Uma hipermídia educacional: adaptativa através do uso de redes neurais artificiais

Andréa T. R. Barbosa[1], Fernando M. de Azevedo[2]

[1]Centro de Engenharia Biomédica – Hospital São Vicente de Paulo (HSVP)
Passo Fundo – RS – Brasil

[2]Instituto de Engenharia Biomédica – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Florianópolis – SC – Brasil

aricciobarbosa@Yahoo.com.br, azevedo@ieb.ufsc.br

Abstract. *This article presents a methodology to accomplish adaptation in the presentation of the content of a education hypermedia for the Web being used of the types MLP (Multi-Layer Perceptron) and IAC (Interaction Activation and Competition) neural network. In the design of such methodology was defined that would be an adaptation centered only in the presentation, with the use of different medias and the user's characteristic would be based in the Theory of the Multiple Intelligences (IMs), developed by Howard Gardner. In way to evaluate and to validate the methodology, a prototype of an on-line training was developed, focused in a presentation of a doctor-hospitable equipment it was developed, in the sense of supplying the presentation of the material in different medias adapting to the (IMs) of the user..*

Resumo. *Este artigo apresenta uma metodologia que realiza a adaptação na apresentação do conteúdo de uma hipermídia educacional utilizando as redes neurais artificiais dos tipos MLP (Multi-Layer Perceptron) e IAC (Interaction Activation and Competition). No desenvolvimento de tal metodologia foi definido que a adaptação seria centrada na apresentação, com uso de diferentes mídias e a característica do usuário deveria ser baseada na Teoria das Inteligências Múltiplas (IMs), desenvolvida por Howard Gardner. Na avaliação e validação da metodologia, um protótipo de um treinamento on-line foi desenvolvido, enfocando a utilização de um equipamento médico-hospitalar, com apresentação do material em diferentes mídias adaptadas às IMs do usuário..*

1. Introdução

Com o crescimento de tecnologias usadas no desenvolvimento de interfaces em sistemas computacionais surge a necessidade de novas metodologias para personalizar seu uso, tornando o usuário o elemento central para o projeto deste importante componente. Desta forma, possibilita-se que as informações fiquem mais atraentes e sejam assimiladas de forma mais clara e fácil, enriquecendo as possibilidades de comunicação entre o usuário e o sistema.

Um grande esforço, portanto, para melhorar os sistemas computacionais, está sendo dispendido para incorporar flexibilidade e adaptabilidade aos sistemas. Neste sentido, algumas pesquisas utilizam-se de técnicas de Inteligência Artificial (IA), na busca por soluções para o problema de personalização de sistemas ao usuário. O uso de IA possibilita que os pesquisadores nas áreas da computação e das ciências do conhecimento desenvolvam e testem novas técnicas e modelos, em sistemas adaptativos.

Além do uso de técnicas de IA, teorias cognitivas têm sido propostas em projetos de interface, como resultado de pesquisas na área da interação usuário-máquina (Da Bra and Brusolovsky, 2000). O objetivo da maioria destas pesquisas é de um modo ou de outro, proporcionar ao usuário um alto grau de eficiência e eficácia com relação à utilização do sistema, projetando interfaces que sejam bastante intuitivas, naturais e moldadas, tanto quanto possível, às características individuais do usuário.

Muitas destas teorias cognitivas são criadas para que os estudantes, durante o ensino presencial, se desenvolvam melhor, apresentando procedimentos mais adequados a serem utilizados na transferência de informações. Alguns sistemas disponibilizados para computador como, por exemplo, Sistemas Tutoriais Inteligentes (STIs), também já fazem uso de teorias cognitivas com este fim.

Verifica-se também que, há um tempo considerável, o computador vem sendo utilizado para fins educacionais e o uso de IA, em muitos destes sistemas desenvolvidos, permite a personalização da instrução, compatibilizando a apresentação dos conteúdos com o nível de conhecimento e aprendizagem do usuário.

Os STIs foram os primeiros sistemas adaptativos que se utilizaram de técnicas de IA com a intuito de se desenvolver sistemas inteligentes capazes de perceber as características do aprendiz, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Esses são sistemas típicos dirigidos ao ensino onde o estudante tem pouco controle sobre o processo de aprendizagem, já que este controle é estabelecido pelo sistema (Kaplan and Rock, 1995).

