

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO**

Mario Gonsales Ishikawa

**SISTEMA DE APOIO AO RELACIONAMENTO
ENTRE CASAIS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL CONEXIONISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Jovelino Falqueto, Dr.
Orientador

Florianópolis, Outubro de 2004

SISTEMA DE APOIO AO RELACIONAMENTO ENTRE CASAIS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL CONEXIONISTA

Mario Gonsales Ishikawa

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi aprovado em sua forma final pelo Curso de em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Jovelino Falqueto, Dr.

Orientador

Prof. Luis Fernando Friedrich, Dr.

Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof. Emilio Takase, Dr.

Prof. Lúcia Helena Pacheco, Dra.

”Todos nós temos mais coragem do que alguma vez
sonhávamos ter.”
(Dale Carnegie)

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que participaram de forma direta nesse trabalho. Agradeço ao Prof. Jovelino Falqueto, pela participação no trabalho como orientador e por suas valorosas dicas, a Prof. Lúcia Helena Pacheco, por ter recebido o trabalho de forma tão animadora e ao Prof. Emilio Takase, por suas inestimáveis contribuições e opiniões, pela motivação e votos de confiança e pela participação ativa nesse trabalho. Agradeço aos meus amigos, alunos de graduação em Psicologia, Jean Carlos Natividade e Juliana de Souza, pela contribuição essencial, junto com o Prof. Emilio Takase na parte que diz respeito a psicologia. Agradeço também a todos que me ajudaram de forma indireta neste trabalho. Agradeço a meus pais e a minha irmã, e a todos os meus amigos da UFSC pelo apoio durante esse período. Agradeço a Paloma Gonsales Ishikawa e Cleunice Horst, que mesmo que indiretamente me motivaram neste trabalho. E finalmente, agradeço a Deus, por ter me guiado até este momento.

Sumário

Lista de Figuras	viii
Lista de Símbolos	ix
Resumo	x
Abstract	xi
1 Introdução	1
1.1 Tema	1
1.2 Delimitação do Tema	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo Geral	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Motivação	3
1.5 Problema	5
1.6 Estrutura do trabalho	5
2 Aspectos Psicológicos	7
2.1 Introdução	7
2.2 Relacionamentos	7
2.3 Fatores Psicológicos	8
2.4 Conclusão	10

3 Aspectos Computacionais	11
3.1 Introdução	11
3.2 Inteligência Artificial	11
3.3 Redes Neurais Artificiais e Neurônios	12
3.4 Perceptron	13
3.5 Conclusão	15
4 Desenvolvimento do Sistema	16
4.1 Introdução	16
4.2 Visão Geral do Sistema	16
4.2.1 Primeiro nível de rede	17
4.2.2 Segundo nível de rede	18
4.2.3 Terceiro nível de rede	19
4.3 Funcionamento do Sistema	20
4.4 Exemplo de Funcionamento	22
4.5 Banco de Dados	25
4.5.1 Ferramentas utilizadas	26
4.5.2 Armazenamento de parâmetros iniciais	27
4.5.3 Armazenamento de Sinapses	28
4.5.4 Armazenamento de valores operacionais	29
4.6 Codificação do Sistema	30
4.6.1 Classes utilizadas	30
4.6.2 Ferramentas Utilizadas	30
4.6.3 Padronização na codificação	31
4.6.4 Considerações sobre o Perceptron	31
4.7 Conclusão	32
5 Conclusões	33
6 Sugestões de Trabalhos Futuros	35
6.1 Desenvolvimento de novas interfaces	35

6.2	Utilização de novas bases de decisão	35
6.3	Acompanhamento do casal com sistema dimensional	36
	Referências Bibliográficas	37
A	Questionário	39
B	Modelagem do banco de dados	47
C	Diagrama de classes	49
D	Fontes	51
E	Artigo	68
	Referências Bibliográficas	77

Lista de Figuras

3.1	Neurônio Biológico	13
4.1	Modelagem do sistema em alto nível	18
4.2	Tela Inicial	20
4.3	Questionário	21
4.4	Nível de Categoria	23
4.5	Nível de Aspectos	24
4.6	Exemplo de Resposta do Sistema	24
B.1	Modelo do Banco de dados	48
C.1	Diagrama de classes	50
E.1	Modelagem do sistema em alto nível	73

Lista de Siglas

CRM	Customer Relationship Management
ERP	Enterprise Resource Planning
HTML	HyperText Markup Language
IA	Inteligência Artificial
IAC	Inteligência Artificial Conexionista
IIS	Internet Information Server
MLP	Multi Layer Perceptron
MSDE	Microsoft SQL Server Desktop Engine
RNA	Rede Neural Artificial
SQL	Structured Query Language
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UML	Unified Modeling Language
WAP	Wireless Application Protocol
XOR	Exclusive Or

Resumo

O presente trabalho apresenta-se como um sistema para diagnosticar/qualificar relacionamentos entre casais, com o intuito de apoiar psicólogos em terapias de casal.

Será apresentado uma breve referência aos estudos de Psicologia na área de relacionamentos, e em seguida será apresentada a modelagem proposta para este sistema e sua implementação.

Este trabalho visa suprir uma deficiência na integração entre a Psicologia e a Computação, propondo um sistema computacional para ajudar (e não substituir) o psicólogo.

Abstract

This work describes using neural networks to qualify couple relationships to help psychologists in couple therapies.

It will be shown a short reference to Psychology studies about relationships, and then it will be proposed a model for this system and its implementation.

This work intends to supply a necessity in the integration between Psychology and Computer Science, proposing a computer system to help (and not to substitute) the psychologist.

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo será destacado o tema e a motivação para o desenvolvimento deste projeto, contextualizando-o e apresentando seus objetivos gerais e específicos, além da forma como iremos apresentá-lo.

1.1 Tema

O tema principal neste trabalho é a Inteligência Artificial, mais precisamente Inteligência Artificial Conexionista, utilizando redes neurais, modeladas como perceptrons multi-camadas, para cumprir com o objetivo de ajudar o psicólogo no diagnóstico de relação entre casais.

Em resumo, é um sistema de Inteligência Artificial para ser utilizado na área de Psicologia, em relacionamentos.

1.2 Delimitação do Tema

Apesar de num primeiro momento diversos aspectos terem sido levantados e apontados como importantes para um aperfeiçoamento do sistema, alguns itens não são contemplados, dado o nível de complexidade e o nível de graduação do trabalho.

Este sistema limita-se a diagnosticar, com notas de 0 a 10 os relacionamentos de casais cadastrados, com base no perfil de cada indivíduo do casal.

Algumas características que seriam interessantes, como por exemplo, o acompanhamento do casal ao longo do tempo, com relatórios sobre evolução do relacionamento, não serão abordados. O exemplo citado demandaria uma complexidade muito maior na área de psicologia e a implementação, além do banco de dados relacional, de um banco de dados dimensional para o desenvolvimento de um DataWarehouse, além de mais aplicações em nível de interface para isso.

Este sistema visa diagnosticar o relacionamento no momento atual.

A modelagem foi feita de modo que o sistema possa ser facilmente adaptado a outros sistemas de banco de dados e interface. A interface utilizada neste sistema é com base em "Forms" do arquivo executável. Apesar de ser possível recompilar o software e adaptá-lo a um servidor de páginas para uma interface WEB ou WAP, este não é o objetivo deste trabalho no presente momento.

O diagnóstico do relacionamento é feito com base no comportamento do casal como um todo, não levando em consideração a capacidade de cada indivíduo de se adaptar a um relacionamento ou sua inteligência emocional.

Apesar da grande importância, este trabalho não visa detalhar de forma profunda as bases psicológicas que influenciaram nas definições de cada questão a ser respondida pelos indivíduos ou como as respostas são tratadas, visto que, apesar de fazer parte do projeto, deixaria a monografia de um trabalho de Sistemas de Informação demasiadamente complexa com referências bibliográficas extra-disciplinares.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Propor e desenvolver um sistema que, utilizando-se de redes neurais, forneça ao psicólogo parâmetros a mais sobre o relacionamento de um casal.

1.3.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Apresentar de forma breve os aspectos da Psicologia abordados;
- Apresentar a modelagem do software;
- Apresentar a modelagem do banco de dados;
- Demonstrar o funcionamento do sistema, indicando como são as entradas, saídas e as interações entre os módulos de software e banco de dados;
- Apresentar como os dados são armazenados no banco de dados;
- Apresentar como é feito o diagnóstico;

1.4 Motivação

O presente trabalho apresenta-se a princípio com um tema diferente da área de formação do graduando, propondo algo complexo de se trabalhar, por se tratar de uma pequena parte do comportamento humano. Para tais considerações vale a justificativa de que a computação não deve ser vista como o fim. A computação é o meio. Na visão do aluno, a computação é o meio para que o ser humano conquiste melhor qualidade de vida. Os trabalhos desenvolvidos na área da computação estão sempre fundamentados na otimização ou acompanhamento de algum processo, para no fim ter contribuído para algum objetivo que não é a computação em si, salvo em alguns casos onde a computação é usada como meio e não diretamente como fim, apesar de indiretamente estar visando algum outro objetivo.

A maioria dos trabalhos, no entanto, dizem respeito a áreas fortemente ligadas à computação, em temas onde recentemente tem-se investido muito em recursos de pesquisa e desenvolvimento, como segurança, redes de computadores, formas de modelagem de software, engenharia de software, etc. Muitos desses trabalhos apresentam como fim uma outra aplicação da área da computação, como por exemplo, ao aplicar um tipo de modelagem para então conseguir resolver um problema computacional de forma mais apropriada.

Tais trabalhos são de extrema importância prática para o desenvolvimento da computação tanto em termos científicos/acadêmicos quanto de forma prática na contribuição que são apresentadas nos ambientes empresariais e domésticos no dia a dia, uma vez que a área da computação cresce em grande velocidade e cada vez mais subáreas vão surgindo, sendo necessário um grande número de trabalhos e áreas de estudo específicas para subsidiar pesquisas que chegam então de forma mais próxima e direta ao objetivo principal da computação, que é ajudar o homem no seu dia a dia.

Apesar do crescente avanço da computação, o intercâmbio cultural com outras áreas de estudo ainda é fraco. A computação é amplamente utilizada para fins estatísticos, e ultimamente tem sido muito utilizada para sistemas administrativos como sistemas de CRM (Customer Relationship Management) e ERP (Enterprise Resource Planning).

Mesmo com os avanços percebidos na Inteligência Artificial ainda é fraco a integração da computação com muitas outras áreas como é o caso da Psicologia (que é uma das bases da Inteligência Artificial). Apesar da forte ligação da Inteligência Artificial com a Neurociência, sistemas inteligentes têm sido apresentados para solucionar problemas computacionais diversos, sem muita relação com a psicologia, assim como as outras áreas da computação.

Tem-se percebido uma carência de recursos computacionais que possam auxiliar psicólogos em tratamentos, terapias, pesquisas, assim como já acontece em outras áreas o subsídio da computação atuando como meio para ajudar com que uma finalidade seja atingida.

Este trabalho tem como objetivo apresentar-se como ferramenta para auxiliar psicólogos no acompanhamento de relacionamento de casais. Muita coisa mudou nos últimos anos no que diz respeito a relacionamentos. Tem-se percebido uma forte descontinuidade nos relacionamentos, em função de inúmeras variáveis. Muitos artigos são publicados sobre o tema anualmente. Muita pesquisa é feita em cima desse tema na área da psicologia. O presente trabalho pode ser um pequeno braço no desenvolvimento dessa área, auxiliado por um sistema computacional e baseado em Inteligência Artificial. Tal trabalho não pretende de forma alguma ser uma solução única e definitiva para o tema, mas sim uma ferramenta de escopo restrito e com objetivo de servir de ajuda nessa área tão complexa.

O sistema a ser descrito a seguir, visa auxiliar os psicólogos, conforme já citado, oferecendo um diagnóstico sobre relacionamentos entre casais, qualificando o relacionamento de cada casal que se proponha a participar. O sistema apresenta como resultado não apenas a qualificação para o relacionamento, mas também pontos fortes e fracos, indicando o que pode ser melhorado.

1.5 Problema

Conforme apresentado de forma geral nas outras seções, este trabalho visa uma solução para uma ferramenta que auxilie psicólogos no diagnóstico e qualificação de relacionamento entre casais.

Assim sendo, este sistema deve:

- Apresentar questões específicas da área de psicologia para cada indivíduo do casal e armazenar suas respostas;
- Processar as informações recebidas (respostas das questões) e apresentar diagnósticos/qualificações parciais dentro de aspectos específicos da psicologia;
- Processar as qualificações parciais fornecendo um diagnóstico/qualificação geral para o casal;

1.6 Estrutura do trabalho

Primeiramente este trabalho procura fornecer uma breve explicação sobre a área de estudo envolvida de modo que o desenvolvimento do trabalho possa ser compreendido.

Num primeiro momento são apresentados os aspectos psicológicos do trabalho, apresentando o domínio do problema e algumas definições.

Em seguida é apresentado a parte teórica referente a Inteligência Artificial. Neste ponto serão apresentados os conceitos de IA utilizados no trabalho.

Após apresentada a teoria envolvida no trabalho, é então apresentada a modelagem proposta em si, demonstrando as tecnologias e ferramentas empregadas e suas justificativas. Nesta etapa o funcionamento do sistema é explicado de forma detalhada. Ainda nesta fase é apresentado a modelagem do banco de dados e a modelagem do software.

Por fim, o trabalho conclui com as considerações finais acerca dos objetivos, apresentando propostas de trabalhos futuros e pretensões de expansão do projeto.

Capítulo 2

Aspectos Psicológicos

2.1 Introdução

Neste capítulo será apresentado o domínio do problema para posterior solução computacional, demonstrados as áreas da psicologia que serão abordadas

2.2 Relacionamentos

Um relacionamento certamente não é algo simples de se modelar e de se prever tal como um problema matemático. São muitas as variáveis envolvidas para que um relacionamento possa ser totalmente modelado e previsto.

Muitas coisas porém já são conhecidas e muitos estudos, através de métodos estatísticos, por exemplo, têm verificado muitos padrões de comportamento e desenvolvimento dentro de um relacionamento.

Estudos psicológicos mostram que crianças que se sentiram seguras e protegidas com os pais durante a infância, vivem, na fase adulta, uma maior intimidade em seus relacionamentos amorosos e sentem mais satisfação sexual [SK 04].

Analisando por um determinado aspecto, afirma-se que apenas nos interessamos pelos outros em função de fatores biológicos [JOS 96].

