

**SÉRGIO EDUARDO CARDOSO**

**A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL  
NO JUDICIÁRIO:  
USO DE TECNOLOGIAS  
NO PROCESSO DE JULGAMENTO**

**FLORIANÓPOLIS**

**2001**

**SÉRGIO EDUARDO CARDOSO**

**A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL  
NO JUDICIÁRIO:  
USO DE TECNOLOGIAS  
NO PROCESSO DE JULGAMENTO**

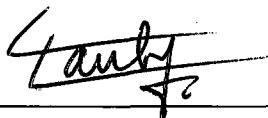
**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Direito da  
Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Mestre em Direito.**

**Professor Orientador: Luiz Adolfo Olsen da Veiga, MsC.**

**Florianópolis**

**- 2001**

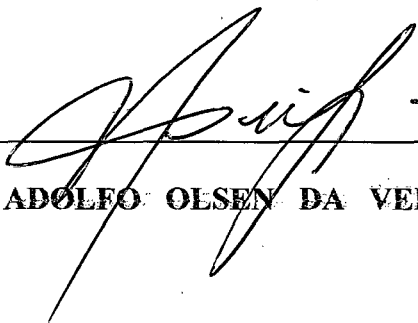
**Esta Dissertação foi julgada APTA para obtenção do título de Mestre em Direito e aprovada em sua forma final pela Coordenação do Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito do CPGD da UFSC.**



---

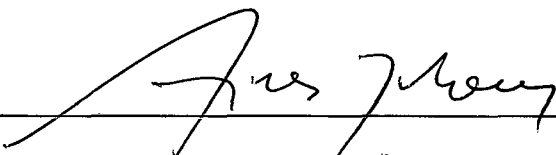
**Professor Doutor CHRISTIAN GUY CAUBET - Coordenador do Curso**

**Apresentada perante a Banca Examinadora composta pelos professores:**



---

**Professor LUIZ ADOLEO OLSEN DA VEIGA, MSc, Presidente e Orientador**



---

**Professor Doutor AIRES JOSÉ ROVER -Membro Titular**

---

**Professor Doutor SÍLVIO DOBROWOLSKI -Membro Titular**

**Florianópolis (SC), fevereiro de 2001**

## AGRADECIMENTOS

Nenhum trabalho alcança êxito sem motivação, incentivo, crítica, aconselhamento, colaboração e perseverança. Por isso, a minha sincera e sempiterna gratidão às seguintes pessoas:

Ao meu orientador, Professor Luiz Adolfo Olsen da Veiga, pela motivação advinda dos instigantes debates sobre a Informática jurídica, que acabou fecundando as primeiras sementes desta pesquisa, culminando com o seguro apoio nos momentos mais difíceis, sempre de forma amiga e firme.

Aos meus pais, Rubem e Clecy, pelo apoio incondicional e irrestrito que sempre me deram, sem o qual não estaria realizando mais esta etapa na vida.

Para Raquel, que se viu privada da minha convivência quando das centenas de horas aplicadas nas pesquisas e elaboração deste, bem como pelo inestimável auxílio quando das revisões do trabalho.

A Gilvana Pires Fortkamp, Ivonete Silva de Almeida, Melissa Andrea Indalencio e Rosângela Alves, diligentes servidoras do Curso de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina, pela colaboração sempre prestativa.

“A riqueza das nações, dependente da terra, do trabalho e do capital durante suas fases agrícola e industrial, condicionada à existência de recursos naturais, ao acúmulo de capital e mesmo à posse de armamentos dependerá, no futuro, da informação, do conhecimento e da inteligência”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> FEIGENBAUM, E.A; & MCCORDUCK, P. The Fifth Generation: Japan's computer challenge to the World. Creative Computer. S.I: M. Morristown, 1984. p. 105.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
INTRODUÇÃO.....	ix
1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – (IA).....	I
1.1 OBSERVAÇÕES INICIAIS - O QUE É A IA?- uma abordagem preliminar .....	1
1.2 HISTÓRICO DA IA .....	5
1.3 CONCEITOS RELATIVOS À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....	12
1.4 O SIGNIFICADO DO TERMO “INTELIGÊNCIA” .....	17
1.5 MÁQUINAS INTELIGENTES.....	19
1.5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS - PODEM OS COMPUTADORES PENSAR?.....	19
1.5.2 O PROBLEMA DO LIVRE ARBÍTRIO.....	21
1.5.3 ESTADOS MENTAIS .....	22
1.6 A ABORDAGEM COMPORTAMENTAL - TESTE DE TURING .....	23
1.6.1 INTRODUÇÃO.....	23
1.6.2 TURING E O “JOGO DE IMITAÇÃO” .....	24
1.6.3 PROCESSADOR DE LINGUAGEM NATURAL (NLP) .....	26
1.6.4 O PRÊMIO LOEBNER .....	27
1.6.5 VALIDADE DO TESTE DE TURING .....	28
1.7 PENSANDO DE FORMA HUMANA - O MODELO COGNITIVO.....	34
1.7.1 O MODELO COGNITIVO.....	34
1.7.2 A IA SIMBÓLICA.....	35
1.7.3 O CONHECIMENTO .....	38
1.7.4 RACIOCÍNIO .....	41
1.7.5 A QUESTÃO DO SENSO COMUM .....	44
1.7.6 SABER ESPECIALIZADO.....	48
1.8 PENSANDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DAS LEIS DO PENSAMENTO.....	50
1.9 AGINDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DOS AGENTES RACIONAIS.....	52
1.10 CAMPOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....	54
1.11 ALGUMAS APLICAÇÕES DA IA .....	57
1.12 COMO AS PESSOAS RACIOCINAM?.....	59
1.13 COMO OS COMPUTADORES RACIOCINAM .....	60
1.14 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	61
1.15 SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	62
1.15.1 INTRODUÇÃO.....	62
1.15.2 ESTRUTURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA.....	66
1.15.3 SISTEMA CONVENCIONAL X SISTEMA ESPECIALISTA.....	69
1.15.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS .....	70
1.16 ALGORITMOS GENÉTICOS .....	73
1.16.1 DEFINIÇÕES.....	73
1.16.2 IA E EVOLUÇÃO SIMULADA .....	79
1.17 LÓGICA DIFUSA (“fuzzy logic”).....	80
1.17.1 O QUE É?.....	80
1.17.2 IA E EVOLUÇÃO SIMULADA .....	82
1.18 REDES NEURAIS.....	84

1.18.1 INTRODUÇÃO. BOSQUEJO HISTÓRICO. DEFINIÇÕES .....	84
1.18.2 CÉREBROS E COMPUTADORES: IA E REDES NEURAIS .....	85
1.19 DELIMITAÇÕES – PERSPECTIVAS – CRÍTICAS EM RELAÇÃO À IA .....	87
1.19.1 INTRODUÇÃO.....	87
1.19.2 RELAÇÕES COM OUTRAS DISCIPLINAS.....	88
1.19.3 ALGUMAS COISAS QUE APRENDEMOS.....	89
1.19.4 IMPLICAÇÕES .....	92
1.19.5 A IA E A INFORMÁTICA.....	93
1.19.6 PERSPECTIVAS / LIMITAÇÕES DA IA.....	94
2 A ATIVIDADE JUDICIÁRIA.....	96
2.1 INTRODUÇÃO .....	96
2.2 INTERESSE – PRETENSÃO – CONFLITOS - DIREITO.....	97
2.3 DIREITO.....	99
2.4 A ATIVIDADE JURISDICIONAL.....	101
2.5 PROCESSO .....	103
2.5.1 O PROCESSO COMO FORMA DE CONCRETIZAÇÃO DA JURISDIÇÃO.....	103
2.5.2 ESPÉCIES DE ATOS PROCESSUAIS .....	105
2.6 ETAPAS DO JULGAMENTO.....	107
2.7 A SENTENÇA.....	108
2.8 NATUREZA DO ATO DECISÓRIO.....	110
2.9 ESTRUTURA DA SENTENÇA - MOTIVAÇÃO, FUNDAMENTAÇÃO .....	113
3 VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS BASEADOS EM TÉCNICAS DE IA COMO AUXILIARES NO PROCESSO JUDICIÁRIO .....	116
3.1 INTRODUÇÃO .....	116
3.2 PRINCIPAIS TÉCNICAS DE IA PASSÍVEIS DE APLICAÇÃO NA ATIVIDADE DO JULGADOR.....	118
3.2.1 INTRODUÇÃO: COMPUTADOR. A INTERNET. O DIREITO. BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO .....	118
3.2.2 SISTEMAS ESPECIALISTAS APLICADOS À ÁREA JURÍDICA .....	122
3.3 - O PROBLEMA DA MOROSIDADE DO JUDICIÁRIO.....	125
3.4 A DISCUSSÃO A RESPEITO DO TEMA - VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DA IA NO DIREITO.....	128
3.5 ALGUMAS INICIATIVAS BEM-SUCEDIDAS .....	131
3.5.1 O JUIZ ELETRÔNICO: A EXPERIÊNCIA DO ESPÍRITO SANTO.....	133
3.6 SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	136
3.7 LIMITES DO USO DE TAIS SISTEMAS.....	138
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	151
BIBLIOGRAFIA.....	158

## RESUMO

Efetou-se neste trabalho uma introdução conceitual da Inteligência Artificial para o público com formação jurídica.

Definiu-se a Inteligência Artificial à luz de diversas correntes doutrinárias, foram expostas as principais tecnologias, feita uma retrospectiva histórica e analisados os principais conceitos e definições atinentes a esta ciência.

Foram introduzidos, outrossim, os conceitos básicos acerca da atividade jurisdicional e, em momento posterior, efetuada uma conexão das duas áreas, defendendo-se a utilização de ferramentas da Inteligência Artificial como auxiliares do Poder Judiciário, como forma de aprimorar os serviços e contribuir para a melhoria da imagem daquele Poder.

Concluiu-se pela viabilidade da utilização das ferramentas mencionadas, com inegável vantagem para a qualidade do serviço.

Foram expostas as críticas ao uso desses sistemas e propostas soluções e argumentos contrários a essas críticas.



## SUMMARY

A conceptual introduction of artificial intelligence for the public with legal formation was effected in this work.

It was defined Artificial Intelligence under diverse doctrinal currents; had been displayed the main technologies, made a historical retrospect and analyzed the main concepts and definitions to this science.

They had been introduced, outrossim, the basic concepts concerning the jurisdictional activity, and, at posterior moment, effected a connection of the two areas; defending itself it use of technologies of artificial intelligence as assistant of the Judiciary, in order to improve the efficiency of the service, and to contribute for the improvement of the Justice's image.

It was concluded for the viability of the use of the mentioned technologies, with advantage for the quality of the service.

It had been displayed critical of these systems, and offered solutions and contrary arguments.

## INTRODUÇÃO

O objeto deste capítulo é introduzir as definições do termo Inteligência Artificial, em suas diversas acepções, bem como expor as principais correntes.

O capítulo está dividido em partes.

Inicialmente, abordaremos o tema "Inteligência Artificial", situando-o. Após, apresentaremos um apanhado histórico, nas suas diversas fases, citando as principais conquistas e características de cada uma delas.

Igualmente discorreremos acerca dos conceitos que envolvem a Inteligência Artificial, bem como o significado do termo "inteligência".

Adotando a divisão conceitual usada por RUSSEL & NORVIG<sup>2</sup>, analisaremos as quatro abordagens da IA: a comportamental, o modelo cognitivo, a abordagem das leis do pensamento e a dos agentes racionais.

Passando pelos ramos da Inteligência Artificial, trataremos da questão da representação do conhecimento. Aqui nos deteremos numa introdução aos sistemas especialistas, redes neuronais, Algoritmos Genéticos e Lógica difusa, tudo confluindo para o final do capítulo, onde elaboraremos as primeiras conclusões.

Este capítulo inicial se propõe, pois, a fazer uma ponte, introduzindo o profissional do Direito ao conhecimento de noções elementares acerca da Inteligência Artificial.

Esta é a intenção que se revelará ao longo das páginas seguintes.

Não se trata de um trabalho voltado para a área da Informática mas, sim, para o Direito (levando em consideração, inclusive, nossa formação profissional).

---

<sup>2</sup> RUSSEL, Stuart, NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a Modern Approach*. New Jersey.: Prentice Hall, 1995. p.4.

Prepara-se o terreno para o surgimento de futuros profissionais na área da engenharia do conhecimento jurídico, profissionais com conhecimento introdutório de Informática e com especialização no Direito, encarregados de fornecer ao técnico em Informática os elementos necessários à produção e à operação de sistemas inteligentes voltados à área jurídica.

No segundo capítulo, é abordada a atividade judiciária. Iniciamos com conceitos básicos acerca da ciência jurídica: direito, conflitos, pretensão e lide. O processo como meio de compor conflitos, o Poder Judiciário, a sentença, seu processo de formação e elementos principais.

No terceiro e último capítulo, faremos a ponte entre os dois primeiros (o que tratou de Informática e o que tratou do Direito), traçando conexões entre algumas das técnicas de IA e defendendo a possibilidade do seu uso na atividade judiciária.

Abordaremos algumas experiências já realizadas e bem-sucedidas no assunto, culminando por defender uma maior utilização de tais técnicas pelo Poder Judiciário, como forma de minimizar as deficiências e críticas hoje a ele dirigidas, e alcançar um nível de qualidade á altura do que deseja a sociedade brasileira.