A evolução destes sistemas, bem como o desenvolvimento das técnicas de Hipermídia e Multimídia, tem incorporado avanços na área de educação. A criação de ambientes mais atrativos e interativos com essas técnicas possibilitou o acesso não linear às informações e a apresentação do conteúdo de formas mais dinâmicas como: áudio, vídeo, animações, textos, gráficos, etc.

Por conseqüência, como principal resultado, surgiram os Sistemas Hipermídia (SH) Educacionais que são sistemas de aprendizagem assistidos por computador, onde o material de ensino é apresentado numa forma não linear, fornecendo exploração livre do material de ensino orientado ao estudante, porém exercendo controle total sobre o processo de aprendizado. A integração de STI e SH Educacionais deu origem a sistemas híbridos denominados Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHAs) (Brusilovsky, 1996), que são muito utilizados para a educação.

Este artigo apresenta um trabalho que pretende contribuir para o desenvolvimento de sistemas adaptativos educacionais através da proposição de uma metodologia, utilizando teoria cognitiva e técnicas de IA, como base para adaptação da interface (adaptar a apresentação do conteúdo).

2. Materiais e métodos

A metodologia possibilita a construção de sistemas hipermídia educacionais que realizam adaptação automática em sua interface, modificando automaticamente as formas de apresentação do conteúdo usando: texto, fluxograma, desenho e animação, conforme o perfil do usuário.

O perfil do usuário é determinado a partir de uma teoria cognitiva denominada Teoria das Inteligências Múltiplas (TIMs). Gardner [2001] identificou oito tipos de inteligências nos indivíduos, chamadas de Inteligências Múltiplas (IMs). Segundo esta teoria, os indivíduos têm mais motivação e absorvem melhor algum conhecimento que lhe é ensinado se forem utilizadas técnicas que despertem as suas IMs mais desenvolvidas. Neste trabalho, são utilizadas quatro delas (inteligência lingüístico-verbal, que está relacionada às palavras e à linguagem escrita e falada; inteligência lógico-matemática que está relacionada ao raciocínio científico, intuitivo e dedutivo; inteligência visuo-especial que inclui a habilidade de criar imagens mentais e a capacidade de visualização espacial de um objeto está bastante desenvolvida; inteligência cinestésico-corporal que está relacionado com movimentos físicos). Conforme o "valor" (nota) de cada uma destas inteligências, defini-se a forma de apresentação do conteúdo para o usuário do sistema. Ou seja, identifica-se a nota das quatro IMs dos usuários e, conforme estes valores o sistema apresenta o conteúdo com maior quantidade de assuntos em texto, fluxograma, desenho ou animação, sendo esta quantidade variável e personalizada para cada indivíduo. Isto ocorre através de botões ativos no sistema.

Nota-se que a metodologia, além de permitir a construção de hipermídias com a capacidade de modificar automaticamente a forma de apresentação do conteúdo, de acordo com a percepção inicial do perfil do usuário, oferece também a possibilidade do usuário alterar explicitamente a mídia que determinado assunto lhe é apresentado, a fim de adequá-lo às suas necessidades, durante o seu uso.

No desenvolvimento do mecanismo de adaptação foram utilizadas redes neurais artificiais (RNA) dos tipos MLP (*Multilayer Perceptron*) e IAC (*Interactive Activation and Competition*) para implementação, respectivamente, da adaptação da mídia do conteúdo conforme o perfil do usuário e das alterações explícitas realizadas pelo usuário. Estas redes apresentam características importantes para a solução do problema de adaptação, e uma nova contribuição em relação à rede IAC foi obtida durante o desenvolvimento da metodologia.

O estudo de caso desenvolvido na validação do trabalho consiste na implementação de um treinamento sobre a utilização de um equipamento denominado monitor multiparamétrico. Este é um equipamento médico-assistencial intensamente utilizado em Unidades de Tratamento Intensivo (UTI), dentre outras, de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), para acompanhamento dos sinais vitais do paciente. Pretende-se contribuir para que os profissionais presentes nos EAS tenham maior facilidade no aprendizado da operação destes equipamentos.

O mecanismo de adaptação proposto para a hipermídia educacional é estruturado em três módulos: o módulo de interface (MI), o módulo do usuário (MU) e o módulo gerador de adaptação (MGA).