Existem diversos livros e artigos abordando a questão do relacionamento entre

casais de diversas naturezas sob aspectos psicológicos.

Leil Lowndes [LOW 02] apresenta a teoria da equidade, onde as pessoas possuem um "valor de mercado". A autora afirma ainda que quanto mais qualidades você apresentar, maiores as chances de se dar bem no amor. Seus estudos listam seis qualidades importantes em sua teoria da equidade:

- Aparência física;
- Posses ou dinheiro;
- Status ou prestígio;
- Informação ou conhecimento;
- Boas maneiras sociais ou personalidade;
- Natureza interior;

Os exemplos citados demonstram que muito se tem feito para ampliar a base de conhecimento sobre relacionamentos na área de psicologia. Este trabalho procura utilizar dos resultados destes estudos para servir de base na tomada de decisões das redes neurais que qualificarão o relacionamento dos casais.

2.3 Fatores Psicológicos

Foram selecionadas três áreas da psicologia, que serão sempre descritas no trabalho como **Aspectos**. Os aspectos foram selecionados em conjunto com os alunos de graduação em Psicologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Jean Carlos Natividade e Juliana de Souza e com o professor de Psicologia da mesma instituição, Emilio Takase.

Os aspectos selecionados são:

- Biológico;
- Cultural;

- Social;

Para cada um destes aspectos serão observados outros nove fatores, aqui chamados de categorias. As nove categorias são as mesmas para os três aspectos e são as seguintes:

- Diálogo com o parceiro;
- Confiança no parceiro;
- Interesses afins;
- Atração pelo outro;
- Conhecimento do outro;
- Auto-conhecimento;
- Admiração pelo outro;
- Objetivos de vida;
- Objetivos no relacionamento;

A base de conhecimento para este trabalho é fortemente fundamentada no aspecto biológico da psicologia.

Dentro da psicologia, a perspectiva biológica do estudo dos seres humanos procura relacionar o comportamento observado a eventos elétricos e químicos dentro do corpo. Desta forma, essa abordagem busca identificar os processos neuro-biológicos responsáveis por determinado comportamento e processo mental. Na depressão, por exemplo, a abordagem biológica procura compreender o transtorno com base em mudanças anormais nos níveis de neuro-transmissores [RLA 02].

No aspecto biológico será tratado o fator genético, ou seja, o comportamento com base na evolução da espécie humana. Dentro dessa linha pode-se extrair dados importantes para a formação deste trabalho. Como exemplo, podemos citar a explicação de Robert Wallace [WAL 85] para a diferença de opinião com relação a sexo casual entre homens e mulheres. Como a mulher disponibiliza em sua vida um tempo muito maior do

que o homem para a reprodução, ela deve ser seletiva, escolhendo um homem que não somente lhe dará um filho sadio, como também lhe ajude na criação do mesmo. Para o homem, vale o inverso. Para a disseminação dos seus genes é mais interessante que consiga o maior número de parceiras possível.

As questões apresentadas aos usuários foram elaboradas pelos colaboradores com base em bibliografias, como [WAL 85] com forte embasamento biológico. Outra bibliografia consultada foi o best-seller "Homens são de Marte, mulheres são de Vênus", de John Gray [GRA 95].

As questões elaboradas com base nos aspectos sociais e culturais, visam identificar o relacionamento nestes aspectos de forma direta, mas de forma indireta também relaciona-se com o aspecto biológico, pois o comportamento associado a fatores sociais e culturais tem na base biológica sua fundamentação.

As questões utilizadas podem ser consultadas nos anexos.

2.4 Conclusão

Neste capítulo foi feita uma breve apresentação do domínio do problema. Foram explicados os que servem de base para as redes neurais do sistema, e apresentado uma breve referência aos aspectos psicológicos do trabalho, justificando a utilidade do sistema em meio a uma crescente área de estudos.

Capítulo 3

Aspectos Computacionais

3.1 Introdução

Para resolver o problema apresentado no capítulo anterior, foi modelado um sistema computacional baseado em redes neurais. Este capítulo visa apresentar as tecnologias empregadas no sistema. O desenvolvimento do sistema em si é tema do capítulo seguinte.

3.2 Inteligência Artificial

O que hoje é chamado de Inteligência Artificial é um ramo da ciência da computação relativamente novo (nascido oficialmente em 1956), mas ao mesmo tempo muito antigo, pois possui suas bases em idéias filosóficas, científicas e tecnológicas herdadas de outras ciências, algumas muito antigas como a lógica [BIT 98].

O objetivo central da IA é ao mesmo tempo teórico, uma vez que visa a criação de teorias e modelos para a capacidade cognitiva, e também prático, na implementação de sistemas baseados nestes modelos [BIT 98].

Definir de forma totalmente precisa o termo IA é tão complicado quanto definir a própria inteligência. Sobre a inteligência, Minsky [MIN 88] sugere, de forma um tanto vaga: "Inteligência é a habilidade de resolver problemas difíceis". Parece notável a

ausência da definição, então, do que é difícil, e para quem é difícil.

Alan Turing propôs um teste para definir se determinada máquina pode ser considerada inteligente. Se uma pessoa estiver conversando com uma segunda parte, sem contato visual com esta segunda parte, de forma que, independente das perguntas que a pessoa faz, não há como saber ao certo se a outra parte é realmente uma máquina, de modo que pode-se passar como ser humano.

De forma geral, podemos definir a IA como sendo a capacidade de uma máquina de resolver problemas cuja complexidade e necessidade de bom senso não permitem que o mesmo seja resolvido com uma inteligência inferior a encontrada nos seres humanos.

Um sistema em IA não precisa necessariamente ser tão complexo como o ser humano para ser considerado um sistema dessa categoria. Esse é na verdade um ponto ainda distante e polêmico.

O sistema em IA pode ser um sistema especialista. Um sistema especialista é um sistema capaz de resolver problemas em um domínio específico. Sistemas especialistas são muito utilizados na manipulação de símbolos, ao resolver problemas como reconhecimento de linguagem natural ou imagens [FHR].

A partir dessa definição, o presente sistema pode ser visto como um sistema especialista, pois utiliza de técnicas de IA para resolver um problema específico, no caso, o diagnóstico/qualificação de relacionamento entre casais.

A solução proposta apresenta redes neurais artificiais (RNA's) para resolver o problema. Os estudos em RNA fazem parte da Inteligência Artificial Conexionista (IAC).

Sobre a IAC, se for construído um modelo suficientemente preciso do cérebro, este modelo apresentará um comportamento inteligente. Se apenas uma pequena parte do cérebro for reproduzida, a função exercida por esta parte emergirá do modelo [BAR 97].

3.3 Redes Neurais Artificiais e Neurônios

Uma RNA é composta de neurônios artificiais inspirados no correspondente biológico.

No sistema biológico, o neurônio é a célula transmissora de informações no sistema nervoso. O neurônio é formado por três partes, conforme mostra a figura 3.1:

- Dendritos: coleta informações de outros neurônios;
- Corpo Celular: integra as informações coletadas;
- Axônio: envia as informações para outros neurônios;

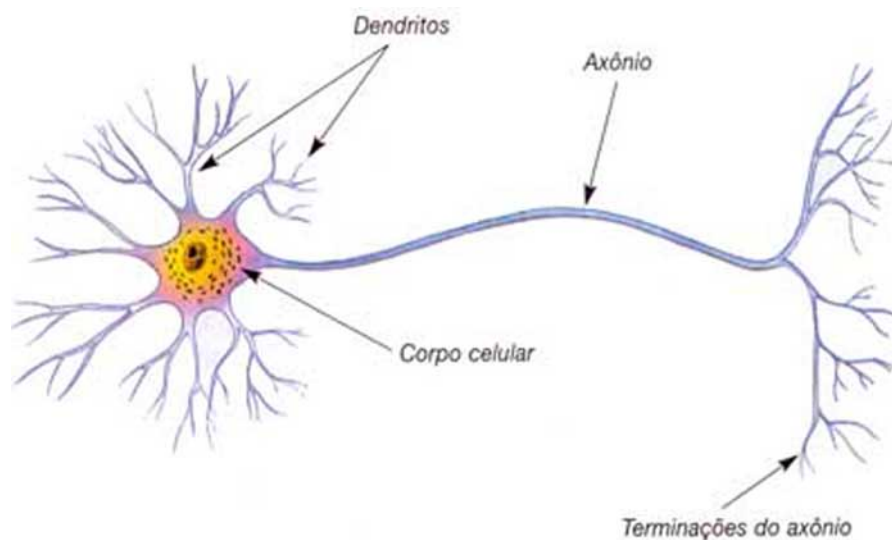


Figura 3.1: Representação gráfica de um neurônio biológico e sua composição

Alguns cientistas acreditam que determinada função pode ser atribuída a um único neurônio. Alguns estudos tentam indicar que em alguns pássaros, um único neurônio seja responsável pelo canto. A maioria dos cientistas no entanto acreditam que os neurônios trabalham juntos em grupos de centenas a milhares para produzir determinado aspecto do comportamento [KOL 02]. Essa segunda opção é o modelo de base para as RNA's.

As conexões entre neurônios biológicos e artificiais são chamadas de sinapses. A sinapse pode ser excitatória, ou seja, quando estimula o neurônio seguinte, ou inibitória, quando inibe o neurônio em sequência.

3.4 Perceptron

Conforme aponta [FAL 02], por volta dos anos 50, Frank Rosenblatt desenvolveu um algoritmo para um modelo de rede que foi chamada de Perceptron. O modelo possuía

duas camadas de neurônios, sendo uma camada de entrada e outra de saída, visando o aprendizado supervisionado, ou seja, a rede é treinada para fornecer uma determinada saída para cada conjunto de entradas, caso possível.

Essa modelagem porém possui a deficiência de não tratar problemas que não sejam linearmente separáveis, como o caso do XOR. Isso pode demonstrar que as redes de duas camadas não são computacionalmente completas. Posteriormente foi verificado que este problema poderia ser solucionado com a implementação de camadas intermediárias.

As redes neurais utilizadas neste trabalho são Perceptron Multi-Camadas, ou seja, possui camadas além da camada de entrada e de saída. Os perceptrons, neste caso, possuem três camadas de neurônios e utilizam o algoritmo de retropropagação para fazer o treinamento.

O treinamento de uma rede consiste em definir o conjunto de pesos de modo que o conjunto de entradas forneça o conjunto de saídas desejado.

Cada conjunto de entradas e saídas é chamado de vetor. Treinar a rede significa, desta forma, ajustar os pesos da rede de modo que a rede funcione para todos os vetores.

O algoritmo de treinamento repete muitas vezes o mesmo processo, de forma iterativa, até que a rede esteja treinada. O algoritmo de treinamento consiste em testar cada vetor e ajustar o peso caso necessário. Uma vez que o algoritmo tenha feito o teste para todos os vetores do problema, este então completou uma época. São necessárias muitas épocas para o processo de aprendizado de um perceptron.

As redes neurais com retropropagação recebem esse nome pois os pesos são ajustados durante uma fase onde o algoritmo percorre o caminho inverso da rede, ou seja, da saída para as entradas. O peso é reajustado de acordo com o erro (diferença entre o valor desejado e o valor obtido).

Informações mais detalhadas acerca do funcionamento e algoritmos de treinamento do perceptron podem ser encontradas em [FAL].

3.5 Conclusão

Neste tópico foram apresentados conceitos relacionados a IA e RNA. Foi procurado direcionar a ênfase para os objetos de estudo utilizados neste trabalho e que serão mostrados em uso no capítulo seguinte, ao demonstrar o desenvolvimento do trabalho.

Capítulo 4

Desenvolvimento do Sistema

4.1 Introdução

Neste capítulo será apresentado a modelagem do sistema, abordando banco de dados, software e o sistema em si, em uma visão de mais alto nível.

Serão apresentadas as ferramentas utilizadas e as justificativas para a escolha das mesmas.

4.2 Visão Geral do Sistema

Conforme já apresentado, o domínio do problema consiste em questões pertencentes ao mesmo tempo a três aspectos e nove categorias, a saber:

Aspectos

- Biológico;
- Cultural;
- Social;

Categorias

- Diálogo com o parceiro;

- Confiança no parceiro;
- Interesses afins;
- Atração pelo outro;
- Conhecimento do outro;
- Auto-conhecimento;
- Admiração pelo outro;
- Objetivos de vida;
- Objetivos no relacionamento;

Conforme figura 4.1, temos diversas redes atuando em três níveis diferentes. São no total, 27 perceptrons no primeiro nível, três perceptrons no segundo e um perceptron no terceiro e último nível. Antecedendo o primeiro nível temos as respostas ao questionário, cada resposta com valores variando entre 1 e 5 (valores inteiros). A saída do sistema é a saída da rede do último nível, que retorna um valor entre 0 e 10, para ser utilizado como parâmetro pelo psicólogo.

4.2.1 Primeiro nível de rede

O primeiro nível é o nível das categorias. Neste nível cada categoria dentre as apresentadas acima é representada três vezes, sendo uma vez para cada aspecto, dado que cada categoria deve ser relacionada a cada um dos aspectos.

