalhando de forma interativa para resolver problemas. Segundo Katz [KATZ 1995], estes ambientes têm sido vistos como benéficos, tanto em aspectos cognitivos como em aspectos sociais. Nesta situação, o foco não está mais na interação entre professor e aluno, mas como os alunos podem interagir entre si e como eles podem ensinar uns aos outros sem a necessidade de um professor. A heterogeneidade encontrada nos Ambientes Colaborativos de Ensino é muito grande. Segundo Ayala e Yano [AYALA & YANO 1995] a chave para um bom desempenho dentro destes ambientes está em se encontrar as condições ideais que permitirão uma colaboração efetiva entre os alunos.

4. Os Modelos Atuais

Os ensaios atuais, utilizando Ambientes Colaborativos de Aprendizagem em cursos oferecidos à Distância pelo canal *Online*, nos apresentam números que nos levam a conclusão de que tal tecnologia ainda não passa de uma Utopia Social. Um dos principais diferenciais dos cursos oferecidos à Distância seria o atendimento da crescente demanda de alunos. Por contrapartida, um curso ministrado *Online*, que possui mais que 20 alunos por professor (mediador), torna-se praticamente insustentável do ponto de vista qualitativo do processo didático-pedagógico.

Isto implica em um baixo estímulo aos Mantenedores de Escolas Privadas e ao Próprio Governo de levarem a diante programas concretos, que utilizem tal Tecnologia, já que as classes “presenciais” comportam, atualmente, uma média 50 a 60 alunos. Dessa forma, o impacto financeiro e até mesmo a escassez de professores nas áreas mais técnicas, inviabiliza esta “Tecnologia da Esperança” [NISKIER 1999].

A chave para uma maior efetividade do modelo atual está na redução do número e facilitação das interações entre professores (mediador) e alunos.

5. A Utilização da Inteligência Artificial – Raciocínio Baseado em Casos

Dentro de Inteligência Artificial é possível caracterizar duas grandes áreas de pesquisa. A primeira é científica e visa entender a natureza da inteligência e pensamento humano. A outra é tecnológica e visa criar artefatos inteligentes [SLADE, 1991].

Na área científica, os pesquisadores examinam uma faixa do comportamento cognitivo humano, incluindo memorização, aprendizado, planejamento e qualquer tipo de resolução de problemas. Na área tecnológica, os pesquisadores buscam desenvolver tecnologias inteligentes que aplicadas possam executar tarefas de grande utilidade. Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é um paradigma de Inteligência Artificial que abrange ambas as áreas.

Portanto, RBC pode ser considerado como uma teoria psicológica do conhecimento humano que fornece fundamentação para uma nova tecnologia de sistemas computacionais inteligentes que possam resolver problemas e adaptá-los para uma nova situação. Ela se baseia principalmente na idéia de que o conhecimento de experiências

passadas —casos— podem guiar o comportamento humano [HAMMOND 1989]. Dessa forma, RBC significa usar experiências prévias para entender e resolver novos problemas.

O RBC torna os sistemas inteligentes mais flexíveis e menos frágeis do que os Sistemas Baseados em Regras, e com a implementação da capacidade de aprendizado embutida na arquitetura do sistema, torna-os mais capacitados e perenes ao longo do tempo [KOLODNER 1993].

Como teoria de aprendizado, RBC tem muito em comum com o construtivismo: ambos afirmam que um indivíduo constrói seu conhecimento de suas próprias experiências. Ambos vêem a aprendizagem como um processo ativo; os próprios aprendizes decidem o que aprender e sobre as atividades de aprendizado [KOLODNER & GUZDIAL 2000].

O RBC também tem muito em comum com o construcionismo [PAPERT 1991]: ambos valorizam a aprendizagem através de experiências concretas e pelas interpretações dessas experiências pelos indivíduos. Mas o RBC vai além das duas teorias: construtivismo e construcionismo. O RBC define um modelo de cognição (incluindo processos e estruturas de conhecimento) que podem se tornar elementos para auxílio e predição e que podem ser simuladas em um computador como um teste de idéias. Dessa forma, RBC implica na interação da memória, aprendizado e raciocínio.

Em educação, a área que o RBC mais tem influenciado as ferramentas de aprendizado é na criação das bibliotecas de casos. Uma biblioteca de casos oferece a oportunidade para alunos aprenderem através de outras experiências e também aprenderem através do compartilhamento de suas experiências com outros alunos.