O MI é responsável não só pela apresentação do sistema como também pela interação deste com o usuário. Ou seja, o MI é responsável pela apresentação da interface adaptativa, pela interação com o usuário (apresenta e recebe respostas do teste de inteligências múltiplas, fornece o conteúdo, obtém *feedback* do usuário, etc.) e por estabelecer comunicação com os outros dois módulos (MU e MGA). O MU é responsável pela determinação das características do usuário. O MGA é responsável pelo mecanismo de adaptação do sistema. A relação entre os módulos está representada na Figura 1. Estes módulos serão explicados e detalhados a seguir.

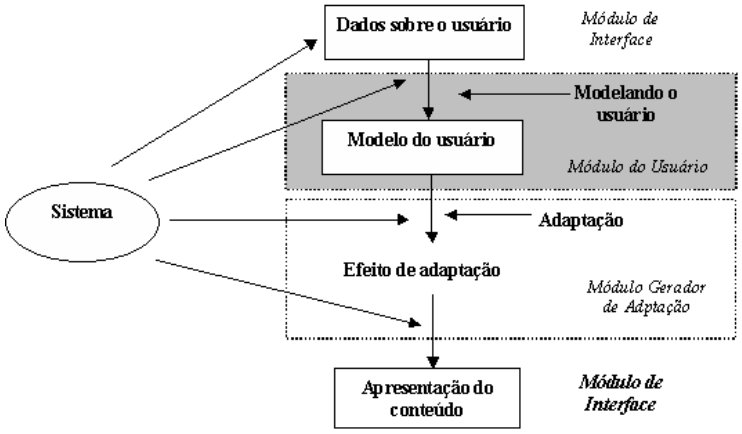

Figure 1. Relação entre os módulos no Sistema Hipermídia adaptativo implementado.

2.1. Módulo de Interface

Este módulo (MI) é responsável pela interação do usuário com o sistema, através de comandos, *menu* e interface gráfica, utilizando-se elementos de *hardware* e *software*.

O MI, inicialmente, apresenta um teste de múltipla escolha, o qual possibilitará a quantificação (obtenção da nota) de algumas IMs do usuário. Após a realização do teste, as marcações são transferidas para o MU, que as converte em notas, armazena o resultado e as envia para o MGA. Este módulo realiza o processamento e fornece as informações para o MI de como deve ser apresentado o conteúdo para o usuário (que tipo de mídia para cada assunto do conteúdo) e o sistema, então, é "montado" para ele.

Após os testes de múltipla escolha, a primeira página que o usuário tem acesso é a página principal da interface, que não é objeto de adaptação. Nesta página se encontram o título, o *menu* (onde existem os *links* com os quais o usuário escolhe o assunto do conteúdo a ser visitado) e um botão "finalizar".

O usuário escolhe um assunto, através do *menu*, e o visualiza na mídia definida pelo MGA. Independente da mídia de apresentação definida, na página, além do assunto pertinente encontram-se cinco botões: "mesmo assunto em texto", "mesmo assunto em desenho", "mesmo assunto em fluxograma", "mesmo assunto em animação" e "retorno ao menu". Caso o usuário escolha uma mídia diferente daquela apresentada, o MI muda a mídia de apresentação. Concomitantemente, o MGA é acionado e a rede neural do tipo IAC modifica a quantidade de assuntos por mídia a ser apresentada. Ocorrendo isto, o sistema é "remontado" para o usuário, observando-se, porém, que os assuntos já visitados anteriormente e não alterados pelo usuário, nunca terão suas mídias modificadas. Todo este processo de adaptabilidade é transparente ao usuário.

2.2. Módulo do usuário

O módulo do usuário (MU) é responsável por obter os dados do usuário através de um teste de múltipla escolha. O teste apresentado ao usuário, através deste módulo, é um teste reduzido do teste original desenvolvido por um pedagogo brasileiro.

Este teste original foi desenvolvido por Celso Antunes (2001) que contém 150 perguntas para as oito IMs definidas por Gardner (2001). Nota-se que neste trabalho, apenas 4 IMs são consideradas, resultando em 76 perguntas. Como esta quantidade de perguntas foi considerada grande para um usuário responder quando acessa o site, definiu-se que escolheria uma estratégia de reduzir esta quantidade de perguntas, preocupando-se em não conduzir a uma perda da capacidade de discriminação e assim perder a exatidão do resultado. Houve, portanto, uma necessidade de determinar um critério, cuidadoso, no método de selecionar as perguntas mais relevantes.