Ao longo do trabalho, nos referiremos à expressão "Inteligência Artificial" pela sigla "IA".

Como já salientamos, trata-se de modesta contribuição à melhoria do Poder Judiciário, ao qual temos a honra de pertencer, e com isso tentamos levar aos demais colegas um conhecimento acerca da matéria, procurando desmistificá-la como ferramenta indispensável que é e será não só para os profissionais do Direito, mas para a sociedade como um todo.

O momento histórico está aí e somente aqueles que souberem adequar-se aos novos tempos sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo e exigente. As mudanças ocorrem em ritmo acelerado. O profissional do Direito não pode ficar alheio a elas, sob pena de caminhar rapidamente para o obsoletismo.

## 1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – (IA)

### 1.1 OBSERVAÇÕES INICIAIS - O QUE É A IA?- uma abordagem preliminar

Criar uma máquina semelhante ao homem, capaz de pensar, sempre foi um fascínio para cientistas do mundo, obstinados na realização deste sonho. Os mais antigos escritores já esboçavam robôs e andróides em suas obras de ficção.<sup>1</sup>

RUSSEL & NORVIG, em obra clássica sobre o assunto, chamam a atenção para o fato de a humanidade ter se autodenominado de *homo sapiens* (ou seja, homem que sabe, homem sábio), justamente por serem as nossas capacidades (habilidades) mentais tão importantes para as nossas vidas diárias e o nosso senso sobre nós mesmos.<sup>2</sup> Esclarecem ainda que a IA se esforça para entender entidades inteligentes. Ao contrário da Filosofia e da Psicologia, que se relacionam com o estudo da inteligência, a IA está ocupada não somente em entender tais entes, mas também em construí-los.

É um dos últimos quebra-cabeças, enigmas da humanidade. Como é possível para um pequeno, lento e diminuto cérebro, seja biológico ou eletrônico, perceber, entender, prever, e manipular um mundo de informações maiores e mais complicadas que ele próprio? São questões difíceis, mas o pesquisador da IA tem sólidas evidências de que a busca de tal entendimento é possível. Tudo o que ele tem a fazer é olhar-se no espelho para ver um exemplo de um sistema inteligente.<sup>3</sup>

Solucionar problemas é o principal fundamento das aplicações em Inteligência Artificial, a capacidade em obter respostas através da resolução de problemas. Frequentemente, adota-se uma medida de inteligência tanto

---

<sup>1</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., p.3.

<sup>2</sup> Idem.

<sup>3</sup> Idem.

para humanos, como para máquinas. Existem dois tipos de problemas: o primeiro deles pode ser resolvido por meio de métodos computacionais. Obter soluções computacionalmente aplica-se, em geral, apenas a problemas determinísticos que funcionem garantidamente, como na resolução de cálculos. Esses problemas são facilmente resolvidos através de algoritmos e logo depois implementados em determinada linguagem de computação. Entretanto, a maioria dos problemas do mundo real não admite resolução através de métodos computacionais; esses problemas devem ser encaixados no segundo grupo, que consiste na solução por busca de soluções, englobando os problemas relacionados com a Inteligência Artificial, que por sua vez precisa transpor a magnitude e a complexidade das situações do mundo real.<sup>4</sup>

Um sistema IA não é capaz somente de armazenamento e manipulação de dados, mas também de aquisição, representação e manipulação de conhecimento. Essa manipulação inclui a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos - novas relações sobre fatos e conceitos - a partir do conhecimento existente e utilizar métodos de representação e manipulação para resolver problemas complexos, que são freqüentemente não-quantitativos por natureza.

Uma das idéias mais úteis que emergiram das pesquisas em IA, é a de que fatos e regras - conhecimento declarativo - podem ser representados separadamente dos algoritmos de decisão - conhecimento procedimental. Isso teve um efeito profundo tanto na maneira de os cientistas abordarem os problemas, quanto nas técnicas de engenharia e Informática utilizadas para produzir sistemas inteligentes.

Adotando um procedimento particular - máquina de inferência -, o desenvolvimento de um sistema IA é reduzido à obtenção e codificação de regras e fatos que sejam suficientes para um determinado domínio do problema. Esse processo de codificação é chamado de engenharia do conhecimento.

---

<sup>4</sup> *Inteligência Artificial*. Disponível em: <http://www.ulbra-to.br/expro98/intarti.htm>. Acesso em: 02.jan.2001. Não paginado.

Portanto, as questões principais a serem contornadas pelo projetista de um sistema IA são: aquisição, representação e manipulação de conhecimento e, geralmente, uma estratégia de controle ou máquina de inferência que determina os itens de conhecimento a serem acessados, as deduções a serem feitas, e a ordem dos passos a serem usados.<sup>5</sup>

Adiante trataremos desses temas de forma pormenorizada, inclusive no que tange ao conceito de inteligência.

Desde seus primórdios a IA gerou polêmica, a começar pelo próprio nome, considerado presunçoso por alguns, até a definição dos seus objetivos e metodologias. O desconhecimento dos princípios que fundamentam a inteligência, por um lado, e dos limites práticos da capacidade de processamento dos computadores, por outro, levou periodicamente a promessas exageradas e às correspondentes decepções.<sup>6</sup>

Como ressalta SANTOS<sup>7</sup>, “não é fácil falar de cérebros e mentes que sejam de outra natureza que não a nossa, e que possam concorrer conosco em atividades que são próprias de nossa inteligência humana, ou de conceitos cujos esclarecimentos perpassam as bases da metafísica ou da Filosofia. O que é exatamente Inteligência Artificial? Qual o mistério desta ciência que, em sua própria denominação, se refere ao que pretende definir?”

Para termos idéia de onde surgiram os conceitos relativos à IA, devemos investigar um pouco de sua história, o que será feito no tópico 1.2- Histórico da IA.

Em resumo, para se ter uma idéia inicial do que seja “Inteligência Artificial”, precisamos:

- atender ao próprio conceito de Inteligência;
- considerar que tal conceito é de difícil caracterização;

---

<sup>5</sup>CHAIBEN, Hamilton. Inteligência Artificial na Educação. Disponível em:

<<http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed.html>>. Acesso em: 04 jul. 2000. Não paginado.

<sup>6</sup>BITTENCOURT, Guilherme. *Breve História da Inteligência Artificial*. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/gia/history/history.html>>. Acesso em: 03 jul. 2000. Não paginado.

- entender que os diversos conceitos e acepções do termo IA passam pelo conhecimento do seu histórico, e das correntes que se originaram;
- ter em conta dois tipos de problemas: um pode ser resolvido aplicando-se métodos computacionais (determinísticos), e outro não.
- considerar que um sistema IA não é capaz somente de armazenamento e manipulação de dados, mas também de aquisição, representação, e manipulação de conhecimento.

---

<sup>7</sup>SANTOS, Sylvio Silveira. *O significado da Inteligência Artificial*. Disponível em: <<http://www.globalsite.com.br/~sssantos/historic.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2000. Não paginado.

## 1.2 HISTÓRICO DA IA

As correntes de pensamento que se cristalizaram em torno da IA já estavam em gestação desde os anos 30.

Nos anos 40, houve necessidade de avançar tecnologicamente para fornecer instrumentos ao combate bélico. Nesse contexto, e com o desenvolvimento da bomba atômica (que exigia uma quantidade gigantesca de cálculos, os quais deveriam ser precisos), foi desenvolvido o computador.<sup>8</sup>

Ele foi utilizado não somente para cálculos, mas também para a simulação de táticas estratégicas de exércitos (o que marcou também o início dos jogos por computador). Era o surgimento da Inteligência Artificial tradicional, baseada em regras.

Naquela década foi desenvolvida a formalização matemática para o neurônio (da qual derivaram, na década seguinte, os modelos de redes de neurônios artificiais) e ela marcaria o início da história da IA, com o estudo do funcionamento do cérebro e com objetivos de formalização do seu comportamento.<sup>9</sup>

Segundo BITTENCOURT<sup>10</sup>, “existem duas linhas principais de pesquisa para a construção de sistemas inteligentes: a linha conexionista e a linha simbólica. A linha conexionista visa à modelagem da inteligência humana através da simulação dos componentes do cérebro, isto é, de seus neurônios, e de suas interligações”.<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> MÜLLER, Daniel Nehme. *Inteligência Artificial - Definições Básicas*. Disponível em: <<http://www.ulbra.tche.br/~danielnm/ia/defbas/dc.html>>. Acesso em: 16 set. 1999. Não paginado.

<sup>9</sup> Idem.

<sup>10</sup> BITTENCOURT, Guilherme, op. cit., não paginado.

<sup>11</sup> Esta proposta foi formalizada inicialmente em 1943, quando o neuropsicólogo McCulloch e o lógico Pitts propuseram um primeiro modelo matemático para um neurônio. Um primeiro modelo de rede neuronal, isto é, um conjunto de neurônios interligados, foi proposto por Rosenblatt. Este modelo, chamado Perceptron, teve suas limitações demonstradas por Minsky e Papert, em livro onde as propriedades Matemáticas de redes artificiais de neurônios são analisadas. Durante um longo período



A linha simbólica segue a tradição lógica e teve em McCarthy e Newell seus principais defensores. Os princípios dessa linha de pesquisa são apresentados no artigo *Physical Symbol Systems*, de Newell.<sup>12</sup>

Oficialmente, no entanto, a IA nasceu somente em 1956, numa conferência de verão em Dartmouth College, NH, USA. Na proposta dessa conferência, escrita por John McCarthy (Dartmouth), Marvin Minsky (Harvard), Nathaniel Rochester (IBM) e Claude Shannon (Bell Laboratories), e submetida à Fundação Rockefeller, consta a intenção dos autores de realizar “um estudo durante dois meses, por dez homens, sobre o tópico *Inteligência Artificial*”. Ao que tudo indica, esta parece ser a primeira menção oficial à expressão “Inteligência Artificial”.<sup>13</sup>

No final dos anos 50 e início dos anos 60, os cientistas Newell, Simon, e J. C. Shaw introduziram o processamento simbólico. Em vez de construir sistemas baseados em números, eles tentaram construir sistemas que manipulassem símbolos. A abordagem era poderosa e foi fundamental para muitos trabalhos posteriores.<sup>14</sup>

Desde então, explica CHAIBEN<sup>15</sup>, “as diferentes correntes de pensamento em IA têm estudado formas de estabelecer comportamentos ‘inteligentes’ nas máquinas”. Portanto, o grande desafio das pesquisas em IA, desde a sua criação, pode ser sintetizado com a indagação feita por Minsky em seu livro “*Semantic Information Processing*”, há quase trinta anos: “*Como fazer as máquinas compreenderem as coisas?*”<sup>16</sup>

---

essa linha de pesquisa não foi muito ativa, mas o advento dos microprocessadores, pequenos e baratos, tornou praticável a implementação de máquinas de conexão compostas de milhares de microprocessadores, o que, aliado à solução de alguns problemas teóricos importantes, deu novo impulso às pesquisas na área. O modelo conexionista deu origem à área de redes neuronais artificiais.

<sup>12</sup> O sucesso dos *sistemas especialistas (SE)* (do inglês, “expert system”), a partir da década de setenta, estabeleceu a manipulação simbólica de grande número de fatos especializados sobre um domínio restrito como o paradigma corrente para a construção de sistemas inteligentes do tipo simbólico.

<sup>13</sup> MCCORDUCK, P. *Machines Who Think*. San Francisco: Freeman, 1979.

<sup>14</sup> CHAIBEN, Hamilton, op. cit., não paginado.

<sup>15</sup> Idem.

<sup>16</sup> MINSKY, M. (Ed.). *Semantic Information Processing*. Cambridge: The MIT Press, 1968.

Efetuando um apanhado das últimas quatro décadas, MÜLLER<sup>17</sup> analisa o histórico da IA:

*“ANOS 50: Nesta década iniciou-se o estudo, na linha de pesquisa psicológica, da utilização da lógica de estratégia para finalidades matemáticas, como a prova de teoremas. Iniciou-se também a modelagem através de regras de produção, regras estas baseadas na lógica de predicados. A introdução da programação através de comandos de lógica de predicados proporcionou um grande avanço para a programação de sistemas que utilizassem esquemas de raciocínio. Daí foi possível o aperfeiçoamento do que já existia: jogos, aplicações matemáticas e simuladores. E o avanço foi tanto que nos anos 60 houve uma euforia diante do potencial tecnológico vislumbrado ... ANOS 60: Na linha biológica, prosseguiram os desenvolvimentos de conceitos relativos às redes neurais artificiais com o aprimoramento do modelo Perceptron e o surgimento de uma variante, o Adaline. Ambos utilizavam as mesmas idéias de rede, porém a lógica de aprendizado os diferenciava. Para a linha psicológica, esta década foi a descoberta da Inteligência Artificial. Utopicamente, os pesquisadores dessa linha acreditavam ser possível realizar tarefas humanas, tais como o pensamento e a compreensão da linguagem, através do computador. Realmente, acreditava-se ser possível a reprodução, pura e simples, do raciocínio humano no computador. Nesse sentido, foi tentada a interpretação da linguagem no computador, tal como compreendida pelo ser humano. No ímpeto da racionalização imposta pelo desenvolvimento de suas pesquisas, acreditaram que apenas através do raciocínio seria possível a interpretação da linguagem. Obviamente, a linguagem humana não é fruto apenas da razão, mas de todo o aparato sensorial e lógico do ser humano. Por outro lado, em 1969, Marvin Minsky e Sigmour Papert publicaram um livro denominado Perceptrons, o qual destinava-se a ridicularizar as pesquisas em torno das redes neurais artificiais. Os autores defendiam a hipótese de que os modelos apresentados não tinham sustentação matemática para terem credibilidade. Tiveram êxito na sua empreitada, levando ao ostracismo os pesquisadores da linha biológica. ANOS 70: Para a linha biológica, esta foi uma década negra. Apesar disso, houve pesquisadores que, por outros caminhos, chegaram a novas concepções de redes neurais artificiais. Essas concepções*

---

<sup>17</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.