Características do primeiro nível de rede

- Entrada: tem como entrada um conjunto de respostas originadas do questionário;
- Quantidade de entradas: a quantidade pode variar entre duas a seis entradas, de acordo com o número de questões existentes no questionário para esta categoria dentro do respectivo aspecto;

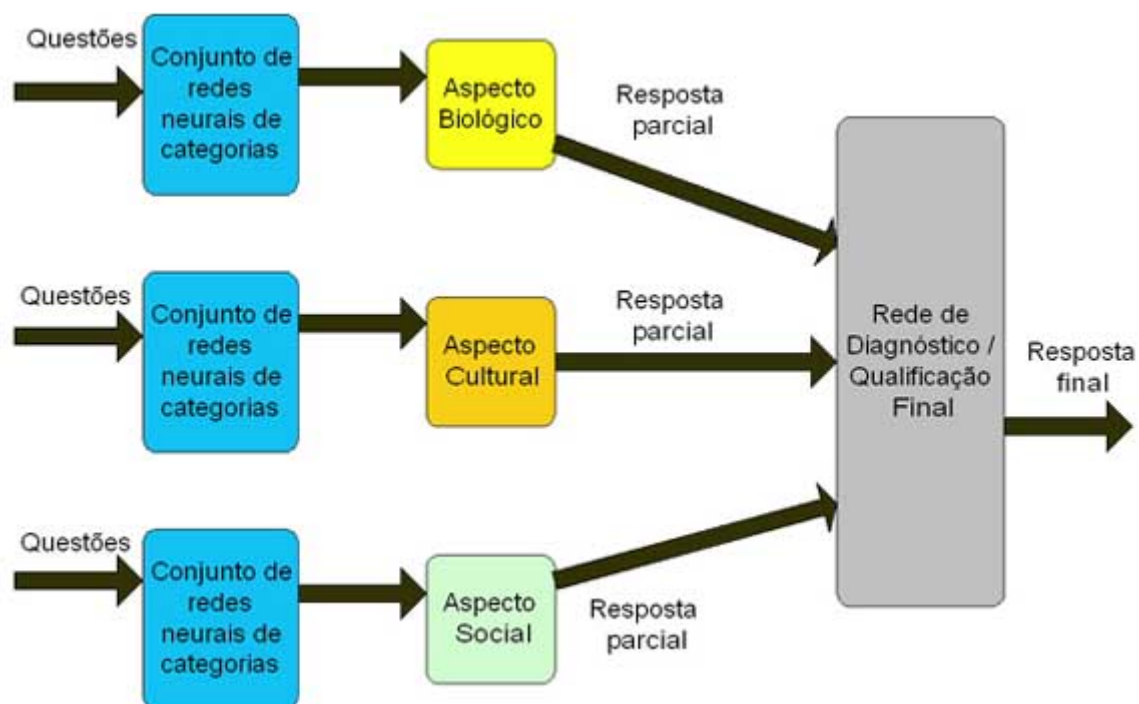


Figura 4.1: Representação gráfica do sistema e seus níveis internos

- Faixa de valor da entrada: números inteiros entre um e cinco;
- Saída: valor correspondente ao conjunto de entradas, qualificando o casal dentro da respectiva categoria e dentro do respectivo aspecto;
- Quantidade de saídas: uma;
- Faixa de valor da saída: números reais entre zero e dez;

4.2.2 Segundo nível de rede

O segundo nível de redes é o nível dos aspectos, e seu objetivo é gerar um resultado parcial, fazendo o processamento dos resultados das categorias dentro do aspecto da rede em questão.

Características do segundo nível de rede

- Entrada: tem como entrada um conjunto saídas das redes de categoria que compõe o respectivo aspecto de cada rede deste nível;
- Quantidade de entradas: nove entradas, dado que são nove categorias (iguais) para cada aspecto;
- Faixa de valor da entrada: números reais entre zero e dez;
- Saída: valor correspondente ao conjunto de entradas, qualificando o casal dentro do respectivo aspecto;
- Quantidade de saídas: uma;
- Faixa de valor da saída: números reais entre zero e dez;

4.2.3 Terceiro nível de rede

O terceiro nível de redes é o nível de decisão final. Neste nível é recebido e processado os valores parciais da camada anterior, a de aspectos, para fornecer um diagnóstico/qualificação final e de âmbito geral.

Características do terceiro nível de rede

- Entrada: saídas de todas as redes de aspecto na camada anterior;
- Quantidade de entradas: três, uma vez que são três aspectos;
- Faixa de valor da entrada: números reais entre zero e dez;
- Saída: valor correspondente ao conjunto de entradas, qualificando o casal de forma geral e definitiva;
- Quantidade de saídas: uma;
- Faixa de valor da saída: números reais entre zero e dez;

Somando-se as 27 redes do primeiro nível com as três redes do segundo nível e a rede final, totalizam-se 31 redes neurais. Esta arquitetura modelada para a solução do

problema permite uma modularização da rede neural. Desta forma, temos 31 redes neurais relativamente pequenas, posicionadas e agrupadas de modo a formar um conjunto com uma finalidade comum. Esta modelagem permite não apenas a simplificação do projeto e da codificação, mas também permite a criação de um software mais robusto, uma vez que é menos complexo, e mais eficiente em termos de velocidade para o treinamento da rede.

4.3 Funcionamento do Sistema

O sistema apresenta uma interface para entrada de dados, onde é cadastrado a pessoa em questão e seu companheiro(a).

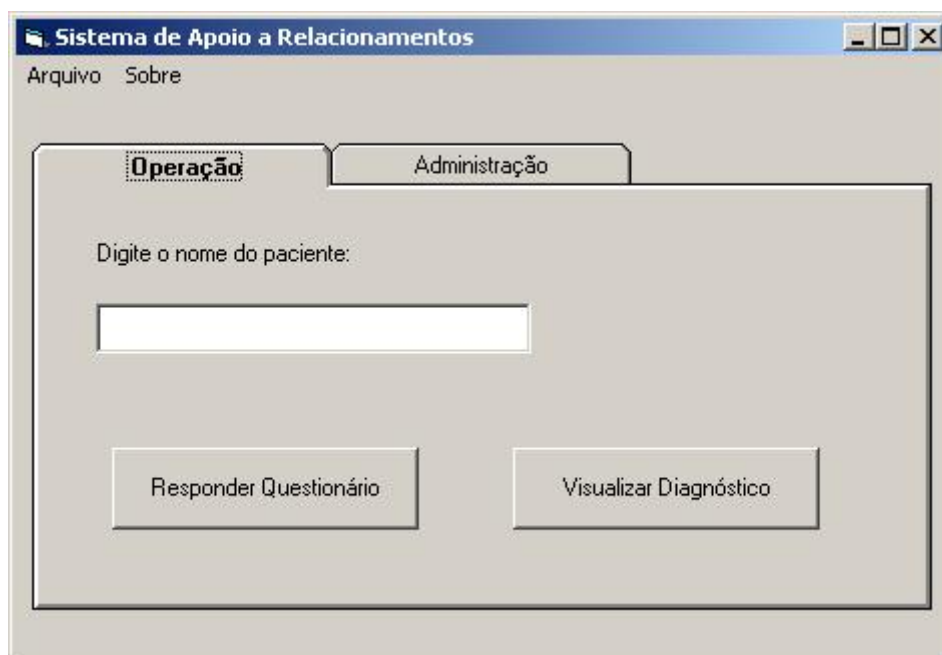


Figura 4.2: Protótipo da tela inicial. Entrada de usuário e seleção de modo de operação

Para iniciar o questionário, deve-se entrar com usuário cadastrado, conforme figura apresentando o protótipo para interface inicial de entrada de usuário 4.2. O questionário é respondido de forma separada para cada indivíduo do casal, acompanhado por um psicólogo, conforme mostra a figura 4.3.

Questionário

1 - 9	10 - 18	19 - 27
<p>Questão 1 Na minha opinião, há diálogo suficiente no relacionamento no que diz respeito a sexo.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>	<p>Questão 4 Costumamos resolver problemas na relação através de diálogo.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>	<p>Questão 7 Costumo falar sobre os assuntos que domino com minha parceira.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>
<p>Questão 2 Costumo conversar com minha namorada sobre o que vou vestir.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>	<p>Questão 5 Gosto de falar bastante à minha parceira.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>	<p>Questão 8 Interesso-me pelos assuntos que minha parceira gosta.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>
<p>Questão 3 Sinto que domino a relação.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>	<p>Questão 6 Gosto de ouvir o que minha parceira tem a dizer.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>	<p>Questão 9 Gosto de saber que minha parceira interessa-se pelo que eu falo.</p> <p><input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5</p>

Figura 4.3: Protótipo da tela de entrada de respostas ao questionário

As respostas apresentadas pelo primeiro indivíduo do casal ficam armazenadas em banco de dados, bem como as respostas do segundo indivíduo, quando este responder. Assim que ambos tiverem preenchido o questionário, o sistema está apto a apresentar seu diagnóstico, a pedido do psicólogo.

O sistema apresenta uma nota de um a dez, em âmbito geral, e uma nota de um a dez para cada aspecto (notas parciais) para serem interpretadas pelo psicólogo.

Nesta primeira modelagem, não há diferença de importância entre os três aspectos na formação do resultado final. Assim sendo, tanto esta rede como as demais poderiam ser substituídas por outros sistemas que fizessem cálculos aritméticos para fazer o diagnóstico. Um sistema assim, porém, não seria flexível. Uma das vantagens deste sistema é a possibilidade de modificar a base de decisões, fazendo um novo treinamento, caso os psicólogos julguem ser necessário.

De acordo com a formação dos vetores para cada rede neural de cada camada deste sistema, é possível, por exemplo, formular decisões mais complexas, atribuindo diferentes

graus de importância para cada entrada em sua respectiva rede. Desse modo, o sistema poderia, tomando como exemplo a o nível de aspectos, atribuir um grau de importância diferente para categoria na entrada da rede de aspecto, e dessa forma, fazer decisões mais complexas.

Para esta etapa deste projeto, foi decidido pelos cooperadores da área da psicologia manter um mesmo grau de importância em todas as entradas. Esse projeto, porém, terá continuidade, e novos vetores poderão ser apresentados ao longo do tempo.

O questionário, armazenado em banco de dados, também pode ter seu conteúdo modificado sem que para isso haja necessidade de alterações no código (desde que respeitando a mesma quantidade de questões).

As respostas coletadas permanecem armazenadas em banco de dados. Isso pode ser muito útil na ampliação deste projeto ou servir de base para um novo sistema a partir deste. Com as respostas coletadas armazenadas, o psicólogo pode, por exemplo, fazer um acompanhamento do casal após um período, analisando em um processo terapêutico, por exemplo, a situação do casal e atribuindo suas notas (as mesmas que são fornecidas pelas saídas das redes) para o relacionamento. Juntando-se as entradas (respostas armazenadas em banco de dados) anteriores com a saída atribuída pelo psicólogo, pode se formar uma nova base de dados de vetores para treinar o sistema, fazendo com que sua tomada de decisões seja baseada em pesquisa, e não em referência bibliográfica, como é o caso atual.

4.4 Exemplo de Funcionamento

Conforme citado anteriormente, a entrada de dados do sistema são as respostas ao conjunto de perguntas apresentadas a cada indivíduo do casal. Tanto homem quanto mulher respondem a três questões para cada categoria dentro de cada aspecto, conforme figura 4.4. Cada rede de categoria apresenta, desta forma, seis entradas (três questões para o homem e três questões para a mulher) e uma única saída que qualifica dentro da limitação do escopo da categoria.

Este mesmo procedimento ocorre em todas as nove categorias, repetindo-se em

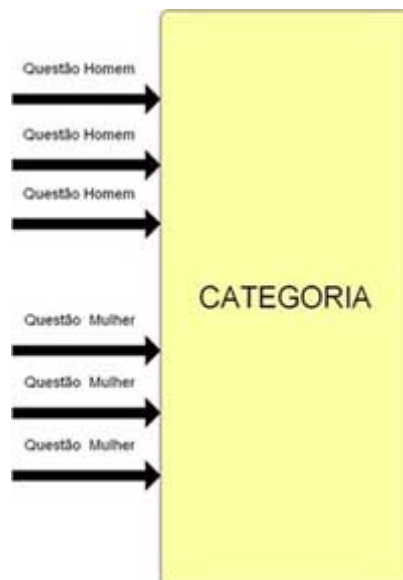


Figura 4.4: Representação gráfica do nível de Categoria e suas entradas.

cada aspecto. Dado que são três aspectos, o primeiro nível é composto de 27 categorias, sendo nove categorias para cada aspecto.

Cada rede de categoria fornecerá sua saída como valor de entrada para sua respectiva rede de aspecto, conforme figura 4.5.

O sistema possui, por sua vez, três redes de aspectos, que fornecem suas saídas como valor de entrada para a rede de diagnóstico/qualificação final, conforme figura 4.1.

Uma vez que todas as respostas a cada questão de entrada de cada categoria dos três aspectos foram coletadas, o sistema é capaz de fornecer um resultado geral e fornecer também valores detalhados, provenientes da saída de cada rede do sistema, conforme figura 4.6.

A rede de diagnóstico/qualificação final permite uma visão geral do relacionamento para ser utilizada pelo psicólogo. Maiores detalhes são provenientes das saídas das redes de categorias e de aspectos.

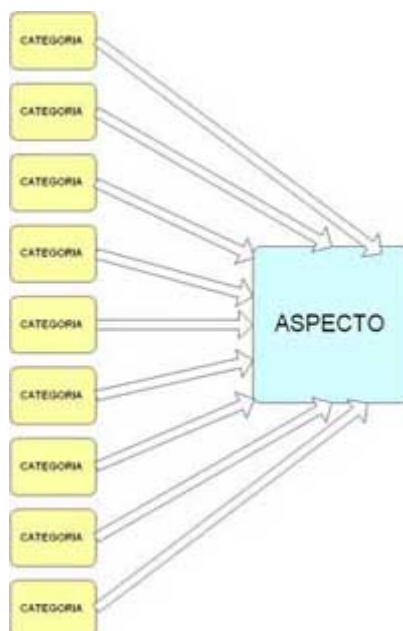


Figura 4.5: Representação gráfica do nível de Aspecto e suas entradas.

CATEGORIAS	Pontuação	ASPECTOS	Pontuação	RESULTADO FINAL
Diálogo com o parceiro	7.6	Social	6.43	6.61
Confiança no parceiro	4.5			
Interesses afins	8.5			
Atração pelo outro	8.2			
Conhecimento do outro	3.8			
Auto-conhecimento	3.6			
Admiração pelo outro	6.8			
Objetivos de vida	8.8			
Objetivos no relacionamento	6.1			
Diálogo com o parceiro	8.1	Cultural	6.92	
Confiança no parceiro	5.3			
Interesses afins	7.9			
Atração pelo outro	9.3			
Conhecimento do outro	4.7			
Auto-conhecimento	4.1			
Admiração pelo outro	6.4			
Objetivos de vida	9.5			
Objetivos no relacionamento	7			
Diálogo com o parceiro	8	Biológico	6.47	
Confiança no parceiro	4.9			
Interesses afins	7.7			
Atração pelo outro	9			
Conhecimento do outro	5.2			
Auto-conhecimento	2.7			
Admiração pelo outro	6.1			
Objetivos de vida	8.8			
Objetivos no relacionamento	5.8			

Figura 4.6: Exemplo detalhado de uma resposta do sistema para um conjunto de entradas de exemplo

4.5 Banco de Dados

O banco de dados é de extrema importância neste sistema. Possui três utilidades, que serão destacadas a seguir. A modelagem do banco de dados pode ser encontrada nos anexos.

No modelo de banco de dados apresenta-se todas as entidades tratadas no sistema e que são armazenadas. As setas indicam as relações entre as entidades.