Após pesquisas optou-se por, ao invés de se utilizar técnicas estatísticas convencionais, adaptar um método chamado "podas de nós" que é aplicado às RNAs para resolver o problema de obtenção da melhor topologia de rede MLP. Este método consiste na eliminação de certos pesos sinápticos durante o treinamento, de uma forma seletiva e ordenada, a partir de uma rede grande e completamente conectada. Ou seja, os pesos que não são considerados importantes (alteram pouco a saída) são eliminados [Chung, 1997][Haykin, 1999].

Estas características inerentes ao método levaram-nos a argüir de sua utilização na redução da dimensionalidade do teste como alternativa à utilização de técnicas estatísticas mais complexas.

Neste sentido, o teste foi "representado" através de quatro redes MLP (uma para cada IM considerada), apresentando topologias de três camadas de neurônios. A primeira camada tem um neurônio representando cada pergunta e a última um único neurônio correspondendo ao valor numérico (nota) do teste de múltipla escolha. Todas as redes foram treinadas com algoritmo *backpropagation* de modo a aprender completamente o conjunto de treinamento que consistia nas relações perguntas/respostas do teste em questão.

O conjunto de treinamento foi obtido através de respostas do teste completo de múltipla escolha aplicado em 215 voluntários. Os valores dos neurônios da camada de entrada são valores numéricos definidos através das conversões das marcações do teste de múltipla escolha: 1 para resposta a, 0,75 para b, 0,5 para c e 0,25 para d. A saída apresenta valores entre 1 e 4 (conforme o teste de Celso Antunes). A quantidade de neurônios na camada intermediária foi definida heuristicamente.

As quatro redes foram treinadas utilizando-se o método de podas de nós (definindo-se os parâmetros *relevance threshold* e *time constant* do método) e os pesos menos significativos foram eliminados. Conseqüentemente, alguns neurônios menos significativos da camada de entrada, que representam as perguntas, foram eliminados, definindo, desta forma, quais perguntas eram menos relevantes no teste. As 76 perguntas iniciais foram reduzidas a 30.

Quando o usuário acessa a hipermídia, este número reduzido de perguntas é apresentado pelo MI e as marcações efetuadas pelo usuário são "transferidas" para o MU. Neste, a RNA MLP treinada com método de poda de nós, fornece o valor das IMs

consideradas.

2.3. Módulo gerador de adaptação

Neste módulo serão definidos quantos e quais assuntos em cada mídia vão ser apresentados o conteúdo. Tal definição se dá pelas redes neurais que modelam a interpretação de um especialista em IM que, através das notas de IMs obtidas no módulo anterior, define quantos assuntos, do conteúdo, serão apresentados em cada mídia.

Este módulo que é responsável pela adaptação, ou seja, pelas adaptatividade e adaptabilidade, do sistema, é implementado usando-se duas redes neurais artificiais que representam paradigmas diferentes de forma a refletir características distintas. Primeiramente, uma MLP, responsável pela adaptatividade, define automaticamente a quantidade de assuntos, do conteúdo, por mídia, a ser apresentada. Segundo, uma rede IAC, responsável pela adaptabilidade, modifica, eventualmente, a quantidade de assuntos por mídia a ser apresentada de acordo com as novas preferências do usuário.

A rede neural do tipo MLP (*MultiLayer Perceptron*), com algoritmo de treinamento *backpropagtion*, tem como objetivo refletir o comportamento do especialista de domínio. Para que isto ocorra, o especialista deverá "fornecer" o conhecimento através de exemplos. Estes são fornecidos com o preenchimento de uma tabela com 124 indivíduos hipotéticos, na qual se determina a quantidade de mídias que devem ser apresentadas, segundo cada nota de IM. Através deste conjunto de indivíduos com relação entrada/saída (nota/quantidade de mídias) desejada, a rede neural MLP é treinada.

Conseqüentemente, quando um novo indivíduo utiliza o sistema e suas notas de IMs são obtidas (através do teste respectivo no modulo anterior), o sistema determina, através da rede neural MLP, em qual mídia cada assunto deverá ser apresentado. Na verdade, como cada conteúdo é composto por diversos assuntos e cada assunto pode ser apresentado em qualquer dessas quatro mídias, o que o sistema faz, aqui, é definir quantos assuntos vão ser apresentados usando-se de cada uma dessas mídias, da mesma forma que o especialista o faria.