*analisavam o aprendizado de informações como sendo fruto de uma união das potencialidades de redes de neurônios interagindo entre si. Nasceram as redes neurais representadas na forma de mapas cerebrais, onde não havia o aprendizado de um neurônio, mas de toda uma rede, através do compartilhamento de recursos. Já na linha psicológica, estudos mais aprofundados demonstraram o óbvio: que não seria possível a representação, numa máquina, dos estados mentais humanos responsáveis pelo pensamento. Ao menos naquele estado da tecnologia. A saída para essa linha de desenvolvimento era dada por uma empresa: a Rand Corporation. Foi de sua equipe de pesquisa que partiram os sistemas especialistas, os quais foram responsáveis pela ampliação da Inteligência Artificial Tradicional. ANOS 80: As redes neurais artificiais tiveram seu reconhecimento recuperado através do físico John Hopfield, que em 1982 provou ser possível a simulação de um sistema físico através de um modelo matemático baseado na teoria das redes neurais. Assim, em 1986, uma equipe de especialistas das mais diversas áreas reuniu-se para validar as pesquisas em torno das redes neurais, possibilitando a volta da pesquisa nessa linha. Uma das formas de recuperação do prestígio das redes neurais foi a proposta de um modelo, chamado Backpropagation, que ampliava o potencial do Perceptron de modo a permitir a superação das limitações do modelo primitivo. Enquanto isso, na IA Tradicional, ampliavam-se as técnicas e aplicações dos sistemas especialistas. Além disso, houve o interesse de trabalho conjunto com outras áreas, tais como interfaces inteligentes, sistemas de apoio à decisão, controle de robôs, etc. Na década, as redes neurais tiveram uma explosão exponencial de aplicações e desenvolvimento de modelos. São centenas de propostas de novos modelos ou de seu aperfeiçoamento a cada ano, tal o interesse pela área. A partir daí, consolidam-se as redes neurais como parte integrante do estudo da Inteligência Artificial propriamente dita. Reconhece-se, também, que os paradigmas biológico e psicológico são complementares e necessários para sistemas mais evoluídos. Dessa forma, começam a ser construídos os chamados Sistemas Híbridos. Eles são a união das concepções das duas linhas de pesquisa, permitindo a construção de grandes sistemas que pretendem abranger uma forma mais completa de representação do comportamento humano. Ideal este da própria Inteligência Artificial.”*

Outra divisão, trazida por BITTENCOURT<sup>18</sup>, é a proposta nos relatórios internos do MIT (Massachusetts Institute of Technology):

---

<sup>18</sup> BITTENCOURT, Guilherme, op. cit., não paginado.

### CLÁSSICA (1956-1970):

- Objetivo: simular a inteligência humana.
- Métodos: solucionadores gerais de problemas e de lógica.
- Motivo do fracasso: subestimação da complexidade computacional dos problemas.

### ROMÂNTICA (1970-1980):

- Objetivo: simular a inteligência humana em situações pré-determinadas.
- Métodos: formalismos de representação de conhecimento adaptados ao tipo de problema; mecanismos de ligação procedural visando à maior eficiência computacional.
- Motivo do fracasso: subestimação da quantidade de conhecimento necessária para tratar mesmo o mais banal problema de senso comum...

### MODERNA (1980-1990)

- Objetivo: simular o comportamento de um especialista humano ao resolver problemas em um domínio específico.
- Métodos: Sistemas de regras, representação da incerteza, connexionismo.
- Motivo do fracasso: subestimação da complexidade do problema de aquisição de conhecimento.

Adiante, quando abordarmos o tópico "críticas à IA", retornaremos a estas causas de aparente fracasso enfrentado pela IA ao longo de sua história.

O primeiro programa especialista baseado em conhecimento foi escrito

em 1967. Chamado DENDRAL,<sup>19</sup> ele podia prever as estruturas de compostos químicos desconhecidos fundamentado em análises de rotinas. Posteriormente, sistemas especialistas baseados em regras mais sofisticadas foram desenvolvidos, notavelmente o programa MYCIN.<sup>20</sup> Ele utiliza regras derivadas do domínio médico para raciocinar (deduzir) a partir de uma lista de sintomas de alguma doença em particular.

Muitos pesquisadores hoje acreditam que a IA é uma tecnologia chave para o “software” do futuro. As pesquisas em IA estão relacionadas com áreas de aplicação que envolvem o raciocínio humano, tentando imitá-lo e realizando inferências. Essas áreas, que geralmente são incluídas nas definições de IA, compreendem, entre outras:<sup>21</sup>

- sistemas especialistas ou sistemas baseados em conhecimento;
- sistemas inteligentes/aprendizagem;
- compreensão/tradução de linguagem natural;
- compreensão/geração de voz;
- análise de imagem e cena em tempo real;
- programação automática.

Portanto, pode-se afirmar que o campo de IA tem como objetivo o contínuo aumento da “inteligência” do computador, pesquisando, para isso, também os fenômenos da inteligência natural. Para tal fim, a IA é definida aqui como sendo uma coleção de técnicas suportadas por computador, emulando algumas capacidades dos seres humanos. Esta coleção inclui<sup>22</sup>:

- resolução de problemas
- compreensão de linguagem natural
- visão e robótica
- sistemas especialistas e aquisição de conhecimento
- metodologias de representação de conhecimento.

---

<sup>19</sup> BUCHANAN, B.G., FEIGENBAUM, E. A. apud CHAIBEN, Hamilton. op. cit., não paginado.

<sup>20</sup> SHORTLIFFE, E.H. apud CHAIBEN, Hamilton, op. cit., não paginado.

21 SAVORY, S. E.(Ed.): Some Views on the State of Art in Artificial Intelligence. In: Artificial Intelligence and Expert Systems. Inglaterra: Ellis Horwood Limited, 1988. p. 21-34.

Poderíamos dizer que são muitos os ramos do tronco comum da Inteligência Artificial. As Ciências da Computação têm assistido continuamente ao nascimento de novos ramos e hoje se fala (além dos itens já enumerados) em sistemas especialistas, vida artificial, Algoritmos Genéticos, computação molecular e redes neuronais. Em algumas dessas ramificações, os resultados teóricos vão muito além das realizações práticas.<sup>23</sup>

A esperança de grandes descobertas futuras em IA depende de vários fatores, tais como o crescimento do número de cientistas envolvidos nas pesquisas e avanços principalmente nas áreas da ciência da computação (incluindo processamento paralelo), além da ciência cognitiva.<sup>24</sup>

Voltaremos ao assunto em capítulo específico, no qual nos deteremos nas “subáreas”, “ramos”, “campos de aplicação” ou ainda (como chamado por muitos autores) “métodos da IA”.

---

<sup>22</sup> Idem.

<sup>23</sup> CINCA, Carlos Serrano. Inteligência Artificial. Disponível em: <<http://ciberconta.unizar.es/LECCION/IA/000F2.htm>>. Acesso em: 31 mai. 2000. Não paginado.

<sup>24</sup> CHAIBEN, Hamilton; op. cit., não paginado.

### 1.3 CONCEITOS RELATIVOS À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Devido às suas peculiaridades, torna-se muito difícil (quicá impossível) uma definição formal e precisa da IA, visto que, para tanto, seria necessário definir, primeiramente, a própria inteligência.

Foram propostas algumas definições operacionais: “uma máquina é inteligente se ela é capaz de solucionar uma classe de problemas que requerem inteligência para serem solucionados por seres humanos”<sup>25</sup>; “Inteligência Artificial é a parte da ciência da computação que compreende o projeto de sistemas computacionais que exibam características associadas, quando presentes no comportamento humano, à inteligência”<sup>26</sup>; ou ainda, “Inteligência Artificial é o estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais”.<sup>27</sup> Outros se recusam a propor uma definição para o termo e preferem estabelecer os objetivos da IA: “tornar os computadores mais úteis e compreender os princípios que tornam a inteligência possível”.<sup>28</sup>

Tais definições foram elaboradas em função das diversas correntes que se formaram na IA, ao longo da história, seguindo várias vertentes.

Para que se tenha uma exata compreensão da disciplina, é preciso examinar suas definições<sup>29</sup>, segundo oito livros recentes. Elas variam ao longo de duas dimensões, o que resulta em quatro concepções conceituais para considerar a Inteligência Artificial.<sup>30</sup>

<sup>25</sup> McCARTHY, J.; HAYES, P. Jayes. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In: MICHIE, D.; MELTZER, B. (Ed). *Machine Intelligence*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1969. p. 463-502.

<sup>26</sup> BARR, A; FEIGENBAUM, E.A. (Ed.) *The Handbook of Artificial Intelligence*. California: William Kaufmann, 1981. volume I-II.

<sup>27</sup> CHARNIAK, E.; McDERMOTT, D. *Introduction to Artificial Intelligence*. S.l.: Addison-Wesley Publishing Company, 1985.

<sup>28</sup> WINSTON, P.H. *Artificial Intelligence*. 2. ed. S.l.: Addison-Wesley Publishing Company, 1984.

<sup>29</sup> RUSSEL, Stuart y NORVIG, Peter apud SANTOS, Sylvio Silveira. *O Significado da Inteligência Artificial*, não paginado.

<sup>30</sup> “As definições variam ao longo de duas dimensões. As entradas superiores na tabela relacionam-se com processos de pensamento e raciocínio; enquanto que as duas de baixo referem-se aos de comportamento. Além disso, na coluna da esquerda, as definições medem o sucesso em termos de desempenho humano, enquanto que as da direita relacionam-se com uma definição ideal de inteligência, a qual denominamos racionalidade. Um sistema é dito racional se realiza as coisas corretamente” SANTOS, Sylvio Silveira. *O significado da Inteligência Artificial*. não paginado.

## Diversas concepções da Inteligência Artificial segundo Russel &amp; Norvig:

<p>“A Inteligência Artificial é um novo e excitante esforço para fazer com que os computadores possam pensar...máquinas dotadas de mentes, no sentido literal” (Haugeland, 1985).</p> <p>“A automação de atividades que nós associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisão, a resolução de problemas, o aprendizado, etc.” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais por meio do uso de modelos computacionais” (Charniak &amp; McDermott, 1985).</p> <p>“O estudo da computação que torna possível perceber, raciocinar e atuar” (Winston, 1992).</p>
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando realizadas pelas pessoas” (Kurzweil, 1990).</p> <p>“O estudo de como fazer com que os computadores realizem coisas para as quais, até o presente, as pessoas fazem melhor” (Rich &amp; Knight, 1991).</p>	<p>“O campo de estudos que procura explicar e emular o comportamento inteligente em termos de processos computacionais” (Schalkoff, 1990).</p> <p>“O ramo da ciência da computação que é relacionado com a automação do comportamento inteligente” (Lugger &amp; Stubblefield, 1993).</p>



Sistemas que pensam como seres humanos (modelo cognitivo)	Sistemas que pensam racionalmente (lógica)
Sistemas que atuam como seres humanos (Teste de Turing)	Sistemas que atuam racionalmente (agentes)

Do ponto de vista histórico, todas as teses foram seguidas, existindo certa tensão entre as escolas que preconizam uma abordagem centrada em aspectos relativos ao comportamento dos seres humanos (o que implica uma ciência empírica, envolvendo hipótese e experiência), e aquela dita racionalista (o que levaria a uma combinação de Matemática e engenharia).<sup>31</sup>

Um conceito interessante<sup>32</sup>, e que difere dos citados acima, foi dado por Masoud Yazdany, professor de Inteligência Artificial da Universidade de Exter, de Londres<sup>33</sup>:

*“Uma analogia: No sentido de oferecer a minha contribuição pessoal com uma definição da Inteligência Artificial, eu pediria que fosse considerada uma analogia entre objetos que pensam e objetos que voam. Durante muitos séculos, os pássaros (e morcegos, é claro) foram tidos como os únicos "objetos" capazes de voar, assim como os seres humanos foram os únicos capazes de pensar. A crença de que uma máquina construída pelo homem pudesse voar sempre pareceu absurda e incompreensível para muitos, assim como a noção de que uma máquina possa pensar é inaceitável para muitas pessoas hoje em dia. Penso que a suposição de que propriedades bioquímicas do cérebro possam ser responsáveis por crenças e pensamentos é análoga à de se acreditar que são as propriedades bioquímicas dos pássaros que a eles possibilitam desfrutar do voo auto-sustentado. O que hoje sabemos é que são as propriedades aerodinâmicas dos pássaros que lhes permitem alçar vôos e sustentar-se no ar. A analogia por meio da aerodinâmica sugere que muito do que podemos aprender sobre o voo foi por meios artificiais e não diretamente. O que aconteceu foi que acabamos criando um corpo de conhecimentos científicos e leis governando aspectos tanto no voo dos pássaros como de aviões. O voo artificial tem progredido, mas não é na direção da imitação*

<sup>31</sup> SANTOS, Sylvio Silveira, op. cit., não paginado.