O banco de dados utilizado é um banco de dados relacional. Isso significa que o mesmo possui entidades, relacionamentos e normalização para evitar redundâncias. No modelo, uma determinada entidade A que aponte para uma outra determinada entidade B, faz referência a esta segunda, através de uma chave estrangeira. Chave estrangeira é um campo dentro de uma entidade (tabela) que identifica um registro proveniente de outra entidade. Campos que identificam registros na própria entidade são "chaves primárias".

Chaves primárias são únicas, ou seja, não podem se repetir dentro de uma mesma tabela. Chaves estrangeiras podem se repetir, de acordo com o tipo de associação. A entidade CAMADAS, por exemplo, faz referência a entidade MLPS. Isso significa que a entidade CAMADAS, identificada pelo campo ID_CAMADA, referencia a chave primária da entidade MLPS, o campo ID_MLP. Dentro da entidade CAMADAS, o mesmo valor para ID_MLP pode aparecer muitas vezes, uma vez que inúmeras camadas podem estar associadas a mesma MLP (um perceptron multi-camadas pode possuir muitas camadas).

Para a nomenclatura, foi adotado o seguinte padrão:

- Tabelas recebem o nome da entidade que lhes justifica no plural (ex: CAMADAS);
- Os campos são sempre pré-fixados com um texto curto para identificar de forma mais legível a utilidade do campo dentro da tabela. O prefixo é concatenado ao nome do campo com um "_". Cada prefixo possui um significado;
- Todos os itens foram nomeados com letras maiúsculas;

O padrão adotado é o mesmo utilizado pelo aluno durante sua experiência como programador como estagiário. A utilização destes recursos otimiza a legibilidade do projeto. Os significados dos prefixos dos campos estão dispostos a seguir:

- ID: identificador (ou seja, identifica o registro, não podendo se repetir em outros registros no mesmo campo e na mesma tabela). ID's são sempre do tipo numérico e inteiros;
- CD: código que identifica o registro. É único, mas não faz parte da chave primária. Tipo texto.
- DE: descrição do registro. Campo tipo texto, com maior capacidade de armazenamentos para descrever o registro e fazer observações;
- NM: nome do registro. Algumas vezes (não neste projeto) pode ser utilizado em conjunto com o código, porém não identifica o registro. Utilizado na tabela de pessoas, onde o código de uma pessoa não teria utilidade;
- HC: abreviação para "HardCoded". Campo que armazena valores pré-definidos, como no caso do campo HC_SEXO na tabela QUESTÕES, onde o valor esperado é "F" ou "M". Poderia ser uma chave estrangeira para uma outra tabela de sexos, porém não seria interessante uma tabela com apenas dois registros;
- VL: valor. Campo numérico, tipo real, que armazena valores relacionados ao registro, como no caso de VL_QUESTAO na tabela QUESTOES, que armazena a resposta a questão (resposta apresentada pelo usuário);

4.5.1 Ferramentas utilizadas

Para a modelagem do banco de dados foi utilizado o Visio 2000 Enterprise Edition da Microsoft. Esta ferramenta permite fazer diagramas, fluxogramas e outras figuras de diferentes naturezas.

Uma vantagem da versão utilizada é a geração de código em linguagem SQL para criação do banco. Uma vez definido o banco a ser utilizado, o Visio gera o código automaticamente.

O banco de dados escolhido foi o SQL Server da Microsoft. Este banco de dados foi escolhido em função da experiência profissional do aluno com as ferramentas

vantagens práticas, como facilidade de configuração e bom desempenho sob plataforma Windows.

Uma outra vantagem do SQL Server é o MSDE. MSDE é uma versão enxuta do SQL Server, desenvolvida para desktops. É uma versão com todas as funcionalidades do SQL Server, sendo assim totalmente compatível. Uma aplicação feita para SQL Server, como essa, pode ser naturalmente migrada para o MSDE. O MSDE é gratuito, mas não é recomendado para a utilização onde há mais do que cinco usuários concorrentes.

Este projeto foi modelado visando a facilidade de portabilidade. O banco de dados foi modelado de forma que não há recursos exclusivos da Ferramenta SQL Server utilizada. Caso, numa expansão ou modificação deste projeto em um trabalho futuro seja necessário utilizar um outro banco de dados, basta gerar um novo script de criação no Visio, a partir do arquivo com o modelo do banco de dados.

4.5.2 Armazenamento de parâmetros iniciais

Esta é a primeira funcionalidade a ser utilizada pelo sistema. São considerados parâmetros iniciais, os dados armazenados em banco de dados que servem de base para a execução do programa.

São entidades de armazenamento de parâmetros iniciais:

- **QUESTOES:** armazena as questões propostas no questionário, indicando qual sua respectiva rede, categoria, aspecto e para qual membro do casal (sexo) deve ser apresentada;
- **ASPECTOS:** armazena os aspectos abordados no trabalho. Apesar de serem apenas três aspectos, esta tabela foi criada (no lugar do uso de um HC) pois a quantidade de dados envolvida é maior, eliminando-se assim a redundância. Expansões futuras poderão acrescentar novos aspectos ou os psicólogos poderão ainda, por algum motivo, modificar o nome de algum aspecto. Por ser um banco de dados relacional, basta modificar o nome na tabela de ASPECTOS, não precisando modificar nas tabelas onde os mesmos são referenciados, uma vez que a referência é feita apenas ao ID. Dessa forma, esta modelagem foi escolhida por ser mais flexível;

- **CATEGORIAS:** armazena as nove categorias abordadas neste projeto. Nove registros é um número também relativamente pequeno para uma tabela, porém a justificativa é a mesma do item anterior;
- **MLPS:** armazena todas as 31 redes que são utilizadas no sistema;
- **ENTRADAS:** identificam cada entrada de uma MLP. Para saber quantas entradas possui uma MLP deve-se contar quantos registros de entradas referenciam esta MLP;
- **SAIDAS:** identificam cada saída de uma MLP. Para saber quantas saídas possui uma MLP deve-se contar quantos registros de saídas referenciam esta MLP. Este projeto só possui redes com uma saída, porém a modelagem foi assim definida para permitir maior flexibilidade;
- **VETORES:** referencia os valores de entrada e de saída para completar o valor de um vetor, que será utilizado para treinar a rede;
- **VETOR_VALORES_ENTRADA:** armazena os valores de entrada de um determinado vetor. Deve ser utilizado em conjunto com os valores de saída para completar o vetor, e essa união é feita na tabela de relacionamento **VETORES**;
- **VETOR_VALORES_SAIDA:** armazena os valores de saída de um determinado vetor. Deve ser utilizado em conjunto com os valores de entrada para completar o vetor, e essa união é feita na tabela de relacionamento **VETORES**;

4.5.3 Armazenamento de Sinapses

Uma vez armazenado os valores de parâmetros iniciais, o sistema já estará apto a iniciar, mas não em modo de operação e sim em modo de treinamento. Os parâmetros iniciais não definem os pesos da rede, mas com relação a isso fornece apenas os valores de entrada.

Uma vez treinada a rede, as sinapses são armazenadas na tabela **SINAPSES**. Isso é feito pois o processo de treinamento é relativamente demorado, o que tende a crescer com

o número de redes. Uma vez treinada a rede, o software não precisará mais ser colocado em modo de treinamento. Basta iniciar o software que o mesmo carregará o valor as sinapses a partir do banco de dados.

4.5.4 Armazenamento de valores operacionais

Com o sistema pronto para entrar em modo de operação, os dados coletados pelo psicólogo precisam ser guardados. Conforme descrito de forma breve anteriormente, é feito um cadastro dos indivíduos e suas respostas. Para o armazenamento de valores operacionais são utilizadas as seguintes tabelas:

- **PESSOAS:** armazena o cadastro de cada indivíduo;
- **CASAIS:** tabela de relação que identifica o casal, relacionando duas pessoas. Note que não há restrições quanto a formação de casal com pessoas de mesmo sexo ou um indivíduo participar de mais de um casal ao mesmo tempo. Não é objeto de estudo analisar o relacionamento entre casais de indivíduos do mesmo sexo, mas esta restrição deve ser aplicada no software, e não no banco, para permitir a flexibilidade deste módulo do sistema. Não é interessante restringir o indivíduo a um único casal, pois caso contrário, este não poderá mais utilizar o sistema com outra pessoa caso seu relacionamento anterior tenha terminado. A restrição de formação de casal com a própria pessoa é feita no software, para evitar o uso de triggers e stored procedures e restringindo o uso do banco de dados apenas ao SQL Server (uma vez que cada banco possui sua linguagem para programação de scripts);
- **RESPOSTAS:** armazena as respostas apresentadas por cada indivíduo;

Pode-se considerar que uma quarta funcionalidade é conseguida sem ônus nesta modelagem de banco de dados. Conforme já citado, os dados operacionais registrados permanecerão armazenados para aplicações futuras, podendo dar origem a novos vetores de treinamento.

4.6 Codificação do Sistema

Este sistema foi desenvolvido sob o paradigma de orientação a objetos. Uma classe para MLP foi desenvolvida, de acordo com o modelo proposto por [dM].

A classe implementada é uma classe genérica, que permite a criação de redes ligeiramente diferentes do que as já utilizadas neste sistema, podendo possuir diferente quantidade de neurônios em cada camada, bem como modificar a quantidade de camadas de cada rede neural.

Obedecendo os padrões de UML apresentador por [CL], foi criado um diagrama de classes do sistema, apresentado em anexo.

4.6.1 Classes utilizadas

Para a solução do problema, são utilizadas as seguintes classes no software:

- clsMLP: classe que representa as redes neurais, sejam elas do primeiro, segundo ou terceiro nível. Cada rede neural será um objeto, uma instância dessa classe;
- clsCamada: representa cada camada de cada MLP do sistema;
- clsNeuronio: representa cada neurônio de cada camada no sistema;
- clsSinapse: representa as conexões entre neurônios de camadas subsequentes;

4.6.2 Ferramentas Utilizadas

Para a modelagem do sistema foi utilizado o Visio 2000 Enterprise Edition. Para a modelagem UML, este sistema permite uma integração com o Visual Basic 6.0, sistema utilizado para a codificação do software.

As ferramentas apresentadas foram escolhidas em função da experiência do aluno com as mesmas como programador durante a disciplina de estágio.

Uma vantagem do Visual Basic é a facilidade na criação de interfaces. A interface criada foi unificada ao software de redes neurais.

Caso seja necessário, é possível separar a interface do "motor" do sistema, deixando apenas o software que faz o processamento da informação, sem interface. Para isto basta compilar o software sem a interface, podendo gerar um componente OCX. Um componente OCX pode ser instanciado em um servidor de páginas HTML e executado a partir de uma linguagem processada no servidor, como o VBScript (ASP). A modelagem adotada e a escolha da ferramenta permite uma fácil migração da interface e do sistema para um sistema WEB, com servidor IIS e linguagem VBScript.

4.6.3 Padronização na codificação

Assim como na modelagem do banco de dados, alguns prefixos foram adotados para as entidades abordadas na codificação do sistema:

- frm: Formulário, ou janela de um programa;
- cls: Classe;
- mdl: Módulo, para armazenar constantes globais e tipos pré-definidos;
- m: identificação para variável de módulo ou atributo;
- my: identificação para variável de escopo apenas dentro de um procedimento;
- bo: variáveis booleanas;
- qt: variáveis para armazenar quantidades;

Essa padronização auxilia na legibilidade de código e é prática comum do aluno na experiência com programador estagiário.

4.6.4 Considerações sobre o Perceptron

As MLP's assumem valores limitados em suas entradas. De acordo com o modelo proposto por [dM], a classe implementada permite a criação de MLP's com entrada e saída na faixa de valor [-1,+1], e não apenas 0 ou 1.

Isso justifica o uso de atributos como ValorMin e ValorMax na classe clsNeuronio, pois estes valores são apresentados à MLP em sua criação. Isso permite que as entradas e saídas das MLP's utilizadas assumam valores decimais, pois dentro da rede, o valor será normalizado para um valor linear correspondente e proporcional dentro da faixa em que a MLP atua [-1,+1].

4.7 Conclusão

Neste capítulo foi detalhado o desenvolvimento do sistema, abordando a modelagem do banco de dados, do software e tecnologias empregadas. Também neste capítulo foi justificado o uso de cada ferramenta e apresentado as normas de padronização na codificação do software e na modelagem do banco de dados.

Capítulo 5

Conclusões

O presente trabalho apresentou o problema a ser modelado, propondo uma solução para o mesmo. Foram apresentados os aspectos psicológicos relacionados ao trabalho e também uma breve pesquisa bibliográfica no que diz respeito à Inteligência Artificial sob as áreas de estudo utilizadas neste sistema.

A modelagem e o sistema cumprem com o objetivo de diagnosticar e qualificar o relacionamento entre casais, procurando sempre manter a flexibilidade no sistema, uma vez que muitos parâmetros na sua base de decisões podem ser modificados, dado que este é um tema tão delicado e complexo.

O trabalho, dentro de suas limitações, abrangeu o escopo da Psicologia, área de estudos de grande interesse do aluno, permitindo que o projeto respeitasse a motivação que deu origem ao trabalho. Conforme citado na introdução, o fato de interligar áreas distintas e utilizar a computação e a Inteligência Artificial claramente como o meio, e não o fim, satisfaz a ambição do aluno neste nível de trabalho, uma vez que a intenção é iniciar um sistema que possa ajudar as pessoas de forma direta.

O uso de MLP, bem como a forma como foi modelado o software e o banco de dados, mostrou ser eficiente para deixar o projeto aberto a novas possibilidades.

É certo que ainda muito deve ser feito para que este sistema seja realmente uma ferramenta robusta para auxiliar um psicólogo. No que diz respeito à graduação em Sistemas de Informação, muitos pontos abordados neste trabalho contemplam a utilização

do conhecimento adquirido ao longo do curso universitário de forma satisfatória para o nível profissional.

Não apenas técnicas e teoria de Inteligência Artificial foram empregadas neste trabalho, como também houve a participação de outros temas relacionado às demais disciplinas do curso, como:

- Programação Orientada a Objetos: na codificação do sistema de inteligência artificial e sua interface;
- Projeto de banco de dados: na modelagem do banco de dados relacional;
- Análise de Requisitos e Projeto: na elaboração da definição do problema e proposta para solução computacional, ao apresentar a idéia ao Professor Emilio Takase; na modelagem do software com diagrama de classes em UML;
- Empreendedorismo: ao entrar com uma idéia diferente de produto, em uma área que ainda é pouco explorada;

A área do domínio do problema é bastante complexa, e o presente trabalho marca para o aluno o início de um projeto, que pode ainda ser estendido e trabalhado de forma iterativa e constante em conjunto com colaboradores da psicologia, de modo que se tenha um sistema cada vez mais robusto para tal propósito, crescendo conforme novos conhecimentos relacionados ao tema sejam adquiridos.