A rede MLP apresenta uma arquitetura com três camadas, possuindo 4 neurônios na camada de entrada, 6 na escondida e 4 na de saída. A função de saída na camada escondida é a logística e, na camada de saída, é a linear. O algoritmo de aprendizagem utilizado foi o *Backpropagation* com momento e estratégia de correção de erro a cada passo. Nas simulações realizadas, bons resultados foram obtidos com taxa de aprendizado de 0,05 e momento de 0,7. Com relação ao conjunto de treinamento, dos 124 indivíduos hipotéticos, 90 são utilizados para treinamento e os 34 restantes para teste.

A tabela com os 124 indivíduos hipotéticos, acrescida dos valores gerados pela MLP para o novo indivíduo que está utilizando o sistema, é convertida em números "zeros" e "uns" de forma a este conhecimento ser representado na matriz da rede neural do tipo IAC (como nesta rede não há treinamento, o conhecimento é estabelecido através do preenchimento desta matriz).

A rede IAC, responsável pela adaptabilidade do sistema, modifica, eventualmente, a quantidade de assuntos por mídia a ser apresentada, de acordo com as novas preferências do usuário, ou seja, adaptando o sistema ao novo perfil do usuário. Portanto, se o usuário recusar visualizar o assunto na mídia sugerida pelo sistema (clicando no botão referente à outra mídia), a tela se modifica para a mídia escolhida. A partir deste evento, todas as mídias dos próximos assuntos poderão ser mudadas. Observe-se, todavia, que tais modificações não ocorrem nos assuntos já visitados mantendo-se, portanto, as mídias de apresentação, destes, em futuras consultas.

A arquitetura da rede IAC implementada apresenta um total de 10 *pools*. Quatro correspondendo as 4 IMs utilizadas (Inteligências Lingüístico-verbal, Visual-espacial, Lógico-matemática e Cinestésico-corporal), quatro representando as quatro mídias consideradas (texto, desenho, fluxograma e animações), um representando os indivíduos (hipotéticos mais o usuário atual) e o último, o *pool* escondido. Os quatro primeiros *pools*, os das IMs, possuem 31 neurônios, cada. Cada desses neurônios, em cada um desses quatro *pools*, representa uma nota que varia de 1 a 4 com incremento de 0,1. Os quatro *pools* das mídias possuem 17 neurônios cada e se referem à mídia a ser apresentada. Cada neurônio representa a quantidade de mídias a serem apresentadas (o mínimo é 1 e o máximo são 17 pois, para o estudo de caso implementado, foi estabelecido um conteúdo, dividido em 20 assuntos. Considerando que, no caso extremo, tenhamos três das quatro IMs com a nota mínima 1 e a outra com o valor máximo de 4, aquelas com nota mínima seriam apresentadas com uma única mídia cada e, a maior, seria apresentada com 17 mídias, totalizando, sempre, 20). O nono pool possui 125 neurônios, sendo que cada neurônio representa um indivíduo (a tabela com os 124 hipotéticos utilizados na rede *perceptron* e um novo indivíduo que é o usuário do sistema) e o décimo pool é um espelho do pool de indivíduos possuindo, portanto, também 125 neurônios.

Os resultados gerados por este módulo estão sendo constantemente transferidos para o Módulo de Interface.

3. Implementação do sistema

O sistema educacional implementa um treinamento na utilização de um monitor multiparamétrico. Quando o usuário inicia o sistema, ele é informado sobre o tema e tem acesso ao teste (das IMs) de múltipla escolha, cujas perguntas foram definidas no MU e devem ser respondidas apenas no primeiro acesso de cada usuário (Fig. 2). Ao todo são 30 perguntas, com quatro alternativas cada e o usuário deve escolher apenas uma alternativa de cada pergunta.

Após responder o teste de múltipla escolha o usuário tem acesso ao *menu* (o manual foi dividido em 20 assuntos diferentes) (Fig. 3). O usuário escolhe um assunto e conforme definição do MGA (através das redes neurais MLP e IAC) vai visualizar o assunto em texto, fluxograma, desenho ou animação. A forma de apresentação em cada uma destas mídias estão apresentadas na Figura 4.

