

---

# Software para Auxílio à Pré-alfabetização Infantil Baseado em Reconhecimento Inteligente de Caracteres Manuscritos

Peterson Adriano Belan<sup>1</sup>, Edilaine Petinari Nery<sup>1</sup>, Sidnei Alves de Araújo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Nove de Julho, Depto Ciências Exatas – Ciência da Computação  
Rua Diamantina 302 – (11) 6633-9074 – CEP 02117-010 – São Paulo – SP – Brasil

<sup>2</sup>Depto. Eng. Sistemas Eletrônicos – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, tr. 3,158 – (11) 3091-5605 – CEP 05508-900  
São Paulo – SP – Brasil

{peterson, edilaine}@gruponef.com.br, saraujo@uninove.br

**Resumo.** Neste trabalho propusemos o desenvolvimento de um software para auxílio na pré-alfabetização infantil, baseado no reconhecimento de caracteres manuscritos usando uma rede neural artificial supervisionada. Previamente, o software é treinado com um conjunto de letras do alfabeto escritas por crianças com idade entre cinco e sete anos, através do módulo neural que compõe seu núcleo. Após a fase de treinamento, o software que também é composto por uma interface multimídia devidamente caracterizada para interagir com a criança deve estar pronto para ser utilizado.

**Palavras-Chave** – Software educacional, inteligência artificial, redes neurais, caracteres manuscritos.

**Abstract.** In this work we have proposed the development of a software to assist kindergarten students, based on recognition of manuscript characters, using a supervised artificial neural network. Previously, the software is trained with a set of letters written by children with ages between five and seven, through the neural module that composed its kernel. After the training phase the software that is also composed by a multimedia interface characterized by the interaction with the child must be ready to be used.

**Keywords**– Educational software, artificial intelligence, neural networks, manuscript characters.

## 1 Introdução

Com as inúmeras mudanças pelas quais a educação vem passando, observam-se algumas necessidades no ambiente escolar entre as quais, a introdução da informática nas escolas. Nesse contexto, a área tecnológica tem muito a contribuir, principalmente, no que diz respeito à ampliação e melhoria dos materiais pedagógicos.

Recentes pesquisas demonstram que os computadores por si só não resolvem os problemas da educação, mas se bem utilizados podem se tornar um recurso importante no ambiente educacional [Liguori 1997]. O uso da informática na educação deve promover a criação de ambientes educacionais de tal forma que o computador seja utilizado como uma ferramenta que permita a interação entre aluno, professor e o

---

conteúdo a ser ensinado. Vale ressaltar que essa interação com as novas tecnologias deve ser contextualizada e com objetivos bem definidos [Guedes 2004].

Atualmente, a área de inteligência artificial (IA) vem contribuindo muito com técnicas empregadas no desenvolvimento de soluções voltadas ao ambiente educacional. A IA, é uma área da computação que está se expandindo rapidamente, dada a sua aplicabilidade nas mais diversas áreas do conhecimento, entre elas a educação. Os sistemas ditos “inteligentes” devem ter, basicamente, três características principais: a capacidade de armazenar conhecimento, aplicar o conhecimento adquirido para a solução de um problema e adquirir novos conhecimentos através da experiência. São várias as técnicas empregadas para criação de sistemas inteligentes e as Redes Neurais Artificiais (RNA's), as quais são exploradas nesse trabalho, é uma delas.

O objetivo desse trabalho é apresentar o desenvolvimento de um software voltado para o ensino infantil que possa auxiliar a criança no período de pré-alfabetização. A idéia básica é: o software apresenta na tela palavras incompletas com ilustrações para facilitar o raciocínio; solicita que a criança preencha lacunas com letras que devem ser escritas com o auxílio de uma caneta óptica; faça o reconhecimento dessas letras e forneça um feedback. Com isso, pretende-se estimular a criança usar o computador não apenas como ferramenta de entretenimento, mas também como complemento no seu aprendizado.

## **2 Softwares Educacionais**

Nos últimos anos, a tecnologia vem alterando a estrutura da educação, e entre estas alterações estão os softwares educacionais que têm crescido muito visando uma melhor utilização dos recursos eletrônicos disponíveis como complemento na educação. Neste sentido, o computador pode ser uma importante ferramenta para o estímulo do desenvolvimento da criatividade e do raciocínio lógico. Sendo assim, o computador não deve ser o meio principal para o ensino, mas servir como um dos recursos de auxílio para o aprendizado [Guedes 2004].