Capítulo 6

Sugestões de Trabalhos Futuros

Conforme apontado na conclusão, é de interesse do aluno dar prosseguimento ao projeto. Tendo em vista a forma flexível com que o sistema foi modelado, já de princípio alguns trabalhos futuros podem ser viabilizados:

6.1 Desenvolvimento de novas interfaces

De acordo com o que foi citado no capítulo 4, sobre as ferramentas utilizadas e o software em si, uma possibilidade de trabalho futuro é a utilização de novas interfaces.

Para isso é necessário desvincular a interface atual com o sistema de redes neurais, deixando apenas este último, que pode ser considerado o "motor" do sistema. Este módulo pode ser compilado como um componente para ser utilizado em um servidor WEB, e a partir daí ser utilizado com novas interfaces, como uma interface HTML ou WAP.

A vantagem dessa modelagem, é que o sistema não fica restrito ao uso apenas onde esteja instalado, mas sim disponível na Internet, permitindo também que o psicólogo não se preocupe com atualizações de software.

6.2 Utilização de novas bases de decisão

O sistema atual utiliza como base de decisão os vetores formados a partir de pesquisa bibliográfica na área de relacionamentos, tendo como base principal o aspecto

biológico.

O fato do sistema armazenar as respostas permite que os dados guardados sejam analisados posteriormente por especialistas na área, para, acompanhando novamente os casais já questionados, formar uma nova base de vetores para modificar o formato de decisão do sistema, sendo então, não mais baseado em pesquisa bibliográfica, mas sim pesquisa em campo.

6.3 Acompanhamento do casal com sistema dimensional

Uma possibilidade de expansão para o sistema seria o incremento com um sistema de banco de dados dimensional. Diferentemente do sistema relacional, o sistema dimensional permite armazenar valores temporais, ou seja, de forma prática, uma nova pesquisa com um casal entraria como um novo registro. Isso pode ser incrementado com perguntas relativas ao cotidiano do casal, para um acompanhamento constante, permitindo a geração de relatórios gráficos sobre a evolução do relacionamento em cada aspecto. Esse banco de dados dimensional poderia servir como um DataWarehouse para acompanhar não somente o casal, mas sim descobrir padrões de comportamento comuns a casais com um sistema de Mineração de Dados.

Referências Bibliográficas

- [BAR 97] BARRETO, J. M. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI**. Florianópolis: Jorge Muniz Barreto, 1997.
- [BIT 98] BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial: ferramentas e teorias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- [CL] CRAIG LARMAN, TITLE = Utilizando UML e Padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos, P. . B. Y. . . A. . P.
- [dM] DE MEDEIROS, L. F. **Redes Neurais em Delphi**. Visual Books.
- [FAL] FALQUETO, J. **Apostila de Introdução a Redes**. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/falqueto>>.
- [FAL 02] FALQUETO, J. **Inspiração Biológica em IA**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Tese(doutorado).
- [FHR] FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, D. B. L. **Building Expert Systems**.
- [GRA 95] GRAY, J. **Homens são de Marte, Mulheres são de Vênus**. Rio de Janeiro: Rocco, 1995.
- [JOS 96] JOSSELSO, R. **The Space Between Us: Exploring the dimensions of human relationships**. SAGE Publications, 1996.
- [KOL 02] KOLB, B. **Neurociência do Comportamento**. Barueri, SP: Manole, 2002.
- [LOW 02] LOWNDES, L. **Como Fazer Qualquer Pessoa se Apaixonar por Você!** 9. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- [MIN 88] MINSKY, M. L. **La Société de L'Esprit**. Paris: InterEditions, 1988.
- [RLA 02] RITA L. ATKINSON, RICHARD C. ATKINSON, E. E. S. D. J. B. S. N.-H. **Introdução a Psicologia de Hildgard**. 13. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.
- [SK 04] SEIFFGE-KRENKE, I. A escola do amor. **Viver Mente & Cérebro**, [S.l.], , n.141, p.68–69, Outubro, 2004.

[WAL 85] WALLACE, R. A. **Sociobiologia - O Fator Genético: as realidades biológicas da condição humana**. São Paulo: IBRASA, 1985.

Apêndice A

Questionário

Questionário de avaliação do relacionamento

As questões a seguir devem ser respondidas, marcando apenas uma opção. Cada opção equivale a um diferente nível de grau de concordância em relação a afirmação respectiva, onde:

- (1) Não concordo
- (2) Concordo em partes
- (3) Concordo moderadamente
- (4) Concordo em quase todos os aspectos
- (5) Concordo plenamente

Questões para o sexo masculino

1. Na minha opinião, há diálogo suficiente no relacionamento no que diz respeito a sexo.
2. Costumo conversar com minha namorada sobre o que vou vestir.
3. Sinto que domino a relação.
4. No caso de uma viagem prolongada para uma cidade distante, existe a possibilidade em que eu venha a trair minha namorada.
5. Considero-me ciumento.
6. Considero-me possessivo.
7. Concentro considerável esforço no lado profissional, visando um bom futuro

financeiro.

8. Com relação ao sexo, é muito importante para mim que seja em um ambiente agradável, com carinho e diálogo.
9. Sou eu quem escolhe o cardápio quando vamos a um restaurante.
10. Aprecio em muito a voz da minha namorada.
11. Para mim, a aparência física é fundamental no relacionamento.
12. A forma de se vestir é muito importante no relacionamento.
13. Julgo importante conhecer as experiências passadas amorosas da minha namorada.
14. É importante saber quantos namorados ela teve antes de mim.
15. É importante saber quanto tempo durou cada namoro que ela teve antes de mim.
16. Acho importante buscar conhecer mais sobre o meu próprio temperamento.
17. Estou ciente da influência hormonal no meu comportamento e no relacionamento.
18. A influência dos meus relacionamentos passados é importante no relacionamento.
19. Admiro minha namorada por sua beleza física.
20. Admiro minha namorada por me lembrar, em determinados aspectos, uma outra pessoa (a outra pessoa pode ser a mãe, ex-namorada, amiga, etc.).
21. Admiro o quadril da minha namorada.
22. Procuro fortalecer o lado profissional e acadêmico visando grandes ganhos financeiros.
23. Desejo ter muito dinheiro para ter uma vida longa e de qualidade.
24. Pretendo ter muitos filhos na minha vida.
25. O que mais me motiva em meu relacionamento é o sexo.
26. Estou namorando porque o relacionamento fortalece meu lado emocional, suprimindo minha carência.
27. Namoro porque sinto forte atração física pela minha namorada.
28. Costumamos resolver problemas na relação através de diálogo.
29. Gosto de falar bastante à minha parceira.

30. Gosto de ouvir o que minha parceira tem a dizer.
31. Costumo falar sobre os assuntos que domino com minha parceira.
32. Interesse-me pelos assuntos que minha parceira gosta.
33. Gosto de saber que minha parceira interessa-se pelo que eu falo.
34. Tenho plena confiança em minha parceira.
35. Acredito já ter sido traído por minha parceira.
36. Sinto que a qualquer momento posso ser traído.
37. Considero a confiança na minha parceira algo fundamental no meu relacionamento.
38. Frequentemente uso a internet como forma de conhecer outras pessoas.
39. Não gosto quando minha parceira usa a internet para conhecer outras pessoas.
40. Minha profissão é a coisa mais importante em minha vida.
41. Acho importante estar sempre atualizado em relação aos estudos.
42. Em meu projeto de vida o amor está em primeiro lugar.
43. Procuro fazer coisas que eu gosto com minha parceira.
44. Costumo gostar das mesmas coisas que minha parceira gosta.
45. Acredito que minha parceira e eu temos muitos interesses afins.
46. Acredito que minha parceira me considera bonito.
47. Sinto tesão pela minha parceira.
48. Acredito que minha aparência é compatível com a da minha parceira.
49. Gosto de saber que sou atraente para minha parceira.
50. Geralmente demonstro o quanto minha parceira é atraente para mim.
51. Acho minha parceira atraente.
52. Acredito conhecer suficientemente minha parceira.
53. Sei reconhecer quando minha parceira está triste ou estressada.
54. Minha parceira me conhece bem.
55. Conheço a história de vida de minha parceira.
56. Consigo distinguir se minha parceira está triste, estressada, ansiosa, irritada, etc.
57. Acho importante minha parceira conhecer minha história de vida.

58. Sei distinguir minhas sensações e sentimentos uns dos outros, como por exemplo, ansiedade, irritação, cansaço, tristeza, raiva, etc.
59. Costumo ficar triste sem saber o motivo.
60. Acredito que eu me conheço bem.
61. Sei distinguir o que eu gosto e o que minha parceira gosta.
62. Sei bem o que me deixa triste.
63. Conheço bem o que me deixa feliz.
64. Admiro minha parceira como pessoa.
65. Acho importante saber que minha parceira me admira.
66. Procuo demonstrar o quanto admiro minha parceira.
67. Geralmente minhas atitudes e comportamentos são admirados pela minha parceira.
68. As crenças e valores de minha parceira são motivos de admiração.
69. Admiro as atitudes e comportamentos de minha parceira.
70. Quero continuar sempre atualizado em relação aos estudos.
71. Para mim é muito importante alcançar auto-realização na profissão.
72. Pretendo casar-me e constituir uma família.
73. Tenho objetivos de vida semelhantes aos do meu parceiro.
74. Acredito que eu possa passar toda a vida com minha parceira atual.
75. Considero muito importante ter objetivos de vida semelhantes aos do meu parceiro.
76. Planejo casar-me com minha parceira.
77. Minha parceira está sempre em meus planos para o futuro.
78. Acredito que eu atenda as expectativas e sonhos de minha parceira quanto a um relacionamento saudável.
79. Minha parceira atende minhas expectativas e sonhos quanto a um relacionamento saudável.
80. Procuo conduzir o relacionamento de forma honesta e sincera.
81. Meu objetivo de vida não inclui a convivência com minha parceira atual.

Questões para o sexo feminino

82. Na minha opinião, há diálogo suficiente no relacionamento no que diz respeito a sexo.
83. Costumo conversar com meu namorado sobre o que vou vestir.
84. Sinto que domino a relação.
85. No caso de uma viagem prolongada para uma cidade distante, existe a possibilidade em que eu venha a trair meu namorado.
86. Considero-me ciumenta.
87. Considero-me possessiva.
88. Concentro considerável esforço no lado profissional, visando um bom futuro financeiro.
89. Com relação ao sexo, é muito importante para mim que seja em um ambiente agradável, com carinho e diálogo.
90. Sou eu quem escolhe o cardápio quando vamos a um restaurante.
91. Aprecio em muito a voz do meu namorado.
92. Para mim, a aparência física é fundamental no relacionamento.
93. A forma de se vestir é muito importante no relacionamento.
94. Julgo importante conhecer as experiências passadas amorosas do meu namorado.
95. É importante saber quantas namoradas ele teve antes de mim.
96. É importante saber quanto tempo durou cada namoro que ele teve antes de mim.
97. Acho importante buscar conhecer mais sobre o meu próprio temperamento.
98. Estou ciente da influência hormonal no meu comportamento e no relacionamento.
99. A influência dos meus relacionamentos passados é importante no relacionamento.
100. Admiro meu namorado por sua beleza física.
101. Admiro meu namorado por me lembrar, em determinados aspectos, uma outra pessoa (a outra pessoa pode ser o pai, ex-namorado, amigo, etc.).
102. Admiro os cabelos do meu namorado.

103. Procuo fortalecer o lado profissional e acadêmico visando grandes ganhos financeiros.
104. Desejo ter muito dinheiro para ter uma vida longa e de qualidade.
105. Pretendo ter muitos filhos na minha vida.
106. O que mais me motiva em meu relacionamento é o sexo.
107. Estou namorando porque o relacionamento fortalece meu lado emocional, suprimindo minha carência.
108. Namoro porque sinto forte atração física pelo meu namorado.
109. Costumamos resolver problemas na relação através de diálogo.
110. Gosto de ouvir o que meu parceiro tem a dizer.
111. Gosto de falar bastante ao meu parceiro.
112. Interesse-me pelos assuntos que meu parceiro gosta.
113. Costumo falar sobre assuntos que domino com meu parceiro.
114. Interesse-me por aquilo que meu parceiro me conta.
115. Tenho plena confiança em meu parceiro.
116. Acredito já ter sido traída por meu parceiro
117. Sinto que a qualquer momento posso ser traída.
118. Considero a confiança no meu parceiro algo fundamental no meu relacionamento.
119. Não gosto quando meu parceiro usa a internet para conhecer outras pessoas.
120. Frequentemente uso a internet como forma de conhecer outras pessoas.
121. Minha profissão é a coisa mais importante em minha vida.
122. Acho importante estar sempre atualizada em relação aos estudos.
123. Em meu projeto de vida o amor está em primeiro lugar.
124. Costumo gostar das mesmas coisas que meu parceiro gosta.
125. Procuo fazer coisas que eu gosto com meu parceiro.
126. Acredito que meu parceiro e eu temos muitos interesses afins.
127. Acho meu parceiro atraente.
128. Sinto tesão pelo meu parceiro.
129. Acredito que minha aparência é compatível com a do meu parceiro.

130. Geralmente demonstro o quanto meu parceiro é atraente para mim.
131. Gosto de saber que sou atraente para meu parceiro.
132. Acredito que meu parceiro me considera bonita.
133. Meu parceiro me conhece bem.
134. Sei reconhecer quando meu parceiro está triste ou estressado.
135. Acredito conhecer suficientemente meu parceiro.
136. Acho importante meu parceiro conhecer minha história de vida.
137. Consigo distinguir se meu parceiro está triste, estressado, ansioso, irritado, etc.
138. Conheço a história de vida de meu parceiro.
139. Sei distinguir minhas sensações e sentimentos uns dos outros, como por exemplo, ansiedade de irritação, cansaço, tristeza, raiva, etc.
140. Costumo ficar triste sem saber o motivo.
141. Acredito que eu me conheço bem.
142. Sei distinguir o que eu gosto e o que meu parceiro gosta.
143. Sei bem o que me deixa triste.
144. Conheço bem o que me deixa feliz.
145. Admiro meu parceiro como pessoa.
146. Procuro demonstrar o quanto admiro meu parceiro.
147. Acho importante saber que meu parceiro me admira.
148. Geralmente minhas atitudes e comportamentos são admirados pelo meu parceiro.
149. As crenças e valores de meu parceiro são motivos de admiração.
150. Admiro as atitudes e comportamentos de meu parceiro.
151. Quero continuar sempre atualizada em relação aos estudos.
152. Para mim é muito importante alcançar auto-realização na profissão.
153. Pretendo casar-me e constituir uma família.
154. Tenho objetivos de vida semelhantes aos da minha parceira.
155. Acredito que eu possa passar toda a vida com meu parceiro atual.