Para sair do sistema o usuário volta ao menu e tecla o botão SAIR DO SISTEMA.

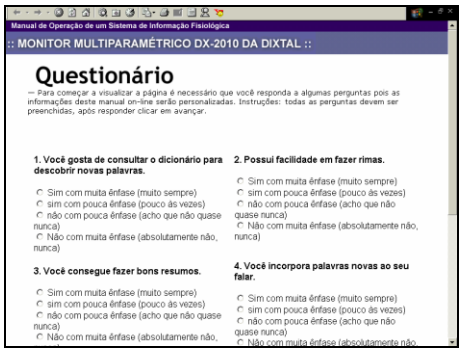

Figura 2 Tela de teste de múltipla escolha que o aluno preenche no início do acesso, através do qual determina-se o seu perfil.

Figura 3 Menu principal do sistema.

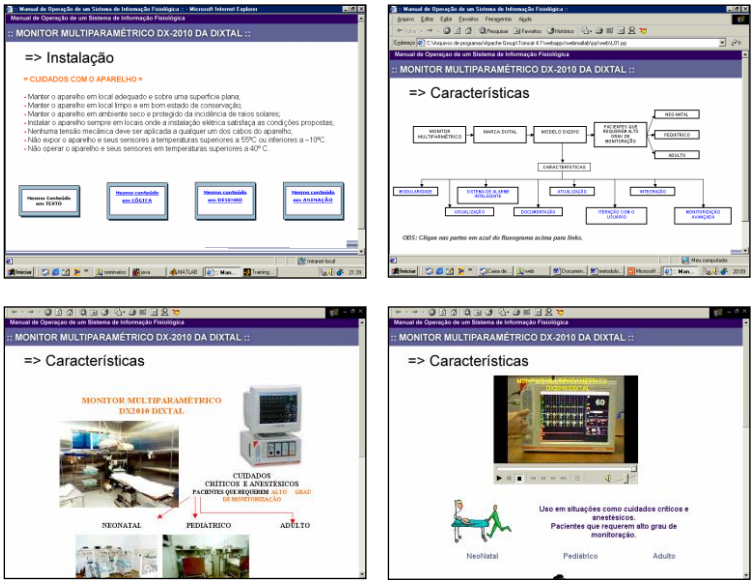

Figura 4 Tela com mídia texto, fluxograma, desenho e animação.

Os módulos do usuário e o módulo gerador de adaptação foram desenvolvidos em Matlab, possibilitando que testes da metodologia desenvolvida fossem avaliadas, com relação a adaptatividade e adaptabilidade do sistema. Em uma etapa inicial, a rede MLP, após aprendizado, respondeu corretamente ao conjunto de teste e a rede IAC, que também foi submetida a uma série de simulações e apresentou os resultados esperados (corretos). Em uma segunda etapa, o sistema foi implementado em JSP, com os requerimentos do sistema a ser adaptado para o mecanismo proposto.

4. Resultados

O uso da rede MLP, com método de poda de nós, foi bastante satisfatório na aplicação de redução de dimensionalidade de questionário neste trabalho, pois, das 76 perguntas iniciais restaram 30, conforme sumarizado na Tabela 1. Nesta, é apresentada para cada IM, a quantidade inicial de perguntas, os erros médios resultantes no treinamento e teste com as podas e a quantidade de perguntas resultantes.

No mecanismo de adaptação com a definição das redes que são utilizadas e com suas arquiteturas e parâmetros especificados foram realizados testes para verificar a validade da proposição. Com o intuito de comprovar o resultado esperado, situações repetitivas são simuladas, podendo, desta forma, melhor caracterizar o comportamento do indivíduo e da rede. Ou seja, são descritas as ações e é verificado se a rede fornece o resultado desejado conforme o comportamento especificado. A rede MLP, após treinada, respondeu corretamente ao conjunto de teste e a rede IAC, que também foi submetida a uma série de simulações, apresentou os resultados desejados. No total foram realizados 65 testes em 10 indivíduos. Todos os testes apresentaram resultados corretos.

Tabela 1. Resultados obtidos com a MLP, com poda de nós, para redução da dimensionalidade e classificação das IMs.