6. O Modelo de Ensino Proposto

Entende-se que, dentro de um curso oferecido à distância, cada conceito tem a sua forma de avaliação e exposição de materiais instrucionais e mídias particulares. Portanto, na implementação computacional de tal conceito, é necessário que se torne possível a utilização, pelo professor, desses quesitos. Um modelo simplificado de arranjo de conteúdo de cada conceito é mostrado na figura a seguir (figura 1). Nela é apresentada uma visão sintética de como o núcleo de inferências do sistema conduz o processo de avaliação em torno dos conceitos estudados. Como pode ser identificado, um Conceito é composto por três

partes básicas: Proposta Pedagógica; Conteúdos Pedagógicos e Mídias e Questões para Verificação do Aprendizado.

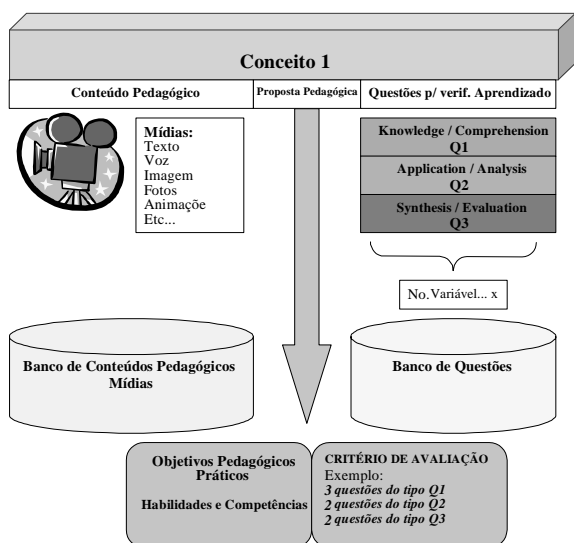


Figura 1 – Arranjo dos conteúdos pedagógicos e questões de cada conceito

Todos esses conteúdos são armazenados em Bases de Conhecimento, o que facilita a sua manutenção e posterior e constante recuperação. Para a efetiva recuperação dessas informações, baseada no perfil do aluno, são utilizadas técnicas de Inteligência Artificial, especificamente RBC. Isto facilitará a questão de migração simétrica entre os conceitos, dado um problema de aprendizagem.

Na montagem automática da avaliação pelo sistema, o professor deverá fornecer o Critério mais adequado de Avaliação daquele determinado conteúdo. Existindo compatibilidade entre a base de questões e o critério de avaliação, o sistema montará, automaticamente a Avaliação.

A figura a seguir (figura 2) identifica, dentro do contexto geral de um curso *online*, o módulo de instrução programada, sujeito a aplicação da técnica proposta.

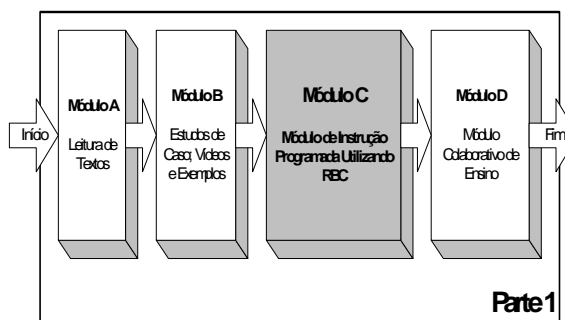


Figura 2 – Identificação de um módulo de instrução programada em um curso *online*

A figura a seguir (figura 3) ilustra o relacionamento do SIBC (AUXILIAR) com o Módulo de Instrução Programada (Módulo C – na Figura 2), juntamente com as interações entre alunos e professores. Os alunos iniciam o Módulo C no nível 1, com o desenvolvimento do conceito 1. Após o desenvolvimento, aplica-se uma avaliação dos pontos centrais de tal conceito, recuperada da base de questões e seguindo os critérios de validação constantes de cada conceito, representada pela Figura 1. Caso o aprendiz não obtenha êxito na avaliação, ele será redirecionado para o nível 2, com a apresentação do mesmo conceito, de forma ampliada. O nível 1 representa o ponto de partida do aprendiz e os níveis acima, apresentam o mesmo conteúdo, porém de forma mais ampliada, trabalhada e “redundante”.