Vale ressaltar que um software educacional deve ir além de simples programas de instrução direta que ensina as crianças a contar e a decorar os nomes das capitais dos estados. Considera-se software educacional, programas que possuem estratégias pedagógicas e que podem ser usados para algum objetivo educacional, qualquer que seja a natureza ou finalidade para a qual tenha sido desenvolvido. Isso quer dizer que até mesmo programas comerciais existentes tais como processadores de textos, gerenciadores de banco de dados, planilhas eletrônicas e geradores gráficos podem ser usados para viabilizar objetivos educacionais. Por outro lado, deve-se considerar um fator muito importante em softwares educacionais: a interface, que diferentemente dos softwares comerciais tradicionais, deve receber uma maior atenção durante a fase de desenvolvimento, principalmente, do ponto de vista de usabilidade. Para isso, devem ser feitas entrevistas, avaliações e análises detalhadas das necessidades dos usuários os quais podem indicar os pontos para o sucesso da aplicação como um todo.

Um outro problema encontrado nesses softwares é a falta de suporte pedagógico. Isso porque muitos analistas não têm prestado atenção para esta característica [Oliveira 2004]. Para o sucesso dos programas educacionais faz-se necessário também, submetê-los à aprovação dos professores e outros profissionais da educação que devem ser envolvidos nos projetos, do início ao fim, avaliando e auxiliando na modelagem do

---

sistema. A falta dessa interação é um problema muito freqüente no desenvolvimento de softwares dessa natureza [Fernandes 2004].

### **3 Redes Neurais Artificiais Aplicadas no Reconhecimento de Caracteres**

As técnicas de RNA's consistem em tentar imitar a estrutura e funcionamento do cérebro humano [Haykin 1999]. Tem-se como grande objetivo, a modelagem de um "cérebro digital" para que as máquinas fiquem dotadas do poder de raciocinar, através de conhecimentos adquiridos do ambiente externo (aprendizado) [Rocha 2003]. Assim, similar ao cérebro humano, uma rede neural artificial é formada pelo agrupamento de elementos (neurônios) interligados entre si que são responsáveis pelo processamento das informações.

As RNA's têm sido bastante utilizadas atualmente nas mais diversas áreas e aplicações possíveis como matemática, estatística, física, computação, engenharia, entre outras, sendo geralmente empregadas em reconhecimento de padrões, percepção, controle motor, jogos, etc. Atualmente, existem vários modelos de RNA's, cada um deles mais adequado para um determinado tipo de problema. Neste trabalho, enfocaremos um modelo supervisionado bastante conhecido como Multi Layer Perceptron (MLP) que é treinado com um algoritmo de retro-propagação de erro denominado Backpropagation.

#### **3.1 Multi Layer Perceptron**

O MLP é caracterizado por possuir uma ou mais camadas ocultas, além das camadas de entrada e saída, que possibilitam a rede mapear, com eficiência, padrões de entrada com estruturas similares, para saídas diferentes. Para isso, as camadas ocultas funcionam como detectores de características permitindo que a rede crie sua própria representação do problema [Rich 1994], enquanto a camada de saída tem a função de receber os estímulos da última camada oculta e construir o padrão que será a resposta.

O treinamento do MLP é composto por duas fases. Na primeira, quando um padrão é apresentado à rede através da camada de entrada, o sinal de ativação é propagado até a camada de saída, produzindo uma resposta. Na segunda fase, a saída obtida é comparada com a saída desejada e um sinal de erro é produzido. Este sinal de erro é então retro-propagado desde a camada de saída até a camada de entrada, e os pesos sinápticos vão sendo ajustados para que a resposta da rede se aproxime da resposta desejada.

#### **3.2 Algoritmo Backpropagation**

O algoritmo backpropagation é um dos mais utilizados atualmente para treinar as redes MLP. Como qualquer algoritmo de RNA, seu objetivo é o ajuste dos pesos sinápticos da rede. O treinamento de uma RNA baseado nesse algoritmo, normalmente utiliza um grande esforço computacional, com muitas iterações para que se obtenha uma resposta desejada. Esse treinamento pode ser acelerado utilizando a técnica de aumentar linearmente a taxa de aprendizado que normalmente é um número muito próximo a zero, mas se esta alteração não for muito bem calculada pode causar instabilidades na rede [Russell 2004].