IMs	Total perguntas	Erro médio trein.	Erro médio trein percentual	Erro médio teste	Erro médio teste percentual	Perguntas resultantes
Lingüístico-verbal	**20**	**0,16**	**4**	**0,20**	**5**	**6**
Lógico-matemática	**18**	**0,1**	**2,5**	**0,14**	**3,5**	**9**
Visual-corporal	**20**	**0,13**	**3,25**	**0,15**	**3,75**	**8**
Cinestésico-corporal	**18**	**0,21**	**5,25**	**0,22**	**5,55**	**7**
Total de perguntas	**76**					**30**

Realizou-se também uma avaliação motivacional[1], através de um teste aplicado em 31 indivíduos onde eles têm acesso a hipermídia com adaptação desenvolvida e outra hipermídia não adaptativa que apresenta exatamente o mesmo conteúdo, mas com de forma igual a todos os usuários. Verificou-se que a hipermídia adaptativa foi 64,34% mais motivacional que a hipermídia não adaptativa. Testes com esta quantidade de indivíduos, apesar de normalmente não serem conclusivos, são um bom indicativo. Principalmente porque, com este número de indivíduos, os dados utilizados possuem uma distribuição normal, o que permitiu o uso das ferramentas estatísticas escolhidas.

5. Conclusões

Pretende-se com esta metodologia apresentada, contribuir com o estudo de interfaces adaptativas de forma a criação de ambientes ricos para aprendizagem, na obtenção de informações utilizando-se de computadores. A metodologia de adaptação da interface baseia-se em um mecanismo constituído de redes neurais artificiais dos tipos MLP e

[1] Diz-se de pesquisa qualitativa realizada com pequenos grupos e destinada a tentar descobrir as motivações inconscientes do consumidor ou usuário.

IAC, bem como na utilização de uma teoria cognitiva de forma a determinar o perfil do usuário.

A metodologia da hipermídia leva em consideração o modelo do usuário, as definições de um especialista (o qual estabelece como deve ser aplicada a teoria das Inteligências Múltiplas) e o comportamento do usuário durante sua interação com o sistema. Este utiliza uma rede neural do tipo MLP, que possibilita extrair o conhecimento do especialista a partir de exemplos (entrada/saída), associada a uma rede neural do tipo IAC que, conforme a navegação do usuário realiza a adaptabilidade.

Um aspecto importante a ressaltar é que este método permite que um especialista especifique sua estratégia didática e, caso seja necessário modificá-la, faz-se necessário apenas alterar a tabela em que são apresentadas as notas dos 124 indivíduos. Nesta tabela, ele "especifica" sua estratégia pedagógica e o sistema automaticamente fará as adaptações necessárias, não necessitando fazer alterações dos códigos dos programas implementados e nem entender sobre Inteligência Artificial.

O estudo de caso desenvolvido ensina a utilizar um monitor multiparamétrico que é equipamento eletro-médico bastante utilizado no ambiente médico, local com grande necessidade de se obter treinamentos.

Os resultados dos diversos testes realizados foram bastante satisfatórios, mostrando que a metodologia proposta é promissora. Esta metodologia pode ser usada para diversas aplicações que necessitem de treinamentos.

Referências

Antunes, Celso (2001) Como Identificar em Você e em Seus Alunos as Inteligências Múltiplas. Fascículo 4, Petrópolis: Editora Vozes.

Brusilovsky.; P. (1996) "Adaptive Hypermedia". In: User Modeling and User-adapted Interaction 11, Netherland, pp 87-110.

Chung, K.; YOON, J. (1997) "Performance Comparison of Several Feature Selection Methods Based on Node Pruning in Handwritten Character Recognition". In: Proceedings of the Fourth International Conference on, v: 1, pp. 18-20, Aug.

Da Bra, P.; Brusilovsky.; P. (2000) "Tutorial on Adaptive Hypermedia". In: Proceeding AACE ED-Media Conference Anais, Montreal.

Gardner, Howard. (2001). Estrutura da Mente. Porto Alegre: Editora Artmed.

Haykin, S. (2001) Redes Neurais: Princípios e prática. 2 ed. Porto Alegre: Bookman.

Kaplan, C.; Penwick, J. (1993) "Adaptive Hypermedia navigation based on user goals and context". In: User Modeling and user-Adapt Interaction. Vol.3, pp 193-220.