156. Considero muito importante ter objetivos de vida semelhantes aos do meu parceiro.

157. Planejo casar-me com meu parceiro.

158. Meu parceiro está sempre em meus planos para o futuro.

159. Meu parceiro atende minhas expectativas e sonhos quanto a um relacionamento saudável.

160. Acredito que eu atenda as expectativas e sonhos de minha parceira quanto a um relacionamento saudável.

161. Procuro conduzir o relacionamento de forma honesta e sincera.

162. Meu objetivo de vida não inclui a convivência com meu parceiro atual.

Apêndice B

Modelagem do banco de dados

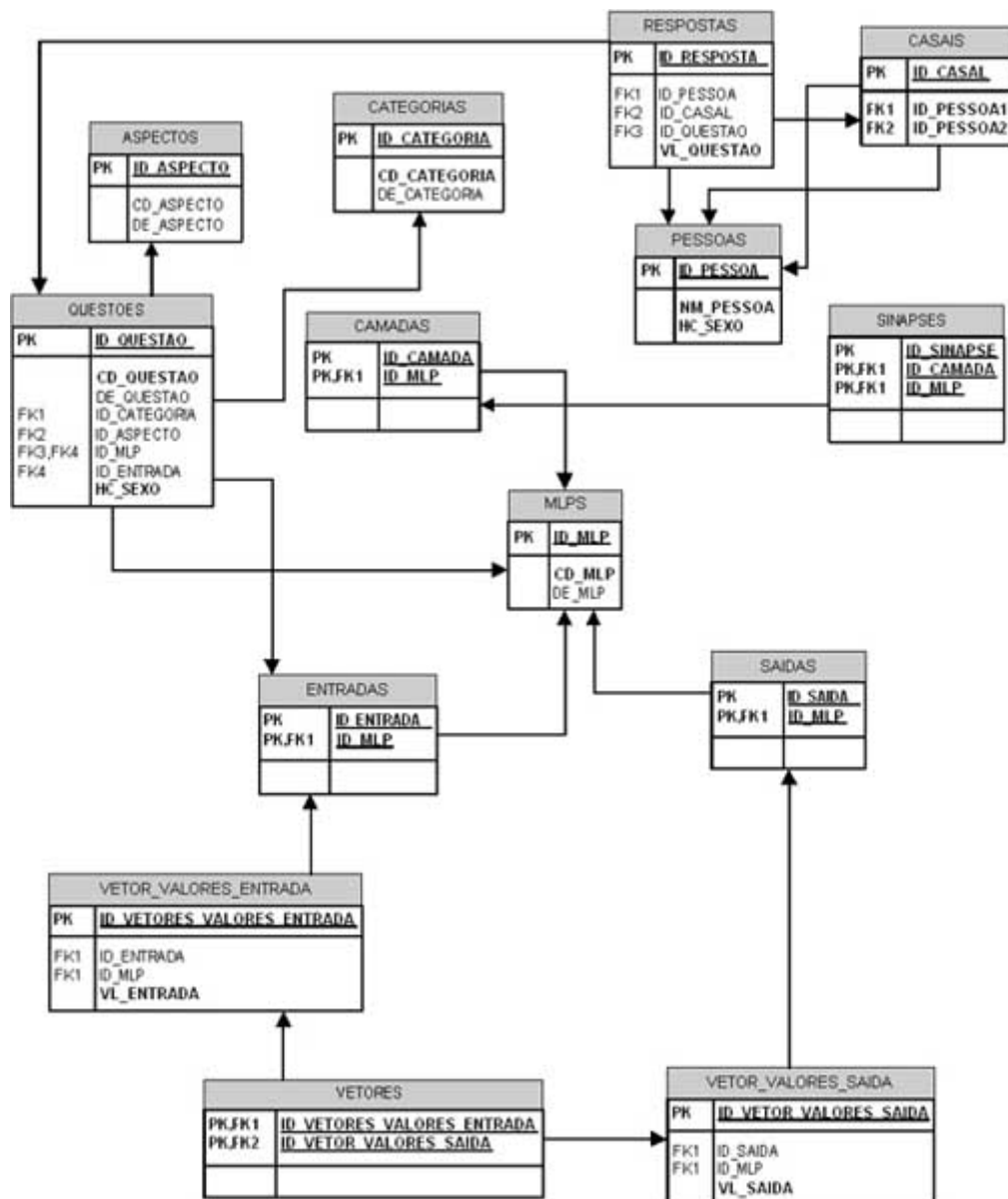


Figura B.1: Modelo do Banco de Dados

Apêndice C

Diagrama de classes

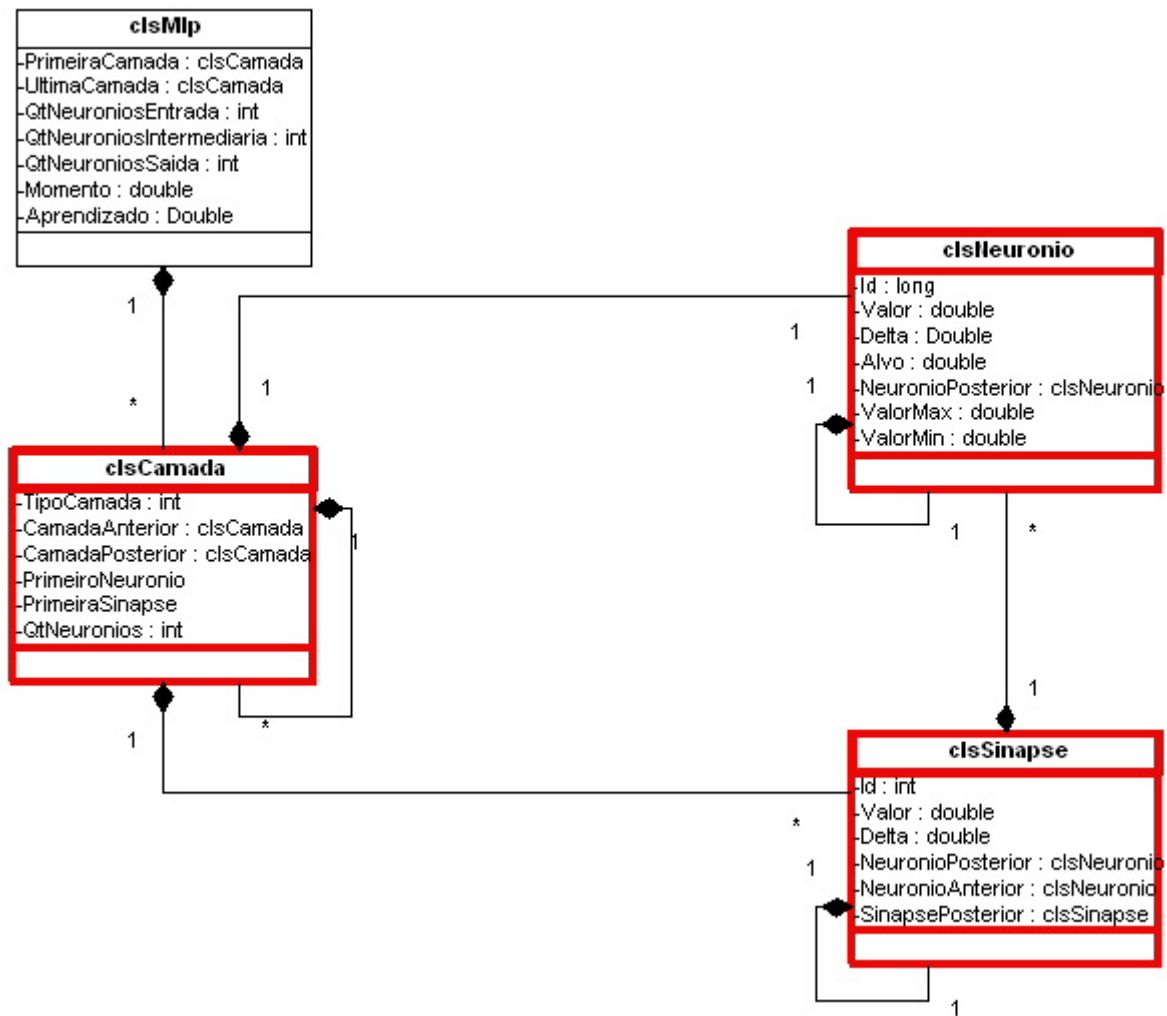


Figura C.1: Diagrama de classes em UML

Apêndice D

Fontes

clsNeuronio

'Finalidade: definir uma classe neurônios

'Autor: MGI em 2004-10-08

Option Explicit

Public Id As Long

Public Valor As Double 'valor do neurônio

Public Delta As Double 'valor da gradiente descendente

Public Alvo As Double 'valor utilizado na última camada

Public NeuronioPosterior As clsNeuronio

Public ValorMax As Double

Public ValorMin As Double

clsCamada

'Finalidade: definir uma classe para camadas

'Autor: MGI em 2004-10-08

Option Explicit

Public Id As Long 'identificador da camada

Public TipoCamada As tpCamada 'tipo de camada

Public CamadaPosterior As clsCamada 'ponteiro para próxima camada

Public CamadaAnterior As clsCamada 'ponteiro para camada anterior

Public PrimeiroNeuronio As clsNeuronio 'primeiro neurônio da camada

Public PrimeiraSinapse As clsSinapse

Public QtNeuronios As Integer 'quantidade de neurônios da camada

clsSinapse

'*****

'Finalidade: definir uma classe para sinapse

'Autor: MGI em 2004-10-08

'*****

Option Explicit

Public Id As Long

Public Valor As Long

Public Delta As Long

Public NeuronioPosterior As clsNeuronio

Public NeuronioAnterior As clsNeuronio

Public SinapsePosterior As clsSinapse

clsMlp

'*****

'Finalidade: definir uma classe para rede neural multicamada

'Autor: MGI em 2004-10-08

'*****

Option Explicit

Private mId As Long 'identificação dessa rede

'primeira e última camadas

Private mPrimeiraCamada As clsCamada

Private mUltimaCamada As clsCamada

'quantidade de neurônios nas camadas dessa rede

```

Private mQtNeuroniosEntrada As Long
Private mQtNeuroniosIntermediaria As Long
Private mQtNeuroniosSaida As Long
'valor do momento - coeficiente
Public Momento As Double
'valor do aprendizado - coeficiente
Public Aprendizado As Double
Private mPreparado As Boolean 'indica se a rede ja foi iniciada
Public Sub Init(qtNeuroniosEntrada As Long, _
qtNeuroniosIntermediaria As Long, qtNeuroniosSaida As Long)
'*****
'Finalidade: inicializar a classe definindo sua quantidade de neurônios na entrada
'*****
mQtNeuroniosEntrada = qtNeuroniosEntrada
mQtNeuroniosIntermediaria = qtNeuroniosIntermediaria
mQtNeuroniosSaida = qtNeuroniosSaida
End Sub
Public Sub Construir()
'*****
'Finalidade: construir a rede, criando as conexões/sinapses e neurônios
'*****
'variáveis auxiliares para criação de objetos durante a execução deste sub
Dim myCamadaA As clsCamada
Dim myCamadaB As clsCamada
Dim myNeuronioA As clsNeuronio
Dim myNeuronioB As clsNeuronio
Dim mySinapseA As clsSinapse
Dim mySinapseB As clsSinapse
Dim i, J, k As Integer
Dim boPrimeiro As Boolean

```



```
On Error GoTo Error
If mPreparado Then
MsgBox "Erro ao construir rede "& mId & "!", , "Erro"
Exit Sub
Else
'inicializa primeira camada
Set mPrimeiraCamada = New clsCamada
mPrimeiraCamada.Id = 1
mPrimeiraCamada.TipoCamada = enmCamadaEntrada
Set mPrimeiraCamada.CamadaAnterior = Nothing
'cria os neurônios da primeira camada
Set myNeuronioA = New clsNeuronio
myNeuronioA.Id = 1
myNeuronioA.Valor = 0
Set mPrimeiraCamada.PrimeiroNeuronio = myNeuronioA
mPrimeiraCamada.QtNeuronios = mQtNeuroniosEntrada
For i = 2 To mQtNeuroniosEntrada
Set myNeuronioB = New clsNeuronio
Set myNeuronioA.NeuronioPosterior = myNeuronioB
myNeuronioB.Id = i
Set myNeuronioA = myNeuronioB
Next
Set myNeuronioA.NeuronioPosterior = Nothing
'cria camada intermediária e camada final
Set myCamadaA = mPrimeiraCamada
'cria um for para duas execuções (segunda e terceira camada)
For i = 2 To 3
Set myCamadaB = New clsCamada
Set myCamadaA.CamadaPosterior = myCamadaB
Set myCamadaB.CamadaAnterior = myCamadaA
```

```

myCamadaB.Id = i
'se for camada intermediaria
If i = 2 Then
myCamadaB.QtNeuronios = mQtNeuroniosIntermediaria
myCamadaB.TipoCamada = enmCamadaEscondida
Else
'se for camada de saída
myCamadaB.QtNeuronios = mQtNeuroniosSaida
myCamadaB.TipoCamada = enmCamadaSaida
End If
Set myCamadaB.CamadaPosterior = Nothing
Set myCamadaA = myCamadaB
'cria os neurônios dessa camada
Set myNeuronioA = New clsNeuronio
myNeuronioA.Id = 1
myNeuronioA.Valor = 0
myNeuronioA.Delta = 1
Set myCamadaA.PrimeiroNeuronio = myNeuronioA
mPrimeiraCamada.QtNeuronios = mQtNeuroniosEntrada
For J = 2 To myCamadaA.QtNeuronios
Set myNeuronioB = New clsNeuronio
Set myNeuronioA.NeuronioPosterior = myNeuronioB
myNeuronioB.Id = J
myNeuronioB.Delta = 1
Set myNeuronioA = myNeuronioB
Next
Set myNeuronioA.NeuronioPosterior = Nothing
Next
Set mUltimaCamada = myCamadaA
'cria sinapses