### 3.3 Reconhecimento de Caracteres

O reconhecimento de caracteres é um problema que pode ter muitos objetivos. Sua utilização tem sido estudada ao longo tempo e inicialmente só era possível o reconhecimento de caracteres impressos e de fontes pré-definidas [Silva 2002, Gonzalez 1987]. Com o surgimento das novas tecnologias, tornou-se possível o reconhecimento de caracteres manuscritos com bons resultados. Esta tarefa é conhecida também como Reconhecimento Inteligente de Caracteres (ICR) que é um dos objetos de estudo neste trabalho. Em alguns tipos de OCR (Reconhecimento Óptico de Caracteres), trabalha-se com formatos pré-definidos e os caracteres são comparados apenas pela sua similaridade. Já no ICR, existe uma variação de amostras muito grande, pois dificilmente existem dois indivíduos com as letras idênticas. São muitas as técnicas empregadas na tarefa de reconhecimento de caracteres manuscritos. Nesse trabalho, como já mencionado, utilizamos uma Rede Neural Artificial do tipo MLP treinada com o algoritmo backpropagation. Assim, a neural compõe o “núcleo” do software proposto.

## 4 Metodologia de Desenvolvimento do Software

Utilizamos para implementação do software proposto neste trabalho, a linguagem C++ para o desenvolvimento do algoritmo backpropagation e a linguagem Visual Basic (VB) para implementação da interface gráfica responsável pela comunicação com o usuário. O sistema está dividido em três módulos básicos: um responsável pela interface, outro pelo treinamento e o terceiro pela tarefa de reconhecimento de caracteres. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, um esquema em blocos dos módulos do software e sua interface em pleno funcionamento.



Figura 1. Estrutura do sistema proposto.



Figura 2. Ilustração da interface do software.

---

Dado que o software para ser utilizado requer treinamento, coletamos 780 amostras de caracteres de trinta crianças distintas. O conjunto de treinamento foi composto por 650 letras e o conjunto de testes constituído pelas 130 restantes. Tanto no treinamento quanto na seção de testes, utilizamos quantidades iguais de cada letra do alfabeto.

A interface do software, ilustrada na Figura 2, possui recursos visuais de fácil compreensão com imagens e cores que representam o objetivo a ser alcançado e conta ainda com um recurso multimídia, emitindo um som correspondente à letra que está sendo solicitada para a criança escrever. Para tornar o software bastante simples, na interface estão localizados apenas alguns objetos tais como: área para a entrada da letra e três botões de ação: o primeiro para executar a rotina de reconhecimento, o segundo para limpar a área de escrita e um terceiro para sair da aplicação. Há ainda uma área onde é apresentada a figura correspondente à questão que deve ser resolvida e por fim, uma imagem e um som sinalizando se a criança acertou ou não a tarefa proposta.

#### 4.1 Pré-processamento

Para que as imagens dos caracteres pudessem compor o conjunto de treinamento da RNA, foi necessária uma fase de pré-processamento, composto de duas etapas: captura e escalonamento da imagem.

A área reservada para a entrada dos caracteres manuscritos tem um tamanho pré-definido de 200 x 200 pixels. Após a aquisição do caractere, é feito o escalonamento e a imagem (binária) resultante passa ter o tamanho de 20 x 20 pixels, os quais compõem a entrada da RNA. Esse procedimento é demonstrado na Figura 3 abaixo. Vale ressaltar que este processo deve ser repetido durante o uso do software, cada vez que a criança escreve uma letra e solicita que o mesmo avalie.

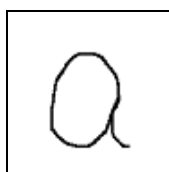


Figura 3.1 - Imagem do caractere em seu formato original (200 x 200 pixels).

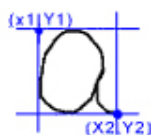


Figura 3.2 - Imagem do caractere sem as partes inutilizadas da área de captura (122 x 122 pixels).



Figura 3.3 - Imagem do caractere no tamanho final (20 x 20 pixels).

**Figura 3. Exemplo do processo de escalonamento.**

#### 4.2 Características da RNA proposta

A RNA proposta (Figura 4) possui duas camadas ocultas. Sua estrutura é composta por 400 neurônios de entrada (de acordo com a quantidade de pixels da imagem pré-processada do caractere), 26 neurônios na primeira camada oculta, 78 neurônios na segunda camada oculta e 26 neurônios na camada de saída (cada um para representar uma letra do alfabeto).