<sup>32</sup> Idem.

<sup>33</sup> Como introdução à coletânea por ele editada "Artificial Intelligence, Principles and Applications". Chapman & Hall Computing, 1986. p.4.

*do vôo natural, nem por meio da sua observação". E conclui: "Parece-nos razoável acreditar que a **Inteligência Artificial chegará a ter, eventualmente, uma espécie de relação com inteligência natural**. Vale dizer, a **Inteligência Artificial não será nem uma imitação nem irá ocupar o espaço da inteligência humana, mas sim para operar dentro de uma área definida por um conjunto de princípios comuns - uma "aerodinâmica da inteligência", se assim podemos dizer. Neste sentido, a criação de Inteligência Artificial é possível"**.*

Temos, pois, quatro métodos de abordagem da IA, à luz da classificação já exposta:

- AGINDO DE FORMA HUMANA: A ABORDAGEM DE TURING
- PENSANDO DE FORMA HUMANA: O MODELO COGNITIVO
- PENSANDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DAS LEIS DO PENSAMENTO
- AGINDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DOS AGENTES RACIONAIS

Todas elas serão examinadas de forma mais detalhada.

O SLOMAN<sup>34</sup>, tratando sobre o tema, explica, trazendo o que denomina "uma descrição a uma definição"<sup>35</sup>:

"A IA é uma disciplina relativamente nova (nascida na metade do século 20). É cada vez mais freqüentemente mencionada nos jornais, nas revistas, na tevê, etc. Contudo, ainda não está extensamente compreendida. Alguns, até mesmo imprudentemente, pensam que ela falhou, que já está abandonada, enquanto que, de fato, está crescendo firmemente no meio

<sup>34</sup> SLOMAN, Aaron. *What is Artificial Intelligence?* Disponível em:

<<http://www.cs.bham.ac.uk/~axs/misc/aiforschools.html>>. Acesso em: 12 jul. 2000. Não paginado.

<sup>35</sup> "Meu colega Russell Beale sugeriu certa vez uma útil definição introdutória da Inteligência Artificial (IA) para pessoas que não sabem nada sobre ela: a "IA pode ser definida como a tentativa de conseguir máquinas reais que se comportem como aquelas dos filmes." Isso pode dar uma noção do quanto envolve a pesquisa da IA, mas deixa de fora importantes facetas, especialmente seus aspectos

universitário e na indústria, apesar de o trabalho não ser sempre rotulado como "Inteligência Artificial". Isso é porque muitas das idéias e das técnicas importantes foram absorvidas na tecnologia de programação. A IA não é ensinada e nem mesmo mencionada em muitas escolas, e relativamente poucos cursos oferecem graduação nela. Mesmo assim, é uma parte central de um dos desenvolvimentos científicos e intelectuais mais profundos do século XX: o estudo da informação, como a mesma pode ser adquirida, armazenada, manipulada, estendida, usada, e transmitida, seja nas máquinas, nos seres humanos, ou em outros animais. Física e Química estudam a matéria, energia, forças, e as várias maneiras pelas quais elas podem ser combinadas e transformadas. Biologia, geologia, medicina, e muitas outras ciências e disciplinas da engenharia formaram-se estudando sistemas maiores e mais complexos construídos a partir dos componentes físicos. Toda essa pesquisa requer uma compreensão do que ocorre naturalmente, e das máquinas artificiais que operam sobre as forças, energia de vários tipos, e transformam ou reorganizam a matéria. Entretanto, algumas das máquinas, naturais e artificiais, manipulam também o conhecimento. Está claro agora que os princípios pelos quais o conhecimento é adquirido e usado, os objetivos são gerados e conseguidos, a informação é comunicada, a colaboração é conseguida, os conceitos são formados, e as linguagens desenvolvidas, todos requerem um tipo novo de ciência, a qual poderia ser chamada de ciência do conhecimento ou de ciência da inteligência. Isto é o que trata da IA. Não somente os sistemas artificiais, mas também os seres humanos e muitos organismos vivos adquirem, manipulam, armazenam, usam e transmitem a informação. Desta forma a IA, apesar de seu nome infeliz, trata tanto de sistemas naturais como de sistemas artificiais. Tem tido, inclusive, também, um impacto profundo no estudo das mentes humanas".<sup>36</sup>

---

científicos. Nenhuma definição curta captura adequadamente a variedade de objetivos da pesquisa e os tópicos abrangidos pela IA. Assim, oferecerei, de preferência, uma descrição a uma definição."

<sup>36</sup> SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

#### 1.4 O SIGNIFICADO DO TERMO "INTELIGÊNCIA"

O estudo da inteligência é uma das disciplinas mais antigas. Por dois mil anos, filósofos tentaram entender como ver, aprender, lembrar e raciocinar pode ou deve ser feito.<sup>37</sup>

Se tentarmos buscar um conceito de inteligência, veremos que é um conceito relativo à construção de estruturas cognitivas do ser humano, responsáveis pela formação da razão, característica peculiar frente aos demais animais. Sendo o homem o único animal racional, diz-se que ele é o único ser inteligente.<sup>38</sup>

A tentativa de "fabricar" um ser vivo semelhante ao homem, com as mesmas capacidades, sobretudo as intelectivas, é sonho muito antigo da humanidade, senão tão antigo quanto a própria humanidade<sup>39</sup>. Para citar apenas um exemplo, poderíamos recorrer a René Descartes, que no "Discurso do Método" descreve hipoteticamente, e até em detalhes, tal intento. A um tempo prevê o avanço portentoso da técnica, bem como seu limite no que se refere ao homem, à sua inteligência. Vejamos:

*"E detivera-me particularmente neste ponto, para mostrar que, se houvesse máquinas assim, que tivessem os órgãos e a figura de um macaco, ou de qualquer outro animal sem razão, não disporíamos de nenhum meio para reconhecer que elas não seriam em tudo da mesma natureza que esses animais; ao passo que, se houvesse outras que apresentassem semelhança com os nossos corpos e imitassem tanto nossas ações quanto moralmente fosse possível, teríamos sempre dois meios muito seguros para reconhecer que nem por isso seriam verdadeiros homens. Desses, o primeiro é que nunca poderiam usar palavras, nem outros sinais compondo-os, como fazemos aos outros os nossos pensamentos. Pois pode-se muito bem*

<sup>37</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

<sup>38</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.

<sup>39</sup> CADORIN, Severino. Inteligência Artificial: Delimitações e Perspectivas. Disponível em: <<http://www.elo.com.br/~cynthia/artifici.htm>>. Acesso em: 22 jul. 1999. Não paginado.

*conceber que uma máquina seja feita de tal modo que prefira palavras, e até prefira algumas a propósito das ações corporais que causem qualquer mudança em seus órgãos: por exemplo, se a tocam num ponto, que pergunte o que se lhe quer dizer; se em outro, que grite que lhe fazem mal, e coisas semelhantes; mas não que ela se arranje diversamente, para responder ao sentido de tudo quanto se disser na sua presença, assim como podem fazer mesmo os mais embrutecidos. E o segundo é que, embora fizessem muitas coisas tão bem, ou talvez, melhor do que qualquer de nós, falhariam infalivelmente em algumas outras, pelas quais se descobriria que não agem pelo conhecimento, mas somente pela disposição de seus órgãos. Pois, ao passo que a razão é um instrumento universal, que pode servir em todas as espécies de circunstâncias, tais órgãos necessitam de alguma disposição particular para cada ação particular; daí, resulta que é moralmente impossível que numa máquina existam possibilidades diversas para fazê-la agir em todas as ocorrências da vida, tal como a nossa razão nos faz agir".*<sup>40</sup>

---

40DESCARTES, René. Discurso do Método. In: Os Grandes Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1973. V. XV, p. 68.

## 1.5 MÁQUINAS INTELIGENTES

### 1.5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS - PODEM OS COMPUTADORES PENSAR?

Os sucessos iniciais dos computadores em replicar um comportamento aparentemente inteligente rapidamente conduziram a uma argumentação e especulação sobre o que significaria para um computador "ser inteligente". Como sabem muitos estudiosos de Psicologia, inteligência é um tópico muito controverso = classificar a inteligência de uma máquina feita pelo homem é ainda mais difícil. Em termos de poder de cálculo bruto, até mesmo computadores da metade da década de 50 podem bater seus equivalentes humanos. A força de cálculo de programas como o Programa de Lógica Teorística de Newell & Simon já ofereceu resultados que, se fossem produzidos pelo homem, seriam sem dúvida aceitos como inteligentes. O debate continua. Um dos argumentos focaliza o fato de que o computador segue meramente regras programadas pelo homem, e o vai fazendo até que ele chegue a uma conclusão. Os que defendem outra posição, dizem que o primeiro argumento é controverso: uma vez que os resultados são inteligentes e significantes, o computador produziu uma prova de inteligência. Os desenvolvedores da IA estão reivindicando mais do que apenas uma produção de produtos inteligentes; eles reivindicam a replicação do processo de inteligência (isso veio a ser conhecido como a posição da IA forte ("strong IA", um termo cunhado pelo filósofo John Searle). Em outras palavras, estão começando a reivindicar não somente que os computadores são inteligentes, mas que são inteligentes da mesma maneira como as pessoas o são. Repentinamente, o debate tornou-se mais do que uma mera questão filosófica. Se computadores inteligentes são produzidos pelos seres humanos, poderiam ser considerados um modelo funcional da inteligência humana? Todos os computadores hoje em dia, assim também sistemas

como o GPS, todos, sem dúvida, seguem regras; o que dizer, então, da inteligência humana? Se nós os aceitarmos como inteligentes, isso significará necessariamente concluir que são inteligentes da mesma forma que nós? Estas são questões significativas para os psicólogos e filósofos, assim como para os cientistas da computação.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup>BELLEGUELLE, Steve. AIM, Artificial Intelligence Methods. Disponível em: <<http://www.cs.nott.ac.uk/~sbx/winnie/aim/phil/phil2.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2000. Não paginado.

### 1.5.2 O PROBLEMA DO LIVRE ARBÍTRIO

Newell sugere que a inteligência humana é puramente o produto da manipulação de símbolos físicos, isto é, nossos cérebros são processadores de informação e nossas mentes são os programas que rodam neles. Como corolário deste pensamento temos a conclusão de que, existindo uma quantidade suficiente de potência de processamento e o programa correto, seremos capazes de fazer máquinas que pensem de forma idêntica a nós. Se nossos cérebros forem processadores meramente simbólicos, então isso nos conduz a concluir que a vontade livre é pura ilusão e que a evolução dos seres humanos é inteiramente determinística. Nossa resposta a toda situação dada já está de certa forma decidida; nós 'experimentamos' a escolha, mas nossa 'decisão' foi limitada para vir para fora dessa maneira. Isto conduz à indagação feita pelo autor, referente à questão do livre arbítrio: Como pode o livre arbítrio ocorrer em um universo governado por leis científicas? Máquinas usam símbolos para representar conceitos – viscoso, frio, crocante, gostoso, mas "não os experimentam" da mesma maneira que nós. Não têm nenhuma compreensão real desses conceitos em tudo. "Assim", você responderia, "dê-lhe sensores." Infelizmente, elas ainda "não experimentam" as coisas porque não têm estados mentais.<sup>42</sup>

Veremos a seguir o que são os "estados mentais".

---

<sup>42</sup>.BELLEGUELLE, Steve. op. cit., não paginado.



### 1.5.3 ESTADOS MENTAIS

Estamos cientes da nossa existência (na maior parte do tempo); sabemos o que estamos fazendo e porque estamos fazendo. Sabemos quando compreendemos algo, há uma consciência com intenções. Também experimentamos emoções, sentimentos, tais como felicidade, tristeza, medo, raiva, etc., que as máquinas não podem. Se fosse mirada uma arma para nossas costas, com certeza entraríamos em um estado mental de medo, com um toque de raiva. Se por acaso fizéssemos o mesmo com um computador, ele até poderia ser programado para saber o que é uma arma, mas não poderia verdadeiramente compreender as implicações da trajetória do projétil lançado através de seus circuitos. A opinião de muitas pessoas é que não importa como os circuitos impressos são colocados na máquina, não importa quão poderoso é seu processador e suas potencialidades de processamento e de armazenamento: ele nunca saberá que existe.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> BELLEGUELLE, Steve. op. cit., não paginado.

## 1.6 A ABORDAGEM COMPORTAMENTAL<sup>44</sup> - TESTE DE TURING

### 1.6.1 INTRODUÇÃO

O chamado Teste de Turing, proposto por Alan Turing, em 1950, foi projetado para fornecer uma definição operacional satisfatória da inteligência. Turing conceituou o comportamento inteligente como sendo a habilidade de conseguir o desempenho em nível do humano em todas as tarefas cognitivas, suficientes para enganar um interrogador. De certa forma, o teste que propôs é o seguinte: o computador deve ser interrogado por um ser humano através de um teletipo. Ele passará no teste se o interrogador não puder dizer se no outro lado há um computador ou um ser humano.<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Do inglês, "The Behaviourist view".