```

```
Set myCamadaA = mPrimeiraCamada
Set myCamadaB = myCamadaA.CamadaPosterior
k = 1
While Not myCamadaB Is Nothing
Set myNeuronioA = myCamadaA.PrimeiroNeuronio
Set myNeuronioB = myCamadaB.PrimeiroNeuronio
'indica que esse é a primeira sinapse
boPrimeiro = True
While Not myNeuronioA Is Nothing
While Not myNeuronioB Is Nothing
Set mySinapseA = New clsSinapse
'se não é a primeira
If Not boPrimeiro Then
Set mySinapseB.SinapsePosterior = mySinapseA
Else
Set myCamadaA.PrimeiraSinapse = mySinapseA
End If
boPrimeiro = False
mySinapseA.Id = k
mySinapseA.Valor = (Rnd * 1000) / 1000 - 0.5
mySinapseA.Delta = 0
Set mySinapseA.NeuronioAnterior = myNeuronioA
Set mySinapseA.NeuronioPosterior = myNeuronioB
Set mySinapseB = mySinapseA
If IsNull(myNeuronioB.NeuronioPosterior) Then
Set myNeuronioB = Nothing
Else
Set myNeuronioB = myNeuronioB.NeuronioPosterior
End If
k = k + 1
```

```

Wend
Set myNeuronioA = myNeuronioA.NeuronioPosterior
Set myNeuronioB = myCamadaB.PrimeiroNeuronio
Wend
'muda as camadas
Set myCamadaA = myCamadaB
Set myCamadaB = myCamadaB.CamadaPosterior
Set mySinapseA.SinapsePosterior = Nothing
Wend
Set mySinapseA.SinapsePosterior = Nothing
mPreparado = True
End If
Exit Sub
Error:
End Sub
Private Sub AlimentacaoDireta()
'*****
'Finalidade: avançar a rede para a saída
'*****

Dim myCamadaA As clsCamada
Dim myCamadaB As clsCamada
Dim myNeuronio As clsNeuronio
Dim mySinapse As clsSinapse
On Error GoTo Error
Set myCamadaA = mPrimeiraCamada
Set myCamadaB = myCamadaA.CamadaPosterior
Set myNeuronio = myCamadaA.PrimeiroNeuronio
While Not myCamadaB Is Nothing
'primeira sinapse da camada
Set mySinapse = myCamadaA.PrimeiraSinapse

```

```

'acumla produto das sinapses com entradas nas camadas posteriores
While Not mySinapse Is Nothing
mySinapse.NeuronioPosterior.Valor = mySinapse.NeuronioPosterior.Valor _
+ mySinapse.NeuronioAnterior.Valor * mySinapse.Valor
Set mySinapse = mySinapse.SinapsePosterior
Wend

'normaliza os valores dos neurônios
Set myNeuronio = myCamadaB.PrimeiroNeuronio
While Not myNeuronio Is Nothing
myNeuronio.Valor = 1 / (1 + Exp(-(myNeuronio.Valor / myCamadaA.QtNeuronios)))
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
Wend

'repete para próxima camada
Set myCamadaA = myCamadaB
Set myCamadaB = myCamadaB.CamadaPosterior
Wend

Exit Sub

Error:

End Sub

Private Sub Retropropagacao()
'*****

'Finalidade: calcula os deltas após alimentação direta (no passo reverso)
'*****

Dim myCamadaA As clsCamada
Dim myCamadaB As clsCamada
Dim myNeuronio As clsNeuronio
Dim mySinapse As clsSinapse
On Error GoTo Error
'aponta para última camada
Set myCamadaB = mUltimaCamada

```

```

Set myNeuronio = myCamadaB.PrimeiroNeuronio
'faz o cálculo dos deltas na camada de saída
While Not myNeuronio Is Nothing
myNeuronio.Delta = myNeuronio.Valor * (1 - myNeuronio.Valor) _
* (myNeuronio.Alvo - myNeuronio.Valor)
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
Wend
'faz cálculo do delta das outras camadas
Set myCamadaB = myCamadaB.CamadaAnterior
While Not myCamadaB.CamadaAnterior Is Nothing
Set mySinapse = myCamadaB.PrimeiraSinapse
While Not mySinapse Is Nothing
mySinapse.NeuronioAnterior.Delta = mySinapse.NeuronioAnterior.Delta _
+ mySinapse.Valor * mySinapse.NeuronioPosterior.Delta
Set mySinapse = mySinapse.SinapsePosterior
Wend
Set myCamadaB = myCamadaB.CamadaAnterior
Wend
Exit Sub
Error:
End Sub
Private Sub PesosCorrigir()
'*****
'Finalidade: corrige pesos após a retropropagação
'*****
Dim myCamada As clsCamada
Dim mySinapse As clsSinapse
On Error GoTo Error
Set myCamada = mPrimeiraCamada
While Not myCamada.CamadaPosterior Is Nothing

```

```

Set mySinapse = myCamada.PrimeiraSinapse
While Not mySinapse Is Nothing
mySinapse.Delta = (Momento * mySinapse.Delta) - _
(Aprendizado * mySinapse.NeuronioPosterior.Delta -
* mySinapse.NeuronioAnterior.Valor)
mySinapse.Valor = mySinapse.Valor - mySinapse.Delta
Set mySinapse = mySinapse.SinapsePosterior
Wend
Set myCamada = myCamada.CamadaPosterior
Wend
Exit Sub
Error:
End Sub
Public Sub Treinar()
'*****
'Finalidade: executa uma época de treinamento
'*****
On Error GoTo Error
AlimentacaoDireta
Retropropagacao
PesosCorrigir
Exit Sub
Error:
End Sub
Public Function ErroAtual() As Double
'*****
'Finalidade: retorna o erro atual
'*****
Dim myVIErro As Double
Dim myCamada As clsCamada

```

```

Dim myNeuronio As clsNeuronio
On Error GoTo Error
Set myCamada = mUltimaCamada
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
myVIErro = 0
While Not myNeuronio Is Nothing
myVIErro = myVIErro + (myNeuronio.Alvo - myNeuronio.Valor) ^ 2
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
Wend
myVIErro = 0.5 * myVIErro
ErroAtual = myVIErro
Exit Function
Error:
End Function

Public Sub SetEntrada(inIdNeuronio As Long, inValor As Long)
'*****
'Finalidade: define valor de entrada do neurônio escolhido
'*****

Dim myCamada As clsCamada
Dim myNeuronio As clsNeuronio
On Error GoTo Error
Set myCamada = mPrimeiraCamada
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
While Not myNeuronio Is Nothing
If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then
'recebe valor normalizado (entre -1 e 1)
myNeuronio.Valor = 1 + 2 * (inValor - myNeuronio.ValorMax) _
/ (myNeuronio.ValorMax - myNeuronio.ValorMin)
Exit Sub
End If

```



```
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
```

```
Wend
```

```
Exit Sub
```

```
Error:
```

```
End Sub
```

```
Public Sub SetValorMax(inIdNeuronio As Long, inValor As Long)
```

```
'*****
```

```
'Finalidade: define valor máximo de entrada do neurônio escolhido
```

```
'*****
```

```
Dim myCamada As clsCamada
```

```
Dim myNeuronio As clsNeuronio
```

```
On Error GoTo Error
```

```
Set myCamada = mPrimeiraCamada
```

```
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
```

```
While Not myNeuronio Is Nothing
```

```
If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then
```

```
myNeuronio.ValorMax = inValor
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
```

```
Wend
```

```
Exit Sub
```

```
Error:
```

```
End Sub
```

```
Public Sub SetValorMin(inIdNeuronio As Long, inValor As Long)
```

```
'*****
```

```
'Finalidade: define valor mínimo de entrada do neurônio escolhido
```

```
'*****
```

```
Dim myCamada As clsCamada
```

```
Dim myNeuronio As clsNeuronio
```

```

On Error GoTo Error
Set myCamada = mPrimeiraCamada
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
While Not myNeuronio Is Nothing
If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then
myNeuronio.ValorMin = inValor
Exit Sub
End If
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
Wend
Exit Sub
Error:
End Sub

Public Sub SetSaida(inIdNeuronio As Long, inValor As Long)
'*****
'Finalidade: define valor de saída do neurônio escolhido
'*****

Dim myCamada As clsCamada
Dim myNeuronio As clsNeuronio
On Error GoTo Error
Set myCamada = mUltimaCamada
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
While Not myNeuronio Is Nothing
If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then
'recebe valor normalizado (entre -1 e 1)
myNeuronio.Alvo = 1 + 2 * (inValor - myNeuronio.ValorMax) _
/ (myNeuronio.ValorMax - myNeuronio.ValorMin)
Exit Sub
End If
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior

```

Wend

Exit Sub

Error:

End Sub

Public Sub SetSaidaMax(inIdNeuronio As Long, inValor As Long)

'Finalidade: define valor máximo de saída do neurônio escolhido

Dim myCamada As clsCamada

Dim myNeuronio As clsNeuronio

On Error GoTo Error

Set myCamada = mUltimaCamada

Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio

While Not myNeuronio Is Nothing

If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then

'recebe valor normalizado (entre -1 e 1)

myNeuronio.ValorMax = inValor

Exit Sub

End If

Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior

Wend

Exit Sub

Error:

End Sub

Public Sub SetSaidaMin(inIdNeuronio As Long, inValor As Long)

'Finalidade: define valor mínimo de saída do neurônio escolhido

Dim myCamada As clsCamada

Dim myNeuronio As clsNeuronio

```

On Error GoTo Error
Set myCamada = mUltimaCamada
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
While Not myNeuronio Is Nothing
If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then
'recebe valor normalizado (entre -1 e 1)
myNeuronio.ValorMin = inValor
Exit Sub
End If
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
Wend
Exit Sub
Error:
End Sub

Public Function GetSaida(inIdNeuronio) As Long
'*****
'Finalidade: define valor de saída do neurônio escolhido
'*****

Dim myCamada As clsCamada
Dim myNeuronio As clsNeuronio
On Error GoTo Error
Set myCamada = mUltimaCamada
Set myNeuronio = myCamada.PrimeiroNeuronio
While Not myNeuronio Is Nothing
If myNeuronio.Id = inIdNeuronio Then
'recebe valor desnormalizado (não mais entre -1 e 1)
GetSaida = 0.5 * (myNeuronio.Valor - 1) * (myNeuronio.ValorMax -
- myNeuronio.ValorMin) + myNeuronio.ValorMax
Exit Function
End If

```

```
Set myNeuronio = myNeuronio.NeuronioPosterior
```

```
Wend
```

```
Exit Function
```

```
Error:
```

```
End Function
```

mdlGlobais

```
*****
```

```
'Classe responsável pela execução de procedimentos genéricos
```

```
'Autor: MGI em 2004-09-29
```

```
*****
```

```
Option Explicit
```

```
Public Enum tpCamada
```

```
enmCamadaEntrada = 0
```

```
enmCamadaEscondida
```

```
enmCamadaSaida
```

```
End Enum
```

```
'mlps para aspecto social
```

```
Public gMlpCat1Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat2Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat3Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat4Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat5Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat6Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat7Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat8Soc As clsMlp
```

```
Public gMlpCat9Soc As clsMlp
```

```
'mlps para aspecto biológico
```

```
Public gMlpCat1Bio As clsMlp
```

```
Public gMlpCat2Bio As clsMlp
```

```
Public gMlpCat3Bio As clsMlp
```

Public gMlpCat4Bio As clsMlp

Public gMlpCat5Bio As clsMlp

Public gMlpCat6Bio As clsMlp

Public gMlpCat7Bio As clsMlp

Public gMlpCat8Bio As clsMlp

Public gMlpCat9Bio As clsMlp

'mlps para aspecto cultural

Public gMlpCat1Cul As clsMlp

Public gMlpCat2Cul As clsMlp

Public gMlpCat3Cul As clsMlp

Public gMlpCat4Cul As clsMlp

Public gMlpCat5Cul As clsMlp

Public gMlpCat6Cul As clsMlp

Public gMlpCat7Cul As clsMlp

Public gMlpCat8Cul As clsMlp

Public gMlpCat9Cul As clsMlp

'mlps para aspectos

Public gMlpAspcSocial As clsMlp

Public gMlpAspcBiologico As clsMlp

Public gMlpAspcCultural As clsMlp

'mlp para resultado final

Public gMlpFinal As clsMlp

Public gCnn As Connection

Public gDicMlps As Dictionary

Apêndice E

Artigo

SISTEMA DE APOIO AO RELACIONAMENTO ENTRE CASAIS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL CONEXIONISTA

Resumo

O presente trabalho apresenta-se como um sistema para diagnosticar/qualificar relacionamentos entre casais, com o intuito de apoiar psicólogos em terapias de casal.

Será apresentado uma breve referência aos estudos de Psicologia na área de relacionamentos, e em seguida será apresentada a modelagem proposta para este sistema e sua implementação.

Este trabalho visa suprir uma deficiência na integração entre a Psicologia e a Computação, propondo um sistema computacional para ajudar (e não substituir) o psicólogo.

Abstract

This work describes using neural networks to qualify couple relationships to help psychologists in couple therapies.

It will be shown a short reference to Psychology studies about relationships, and then it will be proposed a model for this system and its implementation.

This work intends to supply a necessity in the integration between Psychology and Computer Science, proposing a computer system to help (and not to substitute) the psychologist.

Introdução

O tema principal neste trabalho é a Inteligência Artificial, mais precisamente Inteligência Artificial Conexionista, utilizando redes neurais, modeladas como perceptrons multi-camadas, para cumprir com o objetivo de ajudar o psicólogo no diagnóstico de relação entre casais.

Este sistema visa diagnosticar o relacionamento no momento atual.

A modelagem foi feita de modo que o sistema possa ser facilmente adaptado a outros sistemas de banco de dados e interface. A interface utilizada neste sistema é com base em "Forms" do arquivo executável. Apesar de ser possível recompilar o software e adaptá-lo a um servidor de páginas para uma interface WEB ou WAP, este não é o objetivo deste trabalho no presente momento.

O diagnóstico do relacionamento é feito com base no comportamento do casal como um todo, não levando em consideração a capacidade de cada indivíduo de se adaptar a um relacionamento ou sua inteligência emocional.

A motivação principal para a escolha de um tema multi-disciplinar foi o interesse do autor na área de Psicologia e Computação, e também por trabalhar com um projeto que visa ajudar os seres humanos de forma direta em seu bem-estar.