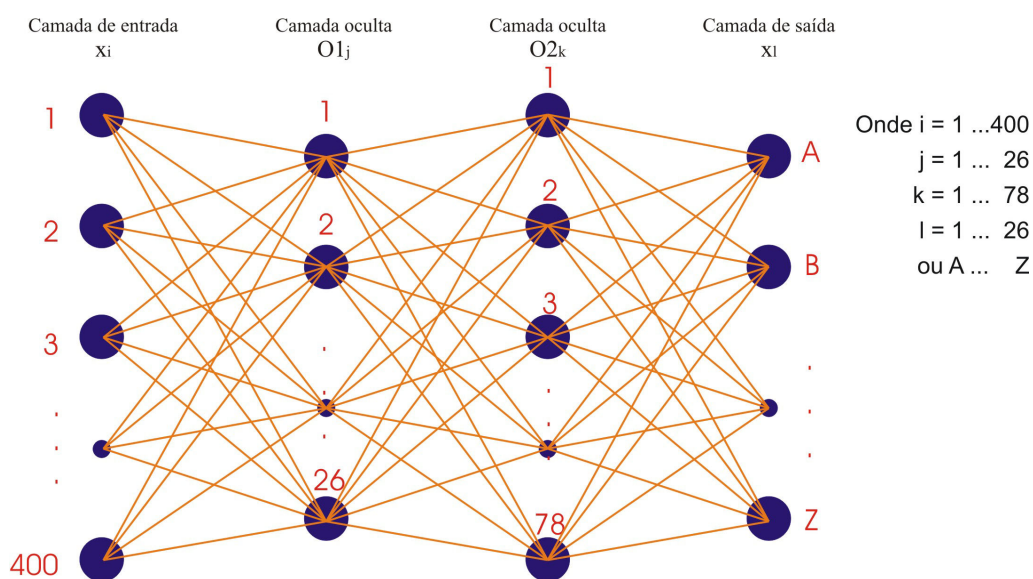


Figura 4. Representação da RNA proposta.

## 5 Resultados Experimentais

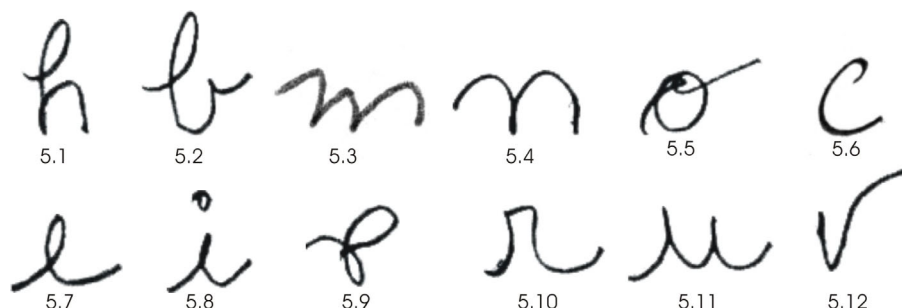
Para averiguar o desempenho do software proposto, realizamos o treinamento da rede neural (núcleo da aplicação) com o conjunto de 650 imagens (25 imagens de cada letra) e depois testamos o software com as 130 imagens restantes (5 imagens de cada letra). Os resultados desta sessão de testes são sintetizados na Tabela 1 abaixo. Vale lembrar que os caracteres usados na fase de testes do software não faziam parte do conjunto de treinamento e foram escritos por crianças de 5 a 7 anos, exclusivamente para essa finalidade.

Tabela 1. Resultados gerais obtidos com os testes realizados.

Letra	Acertos	Erros	erro		Letra	Acertos	Erros	erro
A	05	00	0 %		N	05	00	0 %
B	04	01	20 %		O	05	00	0 %
C	05	00	0 %		P	04	01	20 %
D	05	00	0 %		Q	05	00	0 %
E	05	00	0 %		R	04	01	20 %
F	05	00	0 %		S	05	00	0 %
G	05	00	0 %		T	05	00	0 %
H	04	01	20 %		U	04	01	20 %
I	05	00	0 %		V	04	01	20 %
J	05	00	0 %		X	05	00	0 %
K	05	00	0 %		W	04	01	20 %
L	05	00	0 %		Y	04	01	20 %
M	05	00	0 %		Z	05	00	0 %
					<b>Totais</b>	<b>122</b>	<b>08</b>	<b>6,15</b>

---

Analisando os dados da Tabela 1 percebe-se que houve dificuldades no reconhecimento de alguns caracteres como “b”, “h”, “p”, “r”, “u”, “v”, “w” e “y”. Na Figura 5 apresentamos alguns caracteres utilizados na fase de testes da rede, os quais nos fornecem esses indícios.