<sup>45</sup> RUSSEL, Stuart, *op. cit.*, não paginado.

## 1.6.2 TURING E O “JOGO DE IMITAÇÃO”

Oficialmente a IA nasceu em 1956, através das publicações de Turing<sup>46</sup>.

Em uma delas, ele propôs o teste que levou seu nome, teste esse que, na versão original, é chamado de “Jogo de Imitação” (do inglês, “Imitation Game”), e tem a seguinte forma<sup>47</sup>:

*“Ele é jogado por três pessoas, um homem (A), uma mulher (B) e um interrogador (C), que pode ser de qualquer sexo. O interrogador fica em uma sala à parte dos outros dois. O objetivo para o interrogador é determinar qual dos outros dois é o homem e qual é a mulher. Ele os conhece por rótulos X e Y, e no fim do jogo ele deve dizer ou “X” é “A” e “Y” é “B” ou “X” é “B” e “Y” é “A”. Ao interrogador é permitido fazer perguntas a “A” e a “B”.”*

O Teste de Turing consiste em substituir um dos participantes A ou B por uma máquina, que deverá se comportar como um dos participantes, tentando vencer o jogo.

Ele propôs que se o juiz acertar 50 por cento ou menos, então o computador pode se passar por humano e, por conseguinte, ser considerado inteligente<sup>48</sup>. O jogo foi modificado recentemente de forma a existir somente um contestante, e o trabalho do juiz é decidir não entre dois contestantes, mas simplesmente determinar se aquele existente é humano ou uma máquina.<sup>49</sup>

---

<sup>46</sup>Alan Turing, matemático inglês autor de vários trabalhos sobre Lógica e Teoria da Computabilidade. Estabeleceu, no artigo “Computing Machinery and Intelligence”, publicado na revista Mind em 1950, as bases do que se poderia conceber como sendo a Inteligência Artificial. In: FABRI, José Augusto. Inteligência Artificial. Disponível em: <<http://www.femanet.com.br/~fabri/Info.htm>>. Acesso em: 10 jul. 1999. Não paginado.

<sup>47</sup>FABRI, José Augusto. Inteligência ....op. cit.

<sup>48</sup> Turing definiu comportamento inteligente como a habilidade de atingir um “nível humano” de performance nas tarefas cognitivas, suficiente para “enganar” o interrogador. In: RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

<sup>49</sup>REINGOLD, Eyal. Artificial Intelligence Tutorial Review. Disponível em: <<http://psych.utoronto.ca/~reingold/courses/ai/>>. Acesso em: 12 jul 2000.

Para ser aprovado no teste, o computador vai precisar de<sup>50</sup>:

- **processador de linguagem natural**, para capacitá-lo a se comunicar com sucesso em inglês (ou alguma outra língua humana conhecida);
- **representação do conhecimento**, para armazenar informação fornecida antes ou durante o interrogatório;
- **raciocínio automatizado** para usar a informação armazenada para responder às questões e extrair novas conclusões;
- **aprendizado de máquina**, para adaptar às novas circunstâncias, detectar e extrapolar padrões.

O Teste de Turing deliberadamente evita ação recíproca entre o interrogador e o computador, em virtude de a “simulação física” de uma pessoa ser desnecessária para caracterizar inteligência.

---

<sup>50</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

### 1.6.3 PROCESSADOR DE LINGUAGEM NATURAL (NLP)

Com a finalidade de, em parte, tentar aprovação no Teste de Turing, e por outra apenas para o divertimento, criou-se, a maior parte na década de 70, um grupo de programas que tentou cruzar a primeira barreira homem-computador: a linguagem. Esses programas, de desenho razoavelmente simples, empregavam pequenas bases de dados de linguagem (usualmente em inglês) combinadas com uma série das regras para a formação de sentenças inteligentes. Enquanto a maioria era inadequada, alguns alcançaram tremenda popularidade. Talvez o mais famoso desses programas seja o ELIZA, de Joseph Weizenbaum.<sup>51</sup>

Não há, no entanto, nenhuma pista de inteligência no código de ELIZA (e nesses programas), os quais simplesmente fazem a varredura de palavras-chave como "mãe" e "deprimido" e então fazem perguntas apropriadas advindas de uma grande base de dados. Não conseguindo isso, geram algo genérico, numa tentativa de produzir uma conversa mais adiante. Muitos programas desde então confiaram em princípios similares de combinação de palavras, somados ao conhecimento básico da estrutura da sentença.<sup>52</sup>

---

<sup>51</sup> Escrito em 1966 foi um dos primeiros e permanece por enquanto um dos mais convincentes. ELIZA simula um psicoterapeuta (o terapeuta é enfático, e ao mesmo tempo passivo, fazendo perguntas chave, mas falando pouco, por exemplo: " diga-me mais sobre isso," ou "como aquilo lhe faz sentir assim?") e assim tornando-se completamente convincente, por um tempo.

<sup>52</sup> REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

#### 1.6.4 O PRÊMIO LOEBNER

Embora Turing tenha proposto seu teste em 1951, somente 40 anos mais tarde ele foi realmente implementado. O Dr. Hugh Loebner, um professor muito interessado em ver a IA bem sucedida, prometeu a quantia de US\$ 100,000.00 ao primeiro concorrente que pudesse passar no teste. A competição de 1991 teve alguns problemas sérios - o fato de os juizes serem todos especialistas em Informática e saberem exatamente em que tipo de perguntas o computador poderia tropeçar talvez tenha sido o mais notável deles -, e foi reaberta somente em 1995. Desde então, tem havido uma competição anual, que ainda está por encontrar vencedor. Enquanto os prêmios pequenos são dados para a maioria de computadores "quase-humanos", nenhum programa conseguiu o índice de 50% de sucesso requerido para o Teste de Turing.<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup>REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

### 1.6.5 VALIDADE DO TESTE DE TURING

O jogo de imitação de Alan Turing abasteceu 40 anos de controvérsia, com poucos sinais de arrefecimento. Por um lado, argumenta-se que interação similar à humana é vista como absolutamente essencial à inteligência semelhante à nossa. Uma IA bem-sucedida é inútil se cai na armadilha de um programa que não responde. Alguns até mesmo estenderam o Teste de Turing.<sup>54</sup> Steven Harnad<sup>55</sup> propôs o chamado Teste Total de Turing, onde, em vez da linguagem, a máquina deve interagir em todas as áreas de esforço humano, e em vez de uma conversação minuciosa, a duração do teste é permanente.

James Sennett<sup>56</sup> propôs uma extensão similar para o Teste de Turing que desafia a IA para imitar não somente o pensamento humano, mas também a personalidade como um todo. Para ilustrar seus pontos, o autor usa o personagem "Data", do seriado "Jornada nas Estrelas: Próxima Geração".

O teste<sup>57</sup> inclui um sinal de vídeo de modo que o interrogador pode testar as habilidades de percepção; inclui também a oportunidade para o interrogador passar objetos físicos "através de uma janela". Para ser aprovado nele, o computador necessitará de:

- **visão computadorizada**, para perceber os objetos, e;
- **robótica**, para movê-los.<sup>58</sup>

<sup>54</sup> REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

<sup>55</sup> Pode ser encontrado no seguinte site:

<http://www.cogsci.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Harnad/harnad92.turing.html>

<sup>56</sup> Pode ser encontrado no seguinte site:

<http://www.faculty.mcneese.edu/jsennett/iceman.htm>

<sup>57</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

<sup>58</sup> Dentro da AI, não há sempre um esforço em aprovar os programas no Teste de Turing. A consequência de agir de forma humana se torna primária e necessária àqueles programas que têm de interagir com as pessoas, como no caso de sistemas especialistas que explicam como chegaram ao diagnóstico, ou sistemas de processamento de linguagem natural que têm que dialogar com o usuário. Esses programas têm, necessariamente, de estar de acordo com certas convenções de interação humana,

Segundo SANTOS<sup>59</sup>, considera-se que o conceito proposto por Turing apresenta os requisitos essenciais para definir o que seja a Inteligência Artificial.<sup>60</sup>

Conforme Luger & Stubblefield, três características importantes deste teste são:

- 1 *fornece uma noção objetiva do que seja inteligência, isto é, o comportamento de um ser inteligente conhecido em resposta a um conjunto de questões específicas. Isso fornece um padrão para determinação da inteligência que evita os inevitáveis debates sobre sua "verdadeira" natureza.*
- 2 *evita questionamentos impróprios como aqueles que dizem respeito a se o computador usa processos internos apropriados ou se a máquina está ou não consciente de suas ações;*
- 3 *elimina qualquer inclinação ou tendência a favor de organismos vivos, forçando a pessoa que interroga a situar-se apenas em torno das respostas às questões que lhe são formuladas.*

O Teste de Turing, devido às vantagens acima mencionadas, ainda hoje é freqüentemente solicitado, com algumas alterações, para verificar se um programa possui inteligência ou não. Sua principal vantagem, segundo alguns, consiste em afastar os conceitos e discussões sobre a natureza da inteligência ou pensamento que a Psicologia procura estabelecer.

A definição aqui dada é meramente operacional, fazendo uso de um princípio de substituição, procurando captar mais o sentido do que seria uma máquina processar informações - no que concordam muitos dos desenvolvimentos posteriores neste campo. Pode-se admitir que existam

---

de modo a serem entendidos. Entretanto, as bases, os fundamentos da representação e raciocínio em um sistema desses, poderão ou não estar firmados em um modelo humano.

<sup>59</sup> SANTOS, Sylvio Silveira, *op. cit.*, não paginado.

<sup>60</sup> Até mesmo se o interlocutor "A" pedir a seus dois outros interlocutores para fazerem uma conta complicada, em que nesse caso o computador seria mais rápido do que o ser humano, o "software" inteligente poderia fingir lentidão e demorar a apresentar o resultado, tentando enganar o interlocutor "A".



limites no exercício desta habilidade mantendo-se, entretanto, a característica operacional da definição.

A reação negativa de muitas pessoas ao ouvir falar do comportamento inteligente das máquinas se deve talvez ao fato de que muitas vezes estão procurando **estabelecer uma correspondência funcional completa entre a máquina e o cérebro humano, coisa que obviamente não ocorre**. Essa incompreensão aumenta com o avanço da tecnologia de “software” e “hardware”, com os computadores modernos realizando facilmente avaliações lógicas, como demonstrado no programa “Logic Theorist Machine”, de Newell, Shaw e Simon, há mais de trinta anos. Ao imaginar que uma máquina poderia se comportar como uma forma humana e assim se tornar indistinguível da pessoa a quem substituiu, Turing permitiu o estabelecimento de um “continuum”, em que apenas algumas funções do pensamento seriam realizadas pelo computador, evitando questões referentes ao pensamento ou subjacentes a ele, à natureza de nossa vida mental e da consciência. A objeção mais usual ao Teste de Turing<sup>61</sup> diz respeito ao fato de muitos acreditarem que Inteligência Artificial não deve, necessariamente, inspirar-se ou procurar imitar a inteligência humana, devendo buscar soluções próprias, exclusivamente pertinentes aos mecanismos e sistemas computacionais de que faz uso, e nos quais será rodado, o que está de acordo com a metáfora do Prof. Yazdani, citada anteriormente<sup>62</sup>.

Embora vejamos com simpatia essa restrição, ela exclui possibilidades futuras de inteligências híbridas, obtidas por meio da Engenharia Genética.<sup>63</sup>

---

<sup>61</sup> Em relação às objeções ao Teste de Turing, vejam-se as anotações de Larry Hauser, que contém referência ao experimento da “Sala Chinesa”, de John Searle, experimento psicológico desenvolvido para contrariar o Teste de Turing e outros testes de comportamento semelhantes. Discutiremos a Sala Chinesa adiante (item 16.6)

<sup>62</sup> Vide fl. 23.

<sup>63</sup> SANTOS, Sylvio Silveira, op. cit., não paginado.

### 1.6.5.1 A SALA CHINESA

O Teste de Turing (discutido na seção precedente) foi a primeira tentativa de resolver a questão da inteligência da máquina. Era um teste comportamental, que julgava a inteligência baseada não em processos internos, ou afeta à estrutura neuronal, mas puramente baseada na habilidade de comunicação verbal do computador.