Aspectos Psicológicos

Um relacionamento certamente não é algo simples de se modelar e de se prever tal como um problema matemático. São muitas as variáveis envolvidas para que um relacionamento possa ser totalmente modelado e previsto.

Muitas coisas porém já são conhecidas e muitos estudos, através de métodos estatísticos, por exemplo, têm verificado muitos padrões de comportamento e desenvolvimento dentro de um relacionamento.

Estudos psicológicos mostram que crianças que se sentiram seguras e protegidas com os pais durante a infância, vivem, na fase adulta, uma maior intimidade em seus relacionamentos amorosos e sentem mais satisfação sexual [SK 04].

Tal exemplo demonstra que um pouco do que se tem feito para ampliar a base de conhecimento sobre relacionamentos na área de psicologia. Este trabalho procura utilizar dos resultados destes estudos para servir de base na tomada de decisões das redes neurais que qualificarão o relacionamento dos casais.

Foram selecionadas três áreas da psicologia, que serão sempre descritas no trabalho como **Aspectos**. Os aspectos foram selecionados em conjunto com os alunos de graduação em Psicologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Jean Carlos Natividade e Juliana de Souza e com o professor de Psicologia da mesma instituição, Emilio Takase.

Os aspectos selecionados são:

- Biológico;
- Cultural;
- Social;

Para cada um destes aspectos serão observados outros nove fatores, aqui chamados de categorias. As nove categorias são as mesmas para os três aspectos e são as seguintes:

- Diálogo com o parceiro;
- Confiança no parceiro;
- Interesses afins;
- Atração pelo outro;
- Conhecimento do outro;
- Auto-conhecimento;
- Admiração pelo outro;
- Objetivos de vida;
- Objetivos no relacionamento;

A base de conhecimento para este trabalho é fortemente fundamentada no aspecto biológico da psicologia.

Aspectos Computacionais

A solução proposta apresenta redes neurais artificiais (RNA's) para resolver o problema proposto de diagnosticar o relacionamento entre casais. Os estudos em RNA fazem parte da Inteligência Artificial Conexionista (IAC).

Sobre a IAC, se for construído um modelo suficientemente preciso do cérebro, este modelo apresentará um comportamento inteligente. Se apenas uma pequena parte do cérebro for reproduzida, a função exercida por esta parte emergirá do modelo [BAR 97].

Uma RNA é composta de neurônios artificiais inspirados no correspondente biológico.

No sistema biológico, o neurônio é a célula transmissora de informações no sistema nervoso. O neurônio é formado por três partes:

- Dendritos: coleta informações de outros neurônios;
- Corpo Celular: integra as informações coletadas;
- Axônio: envia as informações para outros neurônios;

As redes neurais utilizadas neste trabalho são Perceptron Multi-Camadas, ou seja, possui camadas além da camada de entrada e de saída. Os perceptrons, neste caso, possuem três camadas de neurônios e utilizam o algoritmo de retropropagação para fazer o treinamento.

O treinamento de uma rede consiste em definir o conjunto de pesos de modo que o conjunto de entradas forneça o conjunto de saídas desejado.

Desenvolvimento do Sistema

o domínio do problema consiste em questões pertencentes ao mesmo tempo a três aspectos e nove categorias, a saber:

Aspectos

- Biológico;
- Cultural;
- Social;

Categorias

- Diálogo com o parceiro;
- Confiança no parceiro;
- Interesses afins;
- Atração pelo outro;
- Conhecimento do outro;
- Auto-conhecimento;
- Admiração pelo outro;
- Objetivos de vida;
- Objetivos no relacionamento;

Conforme figura E.1, temos diversas redes atuando em três níveis diferentes. São no total, 27 perceptrons no primeiro nível, três perceptrons no segundo e um perceptron no terceiro e último nível. Antecedendo o primeiro nível temos as respostas ao questionário, cada resposta com valores variando entre 1 e 5 (valores inteiros). A saída do sistema é a saída da rede do último nível, que retorna um valor entre 0 e 10, para ser utilizado como parâmetro pelo psicólogo.

O primeiro nível é o nível das categorias. Neste nível cada categoria dentre as apresentadas acima é representada três vezes, sendo uma vez para cada aspecto, dado que cada categoria deve ser relacionada a cada um dos aspectos.

O segundo nível de redes é o nível dos aspectos, e seu objetivo é gerar um resultado parcial, fazendo o processamento dos resultados das categorias dentro do aspecto da rede em questão.

O terceiro nível de redes é o nível de decisão final. Neste nível é recebido e processado os valores parciais da camada anterior, a de aspectos, para fornecer um diagnóstico/qualificação final e de âmbito geral.

As respostas apresentadas pelo primeiro indivíduo do casal ficam armazenadas em banco de dados, bem como as respostas do segundo indivíduo, quando este responder.

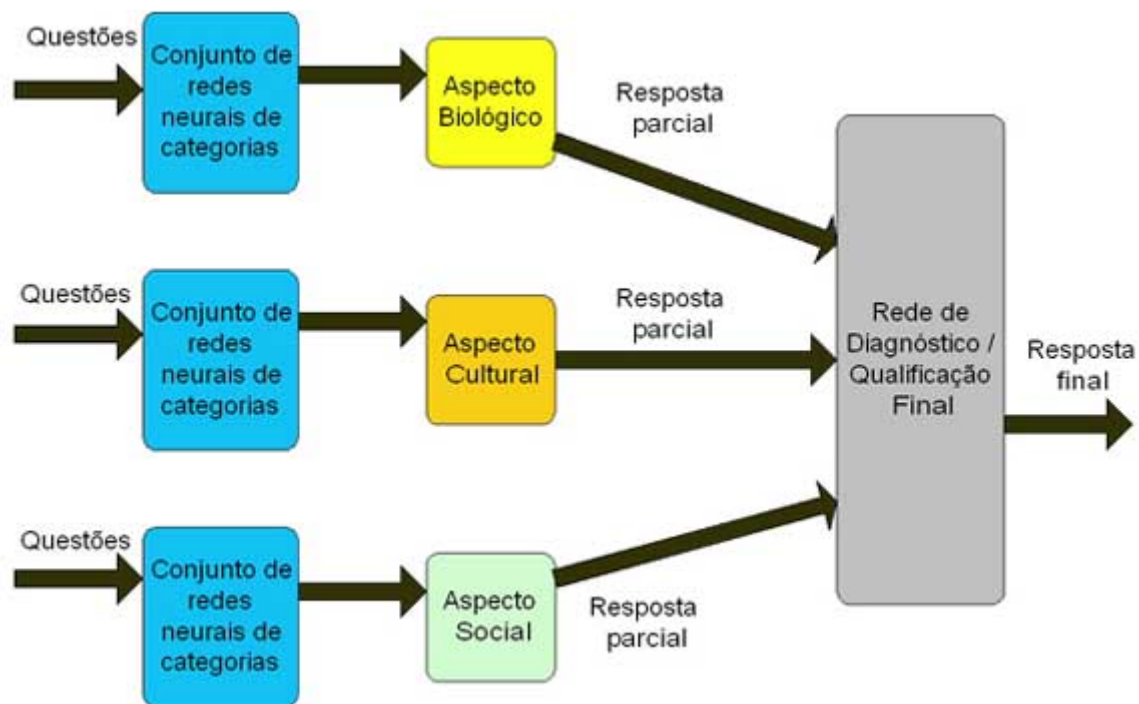


Figura E.1: Representação gráfica do sistema e seus níveis internos

Assim que ambos tiverem preenchido o questionário, o sistema está apto a apresentar seu diagnóstico, a pedido do psicólogo.

O sistema apresenta uma nota de um a dez, em âmbito geral, e uma nota de um a dez para cada aspecto (notas parciais) para serem interpretadas pelo psicólogo.

Para a modelagem do banco de dados foi utilizado o Visio 2000 Enterprise Edition da Microsoft. Esta ferramenta permite fazer diagramas, fluxogramas e outras figuras de diferentes naturezas.

Uma vantagem da versão utilizada é a geração de código em linguagem SQL para criação do banco. Uma vez definido o banco a ser utilizado, o Visio gera o código automaticamente.

O banco de dados escolhido foi o SQL Server da Microsoft.

Este projeto foi modelado visando a facilidade de portabilidade. O banco de dados foi modelado de forma que não há recursos exclusivos da Ferramenta SQL Server utilizada. Caso, numa expansão ou modificação deste projeto em um trabalho futuro seja

necessário utilizar um outro banco de dados, basta gerar um novo script de criação no Visio, a partir do arquivo com o modelo do banco de dados.

Codificação do Sistema

Este sistema foi desenvolvido sob o paradigma de orientação a objetos. Uma classe para MLP foi desenvolvida, de acordo com o modelo proposto por [dM].

A classe implementada é uma classe genérica, que permite a criação de redes ligeiramente diferentes do que as já utilizadas neste sistema, podendo possuir diferente quantidade de neurônios em cada camada, bem como modificar a quantidade de camadas de cada rede neural.

Obedecendo os padrões de UML apresentador por [CL], foi criado um diagrama de classes do sistema, apresentado em anexo.

Para a modelagem do sistema foi utilizado o Visio 2000 Enterprise Edition. Para a modelagem UML, este sistema permite uma integração com o Visual Basic 6.0, sistema utilizado para o codificação do software.

Caso seja necessário, é possível separar a interface do "motor" do sistema, deixando apenas o software que faz o processamento da informação, sem interface. Para isto basta compilar o software sem a interface, podendo gerar um componente OCX.

Conclusões

O presente trabalho apresentou o problema a ser modelado, propondo uma solução para o mesmo. Foram apresentados os aspectos psicológicos relacionados ao trabalho e também uma breve pesquisa bibliográfica no que diz respeito à Inteligência Artificial sob as áreas de estudo utilizadas neste sistema.

A modelagem e o sistema cumprem com o objetivo de diagnosticar e qualificar o relacionamento entre casais, procurando sempre manter a flexibilidade no sistema, uma vez que muitos parâmetros na sua base de decisões podem ser modificados, dado que este é um tema tão delicado e complexo.

O trabalho, dentro de suas limitações, abrangeu o escopo da Psicologia, área de estudos de grande interesse do aluno, permitindo que o projeto respeitasse a motivação que deu origem ao trabalho. Conforme citado na introdução, o fato de interligar áreas distintas e utilizar a computação e a Inteligência Artificial claramente como o meio, e não

o fim, satisfaz a ambição do aluno neste nível de trabalho, uma vez que a intenção é iniciar um sistema que possa ajudar as pessoas de forma direta.

O uso de MLP, bem como a forma como foi modelado o software e o banco de dados, mostrou ser eficiente para deixar o projeto aberto a novas possibilidades.

É certo que ainda muito deve ser feito para que este sistema seja realmente uma ferramenta robusta para auxiliar um psicólogo. No que diz respeito à graduação em Sistemas de Informação, muitos pontos abordados neste trabalho contemplam a utilização do conhecimento adquirido ao longo do curso universitário de forma satisfatória para o nível profissional.

Trabalhos Futuros

Desenvolvimento de novas interfaces

Para a criação de novas é necessário desvincular a interface atual com o sistema de redes neurais, deixando apenas este último, que pode ser considerado o "motor" do sistema. Este módulo pode ser compilado como um componente para ser utilizado em um servidor WEB, e a partir daí ser utilizado com novas interfaces, como uma interface HTML ou WAP.

A vantagem dessa modelagem, é que o sistema não fica restrito ao uso apenas onde esteja instalado, mas sim disponível na Internet, permitindo também que o psicólogo não se preocupe com atualizações de software.

Utilização de novas bases de decisão

O sistema atual utiliza como base de decisão os vetores formados a partir de pesquisa bibliográfica na área de relacionamentos, tendo como base principal o aspecto biológico.

O fato do sistema armazenar as respostas permite que os dados guardados sejam analisados posteriormente por especialistas na área, para, acompanhando novamente os casais já questionados, formar uma nova base de vetores para modificar o formato de decisão do sistema, sendo então, não mais baseado em pesquisa bibliográfica, mas sim pesquisa em campo.

Acompanhamento do casal com sistema dimensional

Uma possibilidade de expansão para o sistema seria o incremento com um sistema

de banco de dados dimensional. Diferentemente do sistema relacional, o sistema dimensional permite armazenar valores temporais, ou seja, de forma prática, uma nova pesquisa com um casal entraria como um novo registro. Isso pode ser incrementado com perguntas relativas ao cotidiano do casal, para um acompanhamento constante, permitindo a geração de relatórios gráficos sobre a evolução do relacionamento em cada aspecto. Esse banco de dados dimensional poderia servir como um DataWarehouse para acompanhar não somente o casal, mas sim descobrir padrões de comportamento comuns a casais com um sistema de Mineração de Dados.

Referências Bibliográficas

- [BAR 97] BARRETO, J. M. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI**. Florianópolis: Jorge Muniz Barreto, 1997.
- [BIT 98] BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial: ferramentas e teorias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- [CL] CRAIG LARMAN, TITLE = Utilizando UML e Padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos, P. . B. Y. . . A. . P.
- [dM] DE MEDEIROS, L. F. **Redes Neurais em Delphi**. Visual Books.
- [FAL] FALQUETO, J. **Apostila de Introdução a Redes**. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/falqueto>>.
- [FAL 02] FALQUETO, J. **Inspiração Biológica em IA**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Tese(doutorado).
- [FHR] FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, D. B. L. **Building Expert Systems**.
- [GRA 95] GRAY, J. **Homens são de Marte, Mulheres são de Vênus**. Rio de Janeiro: Rocco, 1995.
- [JOS 96] JOSSELSO, R. **The Space Between Us: Exploring the dimensions of human relationships**. SAGE Publications, 1996.
- [KOL 02] KOLB, B. **Neurociência do Comportamento**. Barueri, SP: Manole, 2002.
- [LOW 02] LOWNDES, L. **Como Fazer Qualquer Pessoa se Apaixonar por Você!** 9. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- [MIN 88] MINSKY, M. L. **La Société de L'Esprit**. Paris: InterEditions, 1988.
- [RLA 02] RITA L. ATKINSON, RICHARD C. ATKINSON, E. E. S. D. J. B. S. N.-H. **Introdução a Psicologia de Hildgard**. 13. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.
- [SK 04] SEIFFGE-KRENKE, I. A escola do amor. **Viver Mente & Cérebro**, [S.l.], , n.141, p.68–69, Outubro, 2004.

[WAL 85] WALLACE, R. A. **Sociobiologia - O Fator Genético: as realidades biológicas da condição humana**. São Paulo: IBRASA, 1985.