Neste processo de redirecionamentos, o sistema AUXILIAR registrará todo o caminho percorrido pelo aprendiz, além das respostas certas e erradas. Estes registros comporão o perfil do aprendiz, que será utilizado na situação em que os módulos de instrução programada não forem suficientes para a consecução do aprendizado de um determinado conceito, sendo então remetido aos módulos TD (Tira Dúvida) e DC (Determina Conteúdo) do sistema AUXILIAR, onde estes procurarão em sua Base de Casos, um que se enquadre no perfil do aprendiz. Caso exista, este lhe será exibido e após isto, o aprendiz será exposto a uma nova avaliação. Se conseguir êxito, passará para o conceito seguinte, no primeiro nível do curso, caso contrário será remetido para uma intervenção direta do professor (tutor). Esta intervenção será totalmente registrada para fins de montagem de um Caso Pedagógico específico para o presente perfil, que após a intervenção será armazenado na Biblioteca de Casos do Sistema AUXILIAR. Após esta intervenção o conceito é dado como assimilado, e o aprendiz retorna ao

curso para verificação do conceito seguinte no nível 1.

O mesmo se aplica na situação de não haver um Caso a ser recuperado pelos módulos TD e DC do sistema AUXILIAR. Nesta situação, o aprendiz será diretamente redirecionado para um intervenção junto ao docente (tutor). Esta será devidamente registrada para fins de montagem de um novo Caso Pedagógico. Após a intervenção, o Caso será armazenado na Biblioteca de Casos, e o aprendiz, redirecionado para o conceito seguinte no nível 1.

Note-se que, o Sistema AUXILIAR, tentará redirecionar o aprendiz para que ele consiga terminar o Módulo C, utilizando o menor caminho possível.

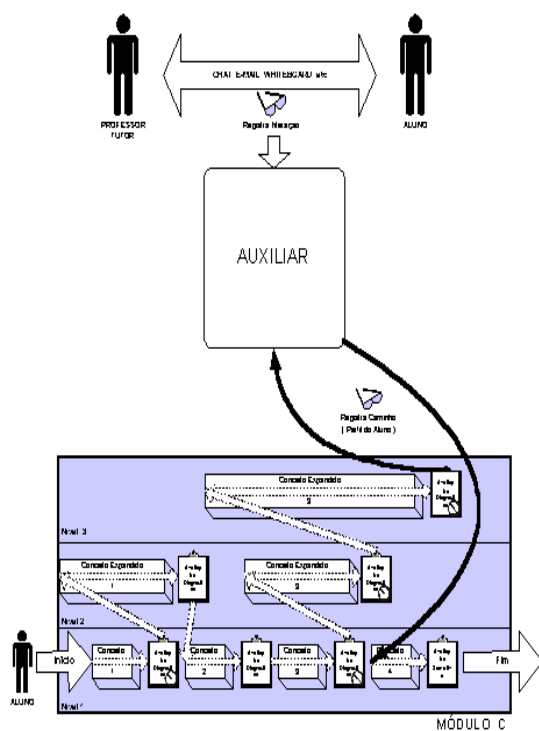


Figura 3 – Relacionamento entre o Conteúdo do curso *online*, o Sistema Auxiliar, os Casos de Uso e o Professor/Tutor

7. O Sistema Proposto

O sistema AUXILIAR é responsável não somente em fornecer apoio na solução de dúvidas (Tira Dúvidas - TD) dos alunos, mas também em verificar, através de uma análise que considera o nível de acertos nas avaliações e o caminho percorrido pelo aluno dentro do material disponibilizado no curso, em qual perfil preexistente o aluno se encaixa. Uma vez definido

o perfil o sistema AUXILIAR irá propor um novo conteúdo (Determina Conteúdo - DC) a ser explorado pelo aluno (figura 4). Ressalta-se que este sistema faz parte de um projeto maior que propõe uma Metodologia de Ensino para Cursos *Online* [PIVA JR.; et al 2002].

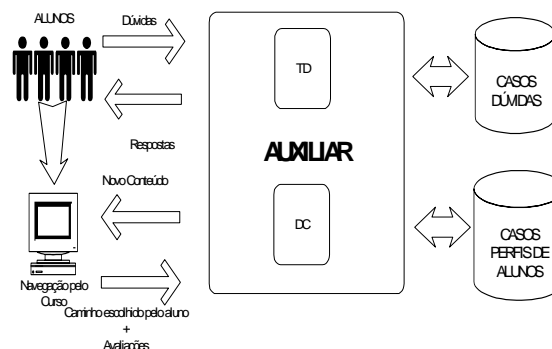


Figura 4 – Estrutura geral do sistema AUXILIAR

O módulo TD mantém uma Base de Casos que contém dúvidas – com as correspondentes soluções – que já foram experimentadas pelo professor com outros alunos. A estruturação dos índices irá seguir a estrutura de Redes de Discriminação. Nessa estrutura, cada nodo interno é representado por uma questão – ou pergunta – que subdivide o conjunto de casos armazenados em uma hierarquia inferior à dele. Os nodos filhos representam as diferentes respostas para a questão formulada pelo nodo pai agrupando os casos que possuem a sua resposta. Funciona de forma similar ao sistema de Help dos Sistemas Operacionais mais recentes, onde questões vão guiando o usuário até a obtenção da resposta desejada.