Essa abordagem produziu numerosas objeções. Por que deve o comportamento ser o teste final na inteligência? A Psicologia não evoluiu do "behaviorismo"? Como pode o comportamento bastar, se os mecanismos internos que o controlam não são em nada como um ser humano? Como pode uma conversação capturar toda a inteligência de um ser humano? Tais perguntas reduziram-se essencialmente à questão de que um programa poderia passar pelo Teste de Turing, isto é, produzir discurso de conversação passável, e ainda assim não possuir nenhuma inteligência "real". Tal argumento foi expressado de várias maneiras, mas talvez nenhuma mais eloqüente do que a metáfora da "Sala Chinesa", de John Searle.<sup>64</sup>

Neste experimento do pensamento (uma adaptação do original de Searle), o autor pede que o leitor imagine uma sala, com um homem preso dentro. O homem não fala nada de chinês, nem poderia mesmo distinguir de forma confiável caracteres chineses das linhas aleatórias de uma estrutura similar. Um dia, enquanto está sentado na sala, alguém desliza um pedaço de papel sob a porta com (o que se supõe ser) escrita chinesa nele. Confuso com isso por um momento, observa que há um livro no quarto intitulado "O que fazer se alguém deslizar alguma escrita chinesa sob a porta". Não tendo nada melhor a fazer, o homem prossegue, abre o livro e começa a lê-lo. Descobre que tal livro é, na verdade, uma série enorme de instruções para

---

<sup>64</sup> O site do autor é encontrado no seguinte endereço: <http://www.utm.edu/research/iep/c/chineser.htm>.

produzir os símbolos chineses novos baseados no que foi recebido. São indicações do tipo que descrevem um padrão no texto e na ação apropriada para a resposta. Ele então segue essas regras, usando a parte de papel que lhe foi entregue, e produz uma folha nova, a qual ele desliza sob a porta.

No dia seguinte, uma outra folha vem dentro, ele abre outra vez o livro de regras, encontra quais os símbolos para escrever e em que ordem, e passa para fora a folha preenchida.

Em nenhum momento esse homem compreende que o que está fazendo nada mais é do que a manipulação de símbolos: ele não compreende as palavras que vêm dentro, ou as palavras que saem, nem mesmo está certo de que se trate de palavras - mas é mais emocionante do que não fazer nada. Assim, continua.

O que o homem na sala não sabe, é que os símbolos que vêm para dentro são perguntas, escritas no chinês, e que os símbolos que produz, por sua vez, são as respostas àquelas perguntas. E mais, o livro das instruções foi escrito tão bem que as respostas não são somente chinês correto, mas também fazem sentido, e são indistinguíveis de um interlocutor chinês real.

Lá fora, o mundo certamente estará espantado com o fato de que esta sala pode realmente compreender o chinês e que a sala é inteligente. Apesar disso, nós sabemos que o homem não compreende nada de chinês, qualquer que seja a modalidade. O argumento apropriado da sala chinesa é este, de acordo com uma seqüência de raciocínios:

1) Searle executa as mesmas computações que um computador que pareça compreender o chinês - que passa no Teste de Turing para o chinês;

2) apesar disso, Searle não tem nenhuma compreensão dessa língua;

3) conseqüentemente, apesar das aparências, o computador não compreende o chinês tampouco;

4) a computação não é suficiente para compreender, assim, que a teoria

sobre cognição da IA forte ("hard" IA) é falsa.<sup>65</sup>

A conclusão que Searle descreve é um sistema que produza saída inteligente, significativa, na ausência da compreensão verdadeira. Se você aceitar tal exemplo, então o Teste de Turing perde toda a sua credibilidade.

A sala chinesa passaria no Teste de Turing, mesmo que faltassem a compreensão e a inteligência. O argumento de Searle, naturalmente, produziu sua própria parte de intensos debates, e diversos contra-argumentos fortes foram igualmente colocados.<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> BELLEGUELLE, Steve. op. cit., não paginado.

<sup>66</sup> REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

## 1.7 PENSANDO DE FORMA HUMANA - O MODELO COGNITIVO

### 1.7.1 O MODELO COGNITIVO

Se nós formos dizer que um dado programa pensa como um ser humano, obrigatoriamente precisaremos ter alguma maneira de determinar como os humanos pensam. Necessitaremos entrar dentro do real funcionamento dessas mentes. Há duas maneiras de fazer isso: **através da introspecção** - tentando captar nossos próprios pensamentos à medida que acontecem - ,ou **através de experimentos na área da Psicologia**.

Uma vez tendo uma teoria suficientemente precisa da mente, torna-se possível expressá-la como um programa de computador. Se o "input/output" do programa coincidir com o comportamento humano, haverá a evidência que alguns dos mecanismos do programa podem também operar nos seres humanos. Por exemplo, Newell e Simon, que desenvolveram o GPS, "General Solver Program" (Programa resolvedor de problemas), em 1961, não estavam satisfeitos em ter seu programa apenas para resolver problemas corretamente. Eles estavam mais interessados em comparar os passos do raciocínio do programa com as etapas do raciocínio utilizadas pelos humanos na resolução de seus problemas.<sup>67 68</sup>

---

<sup>67</sup> Isso está em contraste com outros investigadores do mesmo tempo (tais como Wang, 1960), que se interessaram em obter as respostas corretas, sem importar a maneira como feita pelos humanos.

<sup>68</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

## 1.7.2 A IA SIMBÓLICA

### 1.7.2.1 INTRODUÇÃO

O trabalho começado por projetos como o GPS<sup>69</sup> e outros sistemas de raciocínio baseados em regras (como o Logic Theorist) resultou no início e na realização de quase 40 anos de pesquisa. A IA Simbólica (ou IA Clássica) é o ramo da pesquisa em Inteligência Artificial que se ocupa com tentar representar explicitamente o conhecimento humano de forma declarativa (isto é, fatos e regras).

Se tal abordagem propõe-se a ser bem sucedida em produzir inteligência parecida à humana, então é necessário traduzir o conhecimento freqüentemente implícito ou procedimental (isto é, conhecimento e habilidades que não são prontamente acessíveis à consciência) possuído por seres humanos e expressado de forma explícita, usando símbolos e regras para sua manipulação.<sup>70</sup>

Esse campo interdisciplinar da ciência cognitiva traz consigo os modelos de computador da IA e as técnicas experimentais da Psicologia para tentar construir teorias precisas e testáveis sobre o funcionamento da mente humana.<sup>71</sup>

A IA simbólica teve alguns sucessos expressivos. Os sistemas artificiais que imitam a perícia humana (sistemas especialistas, discutidos mais tarde) estão emergindo de uma variedade de campos que constituem domínios estreitos, mas profundos do conhecimento. Estão sendo escritos programas de jogos que desafiam os melhores peritos humanos.

As dificuldades encontradas pela IA simbólica têm sido, entretanto, profundas, possivelmente não resolúveis. Um dos problemas dos pioneiros da IA simbólica veio a ser conhecido como problema do conhecimento do senso comum ("common sense knowledge problem"), discutido adiante.

---

<sup>69</sup> "General Problem Solver".

<sup>70</sup> REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

<sup>71</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

Além disso, as áreas que utilizam esse conhecimento freqüentemente implícito ou procedimental, tais como processos sensitivo/motores, são muito difíceis de manuseio dentro da estrutura simbólica da IA. Nesses setores, a IA simbólica teve sucesso limitado, e em grande parte deixou o espaço às arquiteturas de rede neural (abordadas em capítulo próprio) que são mais apropriadas para tais tarefas.<sup>72</sup>

A IA e a ciência cognitiva continuam a fertilizar-se mutuamente, em especial nas áreas de visão, linguagem natural, e aprendizado.<sup>73</sup>

### 1.7.2.2 HIPÓTESE DO SISTEMA DE SÍMBOLOS FÍSICOS

Esta hipótese diz respeito a um dos objetivos da Inteligência Artificial: a reprodução de uma ação inteligente. Um sistema de símbolos físicos consiste, segundo Newell e Simon, “num grupo de entidades, chamadas *símbolos*, que são padrões físicos que podem ocorrer como componentes de um outro tipo de entidade chamada *expressão* (ou estrutura de símbolos).

Assim, uma estrutura de símbolos é composta de um número de *instâncias* (ou marcas) de símbolos relacionados de alguma forma física (por exemplo, uma marca ao lado da outra). Num determinado momento, o sistema conterà uma coleção dessas estruturas de símbolos. Além dessas estruturas, o sistema também deverá conter uma coleção de processos que operam nas expressões para produzir outras: processos de *criação*, *modificação*, *reprodução* e *destruição*. Um sistema de símbolos físicos é uma máquina que produz ao longo do tempo uma coleção progressiva de estruturas de símbolos. Tal sistema existiria num mundo de objetos mais amplo do que essas próprias estruturas simbólicas.”<sup>74</sup>

**A Hipótese do Sistema de Símbolos Físicos** seria, então, a seguinte:

*“O sistema de símbolos físicos tem os meios necessários e suficientes*

---

<sup>72</sup>REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

<sup>73</sup>RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.

para a ação inteligente em geral". Ao que parece, Newell e Simon propuseram que um sistema dinâmico (sistema com atividade interna que interage com o meio), construído a partir de símbolos, seria capaz de uma ação inteligente. Um ser vivo é um sistema dinâmico que possui uma ação que pode ser considerada *inteligente*, mas somente o homem é capaz de produzir símbolos para sustentar essa ação inteligente. Esse termo, portanto, é atribuído à inteligência humana. A partir daí, especula-se se seria possível provar a hipótese. Obviamente, o computador seria o campo dessa prova. Porém, ainda é um desafio criar um sistema dinâmico de símbolos no computador. E mesmo que fosse possível, não se sabe ao certo se isso resultaria numa ação inteligente.

Porém, essa hipótese serve muito bem como guia para a IA.<sup>75</sup>

---

<sup>74</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.

<sup>75</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.



### 1.7.3 O CONHECIMENTO

Um dos resultados que primeiro apontou nas três primeiras décadas da pesquisa da IA é que *inteligência* requer *conhecimento*. Além da indispensabilidade, o conhecimento possui outras propriedades menos desejáveis, incluindo:

- é volumoso;
- é de difícil caracterização;
- está em constante mudança;
- difere de dados (existe organização);
- é individual.<sup>76</sup>

O conhecimento é **volumoso**, possui diversos aspectos, características e detalhes. Quanto mais se quer esmiuçá-lo, mais e mais conhecimento se tem.

É de **difícil caracterização**, ou seja, muitas vezes apenas temos o conhecimento, mas não sabemos como foi adquirido, ou então não sabemos explicá-lo. De fato, muitas vezes não temos consciência do conhecimento que temos.

Está em constante **mudança**, sendo aperfeiçoado. Nosso conhecimento está sempre crescendo e se modificando.

Conhecimento **não é dado**. Dados fazem parte do conhecimento, sendo composto de forma lógica, de modo a permitir sua interpretação.

---

<sup>76</sup> *What is Artificial Intelligence*. Disponível em: <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/8751/index.html> Acesso em 19 jul. 1999. Não paginado.

Conhecimento é uma aquisição do indivíduo. Duas pessoas não adquirem o mesmo conhecimento de uma mesma forma. Pode-se afirmar que duas pessoas possuem um conhecimento genérico igual, mas não como um conhecimento idêntico. Cada um faz sua interpretação do conhecimento.

Por outro lado, para fazer uso do conhecimento num sistema operacional, há a necessidade de realizarmos a estruturação do que será aproveitado pelo sistema. Para tanto, utiliza-se uma representação do conhecimento. Ao contrário do conhecimento em si, a representação do conhecimento tem as seguintes características:

- generalizável,
- possibilidade de atualização/ correção, do conhecimento utilizável, mesmo que incompleto e impreciso.

A representação do conhecimento é **generalizável**, ao contrário do conhecimento em si, que é individual. Uma representação necessita de vários pontos de vista do mesmo conhecimento, de modo que possa ser atribuído a diversas situações e interpretações.

Tem que ser possível a **atualização e correção** do conhecimento formalizado, uma vez que o conhecimento, como vimos, não é estático.

Uma representação do conhecimento deve ser robusta, isto é, permitir sua utilização mesmo que não aborde todas as situações possíveis.

É muito útil que a representação computacional do conhecimento seja compreensível ao ser humano. Caso seja necessário avaliar o estado de conhecimento do sistema, a respectiva representação do conhecimento permitirá a sua interpretação.

Essas características são empregadas em sistemas computacionais de Inteligência Artificial. Como o que se busca são imitações do comportamento humano, deve-se tentar copiar a estruturação de seu conhecimento. Nem todas as aplicações de Inteligência Artificial envolvem conhecimento estruturado, mas necessitam pré-processar o conhecimento existente.

Portanto, em sistemas de IA lançam-se mão, sempre, de representações do conhecimento humano em formas computacionais.<sup>77</sup>

A palavra "dados" tem sido freqüentemente utilizada como sinônimo de conhecimento, mas no campo da pesquisa em IA ambas as palavras têm significados diferentes. Tradicionalmente, o termo "dados" é usado para descrever informações simples como números, "strings" (seqüência de dados) e valores booleanos. Para interagir com o mundo real, nós precisamos de informação mais complexa como: processos, procedimentos, ações, casualidade, tempo, motivações, objetivos e o raciocínio "do senso comum".

O termo conhecimento é usado para descrever esse tipo de informação, do qual os dados são meramente um subsistema. Mais formalmente, diríamos que conhecimento é **"uma descrição simbólica (ou modelo) de um domínio (ou universo do discurso).**<sup>78</sup>

Temos, pois, que o termo **conhecimento** é diferente de **dados**. Estes são passivos, de estrutura e formato simples; aquele, ativo, de estrutura complexa, com múltiplos formatos. Inclui os dados.<sup>79</sup>

---

<sup>77</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.

<sup>78</sup> BELLEGUELLE, Steve, op. cit., não paginado.

<sup>79</sup> Idem.