**Figura 5 – Caracteres utilizados na fase de testes.**

Observamos que uma das principais dificuldades da rede neural foi a extração das características intrínsecas dos caracteres, uma vez que algumas letras distintas possuem partes muito semelhantes, o que confunde a rede. Podemos citar como exemplo as letras “h” e “b”, que possuem traços similares, como pode ser visto nas Figuras 5.1 e 5.2. Esse mesmo problema pode ser percebido nas Figuras 5.7 e 5.8, onde praticamente o que diferencia as letras “e” e “i” é uma maior abertura na parte superior da letra “e”. No entanto, existem letras, tais como “o” e “c”, que tem características bastante particulares, como podemos observar nas Figuras 5.5 e 5.6.

Os resultados nos mostraram que a parametrização da rede é de extrema importância, visto que não há uma referência que forneça os parâmetros necessários para a resolução de um determinado problema. Assim, todos os parâmetros que definem a estrutura de uma rede neural devem ser obtidos por meio de exaustivos testes.

Como podemos observar na Tabela 1, obtivemos bons resultados. Isso pelo fato de termos obtido algum êxito na parametrização da rede e também pela forma como foi realizado o pré-processamento das imagens de entrada.

Outro ponto que podemos destacar é a interface do software, a qual procuramos deixar o mais simples possível visando o nosso público-alvo. Isso foi conseguido devido a algumas pesquisas realizadas em trabalhos relacionados a softwares educacionais.

Em relação às ferramentas utilizadas no desenvolvimento do software, acreditamos que foi uma boa escolha, pois se mostraram adequadas para cada propósito, dada às características específicas dessas linguagens.

## **6 Conclusão**

Neste trabalho, desenvolvemos um software de auxílio à pré-alfabetização infantil baseado no reconhecimento de caracteres manuscritos por uma RNA supervisionada. Após os testes realizados, os quais descrevemos na seção anterior, acreditamos que esse software pode auxiliar na pré-alfabetização infantil, pois mostramos que, embora seja uma aplicação com uso de recursos de inteligência artificial, a simplicidade e usabilidade da interface podem tornar uso do computador muito atrativo.

Tendo em vista o percentual de erro obtido, 6,15% na média, acreditamos que o software demonstrou um bom desempenho. Podemos afirmar também que a

---

configuração do módulo neural foi um fator de extrema importância para o software, dadas algumas dificuldades que descrevemos na tarefa de reconhecimento dos caracteres. Fica o desafio de a partir deste modelo, criar um software mais completo que reconheça palavras ou até mesmo frases, para que a qualidade do auxílio no aprendizado da criança seja ainda melhor. Além disso, uma interface inteligente adaptável ao aluno, proporcionando uma melhor usabilidade, também seria uma proposta interessante.

## Referências

- Fernandes, L. S., Raabe A. L. A., Benitti, F. B. V., “Interface de Software Educacional: Desafios de Design Gráfico”, In: *IV Congresso Brasileiro de Computação (CBComp2004)*, p. 254-258, Itajaí, SC, 2004.
- Gonzalez, R. C., Wintz, P., “Digital Image Processing”, 2. nd., Addison-Wesley, MA, 1987.
- Guedes, J. R., Guedes, C. L., “Produção de Software Educativo através de um Projeto Interdisciplinar”, In: *IV Congresso Brasileiro de Computação (CBComp2004)*, p. 223-228, Itajaí, SC, 2004.
- Haykin, S., “Neural Networks – A Comprehensive Foundation”, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- Liguori, L. M., “As novas tecnologias da informação e da comunicação no campo dos velhos problemas e desafios educacionais”. In: *Tecnologia Educacional: política, histórias e propostas*, p. 78-97, Porto Alegre, 1997.
- Oliveira, A. A. F. O., Cruz, D. T., Ezequiel, J. P., “Interface Homem-Computador para Desenvolvimento de Software Educativo”, In: *IV Congresso Brasileiro de Computação (CBComp2004)*, p. 219-222, Itajaí, SC, 2004.
- Rich, E., Knight, K., “Inteligência artificial”, Makron Books, São Paulo, 1994.
- Rocha Fernandes, A. M., “Inteligência Artificial – Noções Gerais”, Visual Books, Florianópolis, SC, 2003.
- Russell, S., Norvig, P., “Inteligência Artificial”, 2<sup>nd</sup> ed., Editora Campus, Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- Silva, E., “Reconhecimento Inteligente de Caracteres Manuscritos”, <http://www.ipanema.ime.eb.br/teses/2002/eugenio.zip>, Tese de Mestrado, 2002. Acessado em Março de 2004.