O módulo DC, por sua vez, mantém uma Base de Casos que apresenta perfis de alunos já avaliados anteriormente. Como o processo de avaliação é composto de algumas categorias de questões, o DC indexa seus casos usando a estrutura de Memória Plana. Nesta estrutura, os casos são armazenados seqüencialmente em uma lista simples e são recuperados pela aplicação de uma função de casamento baseada no número de questões de cada categoria que um aluno tenha acertado. Assim, após submeter esse aluno à avaliação, o sistema irá definir em qual perfil de aluno ele se encaixa. Após isso, é recuperado o caso que define quais conteúdos precisam ser aprofundados. Esse processo é repetido até que o aluno seja considerado aprovado nos conteúdos verificados.

Deve-se ressaltar que a adoção de um SIBC poderá facilitar ainda mais o desenvolvimento de aplicações em Cursos *Online* com conteúdos pedagógicos capazes de sustentar seu próprio processo avaliativo, conduzindo a aprendizagem dentro dos parâmetros de normalidade previamente definidos, cabendo ao professor a intervenção nos casos que sejam identificados pelo próprio sistema como fora das condições estabelecidas.

A possibilidade de geração de conteúdos diferenciados à cada aluno, típica das ferramentas de desenvolvimento atuais, quando associada a esta proposta metodológica de “cortinas de avaliação” trará não só maior flexibilidade pedagógica, como tornará possível a criação de cursos que atendam aos interesses sociais de universalização do acesso ao conhecimento.

8. Considerações Finais

Este trabalho apresenta uma visão geral de uma aplicação de SIBC em Cursos *Online*. Mais especificamente espera-se que através do uso de um SIBC seja possível retirar do professor tarefas repetitivas e sem muita contribuição ao processo como um todo. Assim o professor poderá se concentrar em questões e processos mais importantes. No estágio atual, este sistema atua auxiliando os alunos a esclarecerem suas dúvidas sem a intervenção constante do professor e também procurando, através das características de cada aluno, definir o conteúdo a ser explorado por ele, baseado nas deficiências detectadas. Como resultado, espera-se uma contribuição para a solução de um dos desafios atuais, que é justamente atingir o equilíbrio adequado para que os esforços realizados permitam que os conteúdos disponibilizados aos alunos sejam efetivamente assimilados de forma satisfatória.

9. Referências

[AYALA and YANO 1995] AYALA, G. e YANO, Y. (1995). “Interacting With a Mediator Agent in a Collaborative Learning Environment.” *Symbiosis of Human and Artifact: Furniture computing and design for human-computer interaction*, Y. Anzai, K. Ogawa and H. Mori (eds.), *Advances in Human Factors/Ergonomics*, Elsevier Science Publishers, pp. 895-900.

[BECK; STERN and HAUGSJAA 1998] BECK, J., STERN, M. e HAUGSJAA, E. (1998). “Applications of AI in Education.” *The*

ACM’s First Electronic Publication, 1998. www.acm.org/crossroads/xrds3-1/aied.html.