### 1.7.4 RACIOCÍNIO

Podemos dizer que um comportamento inteligente apresenta dois requisitos:

- conhecimento,
- habilidades de raciocínio.

**Comportamento inteligente** implica unir, articular esses dois fatores e, por conseguinte ser capaz de deduzir fatos que não estão explícitos no conhecimento, produzindo reações sensíveis a eles. Nos seres humanos há uma consciência que nos permite entender conceitos tais como “o quê” e “porquê”, e isso é intencional. Com tal habilidade somos capazes de fazer julgamentos racionais e agir de acordo com os mesmos. Naturalmente a razão embutida em nossas decisões é freqüentemente subjetiva (e da mesma maneira, nossa definição de comportamento inteligente é largamente subjetiva).

Então, quais as formas de raciocínio existentes? Os três tipos principais<sup>80</sup> são: dedução, abdução, e indução. Veremos a seguir cada um desses tipos.

#### 1.7.4.1 Dedução

*A, A=>B conclui B.*

Lê-se como: “A” é verdadeiro. Se “A” é verdadeiro, então “B” é verdadeiro. Então conclui-se que “B” é verdadeiro. Por exemplo: Eu bati num vidro com um martelo. Bater em um vidro com um martelo causa quebra no vidro. Então, o vidro está quebrado (o raciocínio também pode ser usado no sentido negativo). É uma sólida forma de raciocínio: dado que a proposição “A” é verdadeira e que a validade da proposição “B” está baseada

---

<sup>80</sup> BELLEGUELLE, Steve. op. cit., não paginado.

unicamente em se "A" é verdadeira ou não; a validade de "B" pode ser confiavelmente inferida da validade ou não de "A".

#### 1.7.4.2 Abdução

$$B, A \Rightarrow B \text{ conclui } A$$

Lê-se como: B é verdadeiro. Se A for verdadeiro, então B é verdadeiro. Então se conclui que A é verdadeiro. Por exemplo: O vidro está quebrado. Batendo um vidro com um martelo, causam-se rupturas no vidro. Conclusão: Eu bati no vidro com um martelo

É uma dedução razoável, mas não necessariamente verdadeira. Alguma outra pessoa pode ter batido no vidro com um martelo ou talvez eu tenha jogado o vidro no assoalho. Essa forma de lógica "salta as conclusões" e não soa igual ao pensamento que fazemos a toda hora. Há muitas situações onde mais de uma razão para algo que acontece poderia ser verdadeira e nós temos que escolher a mais provável.

#### 1.7.4.3 Indução

$$A \in S \wedge \text{red}(A)$$

$$D \in S \wedge \text{red}(D)$$

$$F \in S \wedge \text{red}(F)$$

Conclusão: Para todo o "x" onde "x" é um elemento do jogo S, "x" é vermelho. Lê-se como: "A" é um elemento do jogo S e "A" é vermelho, "D" é um elemento do jogo S e "D" é vermelho, "F" é um elemento do jogo S e "F" é vermelho. Exemplo: (Fred, Derek e Charles são todos homens). Fred é um homem e Fred é ALTO. Derek é um homem e Derek é ALTO. Charles é um homem e Charles é ALTO. Conclusão dos três exemplos: todos os homens são ALTOS. Isso não é sólido. Fazer tal dedução de uma amostra assim tão pequena não é correto, contudo nós a fazemos a toda hora e de forma

demasiada.

A indução só é segura se for sólida do ponto de vista estatístico, isto é, se existir uma amostra suficientemente grande e se esse jogo das amostras for verdadeiramente selecionado de forma aleatória. As teorias devem ser baseadas em amostras estatísticas sadias, mas não obstante são induzidas. Assim, em resumo, raciocinar é a habilidade de desenhar conclusões certas do conhecimento, produzindo um conhecimento posterior correto.<sup>81</sup>

A distinção entre indução e dedução pode ser explicada pelo seguinte exemplo:

“Considere uma habilidade comum que a maioria das crianças entre as idades de cinco e dez anos dominam – pegar uma bola. Na idade de cinco anos uma criança pode ter dificuldade em pegar uma bola de praia lançada delicadamente de alguns metros; contudo, alguns anos mais tarde ela poderá provavelmente pegar uma bola de tênis arremessada altamente no ar, de uns vinte metros de distância.

Os seres humanos não são capazes de dominar a técnica para calcular a trajetória balística em uma idade tão jovem. A compreensão da criança foi obtida pela indução. Foi em consequência de prestar atenção às trajetórias de muitas esferas e de tentar pegá-las, que aquela criança foi capaz de prever a trajetória da próxima bola que buscou apanhar.

Um sistema de computador irá basear-se na informação da velocidade do projétil e da trajetória para calcular a futura localização do projétil usando as leis de Newton. Isso dependerá de programação rigorosa e de Matemática inserida no computador. O programa habilita o computador a deduzir a trilha do voo do projétil por referência a um conjunto de regras matemáticas formais.

---

<sup>81</sup> BELLEGUELLE, Steve. op. cit., não paginado.

Poucas pessoas discutiriam a proposição de que calcular uma trajetória balística de forma matemática requer mais inteligência do que apanhar uma bola<sup>82</sup>. Então há uma importante distinção a ser feita entre conhecimento e inteligência. Também deverá estar claro que uma máquina poderá armazenar conhecimento sem necessariamente possuir inteligência. Mas, ao contrário, uma máquina inteligente que não possua conhecimento é uma impossibilidade.<sup>83</sup>

## 1.7.5 A QUESTÃO DO SENSO COMUM

### 1.7.5.1 O SENSO COMUM

Que tarefas fazemos que são mais fáceis de serem programadas no computador? Quais são as mais complexas? O que é mais simples de formalizar: um jogo ou a visão? A linguagem ou um diagnóstico médico? Para responder a essas perguntas devemos investigar os processos subliminares às tarefas realizadas pelo corpo, elaborar uma formalização desses processos e implementá-la no computador.

Vamos iniciar a análise a partir das tarefas que nos parecem mais simples, como enxergar, falar, ouvir, pegar objetos, reconhecer pessoas e outras resultantes da percepção, motricidade e memória. Aquelas que envolvem percepção, por exemplo, são fruto de todo o sistema nervoso atuando como receptor de sinais do meio ambiente. É uma trama complexa de sensores (células nervosas em contato com o ambiente) e memória (reações aos impulsos nervosos que estão armazenados no cérebro).

Infelizmente, não há um completo domínio de como são feitas a recepção e o processamento desses sinais. Obviamente, há estudos isolados de mecanismos de visão, voz, olfato, etc., porém dependem ainda de muita pesquisa para se chegar a uma formalização consistente desses processos.

---

<sup>82</sup> *What is Artificial Intelligence*. Disponível em <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/8751/index.html> . Acesso em 19 jul. 1999.

<sup>83</sup> *What is Artificial Intelligence*. Disponível em <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/8751/index.html> . Acesso em 19 jul. 1999.

Outras tarefas que estão sujeitas a muita pesquisa são as da movimentação. Os maiores problemas para a formalização da motricidade humana são os de aproximação de deslocamento de um membro ou do próprio corpo, e de equilíbrio. A aproximação de um membro de um objeto exige inúmeros cálculos de Física para o deslocamento, além de necessitar de outros cálculos que permitam o ajuste preciso a uma determinada direção. Já o equilíbrio de um corpo durante o deslocamento também exige vários cálculos instantâneos para o controle dos membros envolvidos na movimentação. A implementação de um robô que ande com duas pernas, envolve uma série de operações complexas.

O reconhecimento de características de uma pessoa, tão facilmente realizada por nós, exige um grande pré-processamento de dados para a depuração das informações mais relevantes, que levem a uma efetiva memorização dessas características. É claro que, para memorizar, é necessária a recepção de sinais do meio, através dos canais da percepção.

Torna-se imprescindível, então, vencer a etapa da percepção para chegarmos à classificação efetiva de características das pessoas, permitindo o reconhecimento posterior. Nesse caso, além da percepção, são necessários estudos que identifiquem os mecanismos da memória, sejam eles de aprendizado ou de reconhecimento.

Há muitos estudos realizados que buscam formalizar os processos mentais, porém ainda são incipientes se comparados ao potencial do ser humano. Sendo assim, não é possível uma implementação computacional robusta, capaz de imitar satisfatoriamente a memória humana.

Por outro lado, as tarefas que envolvem a expressão de informações, tal como a linguagem falada ou escrita, também são de análise e formalização extremamente complexas, uma vez que compreendem todo o aparato de percepção, além da memória. Isso quando não envolvem também a motricidade.

Assim, uma efetiva comunicação depende dos demais fatores analisados anteriormente, além de não prescindir de um esquema de



articulação de percepção e memória, ponderações relativas à importância de que deve ser comunicado frente a diversas alternativas de comunicação, e de outras análises que permitam a troca de informações.

### **1.7.5.2 PROBLEMAS ENVOLVENDO SENSO COMUM**

Vimos que, nos seus primórdios, a IA rapidamente excedeu seu alcance, ao tentar construir máquinas universais. Um dos problemas fundamentais encontrados tornou-se conhecido como o problema do conhecimento geral ou o problema do conhecimento do sentido comum. Os pesquisadores, uma vez cientes de que em um sistema de IA o conhecimento teria que ser representado explicitamente, não anteciparam a quantidade vasta de conhecimento implícito que todos nós dividimos sobre o mundo e nós mesmos. Os projetistas de sistemas da IA não consideraram produzir regras tais como "se o presidente Clinton está em Washington, então seu pé esquerdo também está em Washington", ou "se um pai tem um filho, este é mais novo do que aquele e permanece assim durante toda sua vida."

Numa visão retrospectiva, isso talvez não surpreenda, porque a natureza implícita desse conhecimento nos seres humanos significa que nós o tomamos como conhecido, e nunca temos que indicá-lo ou considerá-lo explicitamente. Uma vez que o problema foi reconhecido, tornou-se logo claro que representou um obstáculo enorme para o desenvolvimento de sistemas inteligentes de finalidade geral. Uma esperança, ou talvez desejo acalentado por parte de pesquisadores da IA, era que todo o necessário fosse um programa de aprendizagem decente, e que esse conhecimento fosse adquirido por computadores tão automaticamente como é adquirido pelos seres humanos.

Uma parte central do problema do conhecimento do senso comum tem a ver com a introdução da representação do conhecimento em sistemas artificiais. Qual é a melhor abordagem para representar o conhecimento? É o dicionário ou são entradas como em uma enciclopédia? Qual a melhor aproximação? Deve tudo ser formulado como uma série de regras do tipo "SE"? Devem ser usadas múltiplas formas de representação? Está claro que

não é todo o conhecimento humano que pode ser representado em um forma tão explícita ou declarativa. A natureza implícita do conhecimento aplica-se não somente ao conhecimento do sentido comum, mas também a uma larga variedade das especialidades e habilidades que possuímos. Tal conhecimento em um domínio específico é representado freqüentemente, e de preferência como procedimentos, antes que fatos e regras.<sup>84</sup>

---

<sup>84</sup> REINGOLD, Eyal, op. cit., não paginado.

### 1.7.6 SABER ESPECIALIZADO

MÜLLER<sup>85</sup> alude à existência do saber especializado, em contraposição com o senso comum, aquele possuindo “objetivos e aplicações bem específicas, dentro de um universo delimitado. Tarefas como armar uma estratégia num jogo, realizar cálculos matemáticos ou até mesmo solucionar um problema em nossa profissão são de resolução nem sempre simples, exigindo esforço de raciocínio.

Paradoxalmente, essas tarefas são mais facilmente implementáveis em computador, uma vez que apresentam uma área bem definida de aplicação, possuindo, então, um contexto de conceitos e regras a serem aplicados para a resolução de um problema específico.

Explica ainda<sup>86</sup> que “Há um conjunto de tarefas que exigem análises de possibilidades para chegar-se a uma solução. Esse tipo de atividades é chamado de *formal* por ter uma aplicabilidade apenas em áreas fora do mundo real, tais como jogos e problemas matemáticos.

No caso de jogos, torna-se necessária a organização das ações e das reações dos jogadores, todas elas previsíveis e, portanto, manipuláveis, dentro de regras claras. Já nos problemas matemáticos é semelhante, havendo regras para a construção de formas geométricas, encadeamento de expressões de Lógica e derivação no cálculo integral, entre outras aplicações.

Esses são, portanto, usos situados dentro de contextos abstratos, com variáveis previsíveis. Quando queremos realizar aplicações mais práticas, estamos trabalhando com tarefas *especialistas*, que são aquelas utilizadas em alguma profissão, resultado da síntese do conhecimento de “experts” ou peritos no assunto. Daí surge o termo *sistemas especialistas*, que contém

---

<sup>85</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.

<sup>86</sup> *idem*

regras que condensam a forma de solução de problemas de um profissional de determinada atividade.

Neste sentido, a aplicação dos sistemas especialistas dá-se em diversas áreas, como a Engenharia, a Medicina e a Economia.<sup>87</sup> Voltaremos ao assunto quando do capítulo em que analisarmos os Sistemas Especialistas (“expert systems”).