- [DAUGHERTY and FUNKE 1998] DAUGHERTY, Martha & FUNKE, Barbara L. (1998). *University Faculty and Student Perceptions of Web-Based Instruction*. *Journal of Distance Education*, 13(1), 21-39.
- [GLACE and SMITH 2001] GLACE, Lauris J. & SMITH, Peter J.(2001). *Flexible delivery in the Australian vocational education and training sector: Barriers to success identified in case studies of four adult learners*. *Distance Education*, 22(2), 196-211.
- [HALL and WOOD 1997] HALL, P.; WOOD, P.(1997). “Intelligent Tutoring Systems: A Review for Beginners.” *Canadian Journal of Educational Communication*, 19 (2), pp. 107-123.
- [HAMMOND 1989] Hammond, K.J.(1989). “Case-based planning: viewing planning as a memory task.” Boston, Academic Press.
- [HARE and MCCARTAN 1996] HARE, C. & MCCARTAN, A.(1996). *Maximising resources in search of quality: Identifying factors to enable the integrative use of IT in teaching and learning*. *Innovations in Education and Training International*, 33(4), 178-184.
- [IDE 1997] IDE (1997). *Innovations in Distance Education. The report of two policy symposia*. <http://www.cde.psu.edu/de/ide/policy.default.html>.
- [JAMES and BEATTIE 1996] JAMES, Richard & BEATTIE, Kate.(1996). *Postgraduate coursework beyond the classroom: Issues in implementing flexible delivery*. *Distance Education*, 17(2), 355-368.
- [KATZ 1995] KATZ, S. (1995). “Identifying the Support Needed in Computer-Supported Collaborative Learning Systems.” *Proceedings of Computer Support for Collaborative Learning Conference*, October 17-20, Indiana, USA.
- [KOLODNER 1993] KOLODNER, J.L.(1993). “Case Based Reasoning.” San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- [KOLODNER and GUZDIAL 2000] KOLODNER, J.L.; GUZDIAL, M. (2000). “Theory and Practice of Case-Based Learning Aids”, in JONASSEN, D.H.; LAND, S.M. “Theoretical Foundations of Learning Environments”, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers – LEA, 2000, p. 215-242.

- [MCARTUR; LEWIS and BISHAY 1993] MCARTUR, D., LEWIS, M. e BISHAY, M. (1993). "The roles of artificial intelligence in education: current progress and future prospects." RAND, Santa Monica, CA, USA, November.
- [METCALF 1997] METCALF, T.(1997). Distance education: the issue of faculty time. 5th Annual Distance Education Conference: 1997 Conference Proceedings. Texas A&M, Center for Distance Education Research.
- [NISKIER 1993] NISKIER, Arnaldo (1993). "Educação à Distância: a tecnologia da esperança." São Paulo:Loyola.
- [NOVEMBER 2001] NOVEMBER, A. (2001). Beyond technology: the end of the job and the beginning of digital work. TechLearning, <http://www.techlearning.com/>, Julho 1, 2001.
- [OKEY and NELSON 1993] OKEY, M. e NELSON, W. (1993). "Development Principles for Intelligent Tutoring Systems: Integrating Cognitive Theory Into the Development of Computer-Based Instruction." Educational Technology Research and Development, 41 (1), pp. 59-72.
- [PAJO and WALLACE 2001] PAJO, Karl & WALLACE, Catherine. (2001). Barriers to the uptake of web-based technology by university teachers. Journal of Distance Education, 16(1), 70-84.
- [PAPERT 1991] PAPERT, S. (1991). "Situating constructionism." In I. Harel & S. Papert (Eds.), Constructionism (pp. 1-11). Norwood, NJ: Ablex Publishing Company.
- [PIVA JR, et al 2002] PIVA Jr., D.; MISKULIN, M.S.; Gunawardena, C.N.; GONÇALVES JR., G.; MISKULIN, R.S.(2002). "An Artificial Intelligence-Based Application for Facilitating Interaction and Learning Assessment in On-line Engineering Courses", Section 1496, ASEE 2002 - Annual Conference and Exposition, Montréal, Quebec Canadá, June 16-19.
- [POWELL 1994] POWELL, M. J. (1994). Cooperative learning. Classroom Compass, Associate editor: Mary Jo Powell, Southwest Educational Development Laboratory (SEDL), <http://www.sedl.org/scimath/compass/v01n02/1.html>, Fall issue, 1994.
- [SLADE 1991] Slade, S. (1991). "Case-based reasoning a research paradigm." AI Magazine, v.12, n.1, p.42-55.
- [THOMPSON and HOLT 1996] THOMPSON, D.J. & HOLT, D.M. (1996). Tertiary pedagogy encounters the technological imperative. Distance Education, 17(2), 335-354.
- [URBAN-LURAL 1998] URBAN-LURAL, M.(1998). "Intelligent Tutoring Systems: An Historic Review in the Context of the Development of Artificial Intelligence and Educational Psychology". www.cse.msu.edu/~urban/ITS.htm, novembro.
- [WALKER 1997] WALKER, H. M. (1997). Collaborative Learning: a Working Paper. Draft position paper written in preparation for the working group on "Computer Supported Collaborative Learning" at ITiCSE, Uppsala, Sweden, June 1-5, 1997.
- [YONG AND WANG 1996] YONG, Y. & WANG, S.(1996). Faculty perceptions on a new approach to distance learning: Teletchnet. Journal of Instructional Delivery Systems, 10(2), 3-5.