---

<sup>87</sup> Na Engenharia pode-se considerar o auxílio do computador em tarefas de projeto, permitindo a aceleração do desenvolvimento e a otimização dos recursos envolvidos. Além do projeto, utilizam-se ainda sistemas especialistas para a detecção e correção de erros e verificação de qualidade em empreendimentos de Engenharia. No caso da Economia, há sistemas para a análise financeira, tal como o comportamento da Bolsa de Valores, ou dada aplicação. Esse tipo de sistema especialista armazena dados históricos e, a partir de variações passadas, promove um prognóstico com as reações possíveis em um determinado momento. Na Medicina, sistemas especialistas são utilizados para a realização de diagnóstico em determinada especialidade. Esses sistemas são compostos de um banco de conhecimento sobre sintomas e tratamentos possíveis. Dessa forma, há regras que definem, para dado conjunto de sintomas, tratamentos possíveis para a moléstia detectada. Obviamente que esses sistemas são usados como apoio à tomada de decisão, não sendo tidos como determinantes no caso de diagnósticos definitivos. Há, ainda, muitos tipos de sistemas especialistas utilizados nas mais diversas atividades. Mas, basicamente, eles são compostos de bancos de conhecimento e de máquinas de inferência responsáveis que contêm as regras, permitindo a recombinação do conhecimento armazenado. As tarefas especialistas são distintas das formais pela sua característica de serem atreladas ao conhecimento prático de um ser humano e terem sua aplicação determinada por regras baseadas no comportamento humano. São, portanto, mais complexas que as tarefas formais, envolvendo uma maior gama de implementações computacionais necessárias.

## **1.8 PENSANDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DAS LEIS DO PENSAMENTO**

O filósofo grego Aristóteles foi um dos primeiros a tentar codificar o “pensar correto”, que é um irrefutável processo de raciocínio. Seus famosos “silogismos” estabeleceram padrões de argumento que sempre fornecem conclusões corretas para premissas corretas. Por exemplo: “Sócrates é um homem; todos os homens são mortais; conseqüentemente, Sócrates é mortal”.

Essas leis do pensamento supostamente governam a operação da mente, e iniciaram o campo da Lógica. O desenvolvimento da lógica formal no final do século dezenove e início do século vinte providenciou uma notação precisa para os enunciados sobre todos os tipos de coisas no mundo e as relações entre eles (contraste isso com a notação aritmética ordinária, que fornece principalmente indicações da igualdade e desigualdade sobre números). Pelos idos de 1965, existiram programas que poderiam, dados bastante tempo e memória, fazer exame da descrição de um problema na forma lógica e encontrar a solução, se ela existisse (se não houvesse nenhuma, o programa poderia nunca parar de processar a tarefa, procurando pela solução).

A tradição chamada de logicista dentro da Inteligência Artificial espera construir tais programas para criar sistemas inteligentes. Há dois obstáculos principais a essa abordagem.

Primeiramente, não é fácil fazer-se um exame do conhecimento informal e indicá-lo nos termos formais requeridos pela notação lógica, particularmente quando o conhecimento é menos de 100% certo.

Em segundo lugar, há uma diferença grande entre poder resolver um problema “em princípio” e fazer assim, efetivamente, na prática. Mesmo os

problemas com apenas uma dúzia de fatos podem esgotar os recursos de processamento de qualquer computador, a menos que este tenha alguma orientação a respeito de quais passos de raciocínio deva tentar antes.

*Embora ambos os obstáculos se apliquem a toda tentativa de construir sistemas computacionais do raciocínio, apareceram primeiramente na tradição logicista porque a potência dos sistemas da representação e do raciocínio é bem definida e razoavelmente bem compreendida.*<sup>88</sup>

---

<sup>88</sup> RUSSEL, Stuart, *op. cit.*, não paginado.

## 1.9 AGINDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DOS AGENTES RACIONAIS

Agir racionalmente significa agir para atingir o objetivo de acordo com suas crenças. Um agente é exatamente alguém que percebe e age. Nesta abordagem, a IA é vista como o estudo e a construção de agentes racionais.

Na modalidade (leis do pensamento), a ênfase inteira estava em fazer inferências corretas.

Fazer inferências corretas é às vezes parte de ser um agente racional, porque uma maneira de agir racionalmente é raciocinar logicamente de acordo com a conclusão de que uma dada ação atingirá um objetivo, e agir então de acordo com essa conclusão.

Por outro lado, uma inferência correta não é tudo na racionalidade, porque freqüentemente há situações onde provavelmente não existe nenhuma atitude correta a tomar, e contudo algo deve ser feito. Há também maneiras de agir racionalmente, as quais podem não ter a ver com o envolvimento de inferência. Por exemplo, puxar a mão rapidamente para fora de um fogão quente é uma ação reflexa mais bem sucedida do que uma ação mais lenta tomada após deliberação cuidadosa.

Todas as habilidades "cognitivas" exigidas para o Teste de Turing estão lá para permitir ações racionais. Assim, nós necessitamos da habilidade de representar o conhecimento e a razão com ele porque isso nos permite alcançar decisões boas em uma larga variedade de situações. Nós devemos poder gerar sentenças compreensíveis na linguagem natural, porque dizer aquelas sentenças nos ajuda a interagir em uma sociedade complexa. Nós precisamos aprender não apenas para erudição, mas com o fim de ter uma idéia melhor de como as tarefas do mundo nos permitem gerar estratégias mais eficazes para tratar com ele. Nós necessitamos da percepção visual não

apenas porque ver é divertido, mas para ter uma idéia melhor do que uma ação pode conseguir - por exemplo, poder ver uma porção de algo gostoso ajuda a nos movermos em direção a ele.

*O estudo da IA como agente racional tem, conseqüentemente, duas vantagens.*

Primeira, é mais geral do que a abordagem das "feis do pensamento", porque a inferência correta é somente um mecanismo útil para conseguir a racionalidade, e não necessariamente único.

Em segundo lugar, é mais amena ao desenvolvimento científico do que as aproximações baseadas no comportamento ou pensamento humano, porque o padrão da racionalidade é claramente definido e completamente geral. O comportamento humano, por outro lado, é bem adaptado para um ambiente específico e é o produto, em parte, de um processo evolucionário complicado e largamente desconhecido que ainda pode estar longe de chegar à perfeição.<sup>89</sup>

---

<sup>89</sup> RUSSEL, Stuart, op. cit., não paginado.



## 1.10 CAMPOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL<sup>90</sup>

Na relação a seguir, alguns campos estão certamente faltando, porque ninguém os identificou ainda. Alguns destes podem ser considerados como conceituais ou tópicos, antes de ostentarem o status de campos.

**IA Lógica:** O que um programa sabe sobre o mundo em geral são os fatos da situação específica em que deve agir, e seus objetivos todos são representados por sentenças de alguma linguagem lógica matemática. O programa decide o que fazer inferindo que determinadas ações são apropriadas para conseguir seus objetivos.

**Busca:** Os programas de IA examinam freqüentemente um grande número de possibilidades, por exemplo, os movimentos em um jogo de xadrez ou inferências de um programa de prova de teoremas. Descobertas são feitas continuamente sobre como fazer isso de forma mais eficiente em vários domínios.

**Reconhecimento de padrões.** Quando um programa faz observações de algum tipo, ele é freqüentemente programado para comparar o que vê com um padrão. Para o exemplo, um programa da visão pode tentar combinar um padrão de olhos e de nariz em uma cena a fim encontrar um rosto. Padrões mais complexos, por exemplo em um texto da linguagem natural, uma posição de xadrez, ou a história de algum evento são estudados também. Esses padrões mais complexos requerem métodos completamente diferentes da maioria dos padrões simples que foram estudados.

**Representação:** Os fatos sobre o mundo têm que ser representados de alguma maneira. As linguagens da lógica matemática são geralmente usadas.

---

<sup>90</sup> *What is Artificial Intelligence.* Disponível em <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/8751/index.html> . Acesso em 19 jul. 1999.

**Inferência:** De alguns fatos, outros podem ser inferidos. A dedução lógica matemática é adequada para certas finalidades, mas os métodos novos de inferência não monotônica foram desenvolvidos desde a década de 70.

**Raciocínio e conhecimento do senso comum:** Esta é a área em que a IA está mais distante do nível humano, apesar de ter sido uma seara de pesquisa ativa desde a década de 50. Enquanto, por um lado, houve um progresso considerável, por exemplo no desenvolvimento de sistemas de raciocínio não monotônico e teorias da ação, ainda assim, contudo, é preciso que ocorram novas idéias.

**Aprendizagem da experiência:** Os programas fazem isso. As abordagens da IA baseadas no conexionismo e em redes neurais especializaram-se nela. Há também uma aprendizagem das leis expressas na Lógica. Os programas podem somente aprender os fatos ou comportamentos que seus formalismos podem representar, e infelizmente os sistemas de aprendizagem são quase todos baseados em habilidades muito limitadas de representar a informação.

**Planejamento:** Os programas do planejamento começam com fatos gerais sobre o mundo (em especial fatos sobre as conseqüências dos atos), fatos sobre a situação particular e uma indicação de um objetivo. Destes, geram uma estratégia para consegui-lo. Nos casos mais comuns, a estratégia é apenas uma seqüência de ações.

**Epistemologia:** Este é um estudo dos tipos do conhecimento que são requeridos para resolver problemas no mundo.

**Ontologia:** Ontologia é o estudo dos tipos das coisas que existem. Na IA, os programas e as sentenças tratam com vários tipos de objetos, e nós estudamos o que esses tipos são e quais são suas propriedades básicas. A ênfase na ontologia começou nos anos 90.

**Heurística:** Uma heurística é uma maneira de tentar descobrir algo ou uma idéia encaixada em um programa. O termo é empregado de forma

variada na IA.

Sistemas de Inteligência Artificial fazem uso da heurística que é uma técnica destinada a melhorar a eficiência dos processos de busca, *sacrificando, no entanto, o ideal de perfeição. A heurística não trabalha com todas as possibilidades mas escolhe algumas, para acelerar o processamento e, nesse caso, não se tem a garantia de que tenha sido escolhida a melhor alternativa. Dependerá da implementação da técnica o seu maior grau de confiabilidade na busca de uma solução considerada boa. A utilização da heurística está muito ligada à experiência anterior dos humanos que abandonam, de imediato, as possibilidades com pouca ou nenhuma chance de obter resultados bons.*<sup>91</sup>

As pessoas parecem adquirir conhecimento específico através de um longo período de tempo, *construindo um grande número de regras práticas - heurísticas - para lidar com situações novas em suas áreas de conhecimento específico.*<sup>92</sup>

Assim podemos dizer que *"Heurísticas são regras práticas, adquiridas pelas pessoas em um longo período, utilizáveis quando do estudo e solução de um novo problema".*<sup>93</sup>

Ou ainda: *"Heurística: uma regra prática, ou diretriz, que pode ser aplicada ao processo de construção de uma decisão quando não estamos certos do caminho a seguir; após a aplicação da diretriz, poderemos ainda não estar certos de que o caminho correto foi tomado".*<sup>94</sup>

---

<sup>91</sup> PATTERSON, Dan W., Introduction to artificial intelligence and expert systems. New Jersey: Prentice Hall, 1990, p.11.

<sup>92</sup> KELLER, ROBERT. Tecnologia de Sistemas Especialistas. Desenvolvimento e aplicação. São Paulo, Makron, McGraw-Hill, 1991, p.14.

<sup>93</sup> Idem

<sup>94</sup> KELLER, ROBERT, op. cit., p.279.

## 1.11 ALGUMAS APLICAÇÕES DA IA<sup>95</sup>

**Jogos:** Você pode comprar as máquinas que podem jogar xadrez em nível de mestre por poucas centenas de dólares. Há alguma IA neles, mas jogam bem contra os humanos principalmente através da computação bruta – olhando centenas de milhares de posições. Bater um campeão do mundo através da computação bruta e pela força de heurísticas sabidas e confiáveis requer ser capaz de analisar 200 milhões de posições por segundo.

**Reconhecimento de voz:** Na década de 90, o reconhecimento computacional de fala alcançou um nível prático para finalidades limitadas. Conquanto seja possível instruir alguns computadores usando comandos falados, a maioria dos usuários voltaram-se para o teclado e “mouse” como ainda mais convenientes.

**Entendimento da linguagem natural:** Apenas fornecer uma seqüência de palavras para um computador não é o suficiente. Analisar sentenças gramaticalmente não é suficiente tampouco. O computador tem que ser provido com a compreensão do domínio do que trata o texto, e este é presentemente possível somente para domínios muito limitados.

**Visão de computador:** O mundo é composto de objetos tridimensionais, mas as entradas ao olho humano e às câmeras de tevê dos computadores são bidimensionais. Alguns programas úteis podem trabalhar unicamente em duas dimensões, mas a visão completa de computador requer a informação tridimensional parcial que não é apenas a junção de duas vistas bidimensionais. No presente, há apenas maneiras limitadas de representar a informação tridimensional diretamente, e não são tão boas como as que os seres humanos evidentemente usam.

---

<sup>95</sup> *What is Artificial Intelligence.*

Disponível em <<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/8751/index.html>> . Acesso em 19 jul. 1999.

**Sistemas especialistas:** Um “engenheiro do conhecimento” entrevista peritos em um determinado domínio e tenta incorporar seu conhecimento em um programa de computador para realizar alguma tarefa. Como isso funciona depende de estarem os mecanismos intelectuais requeridos para a tarefa dentro do estado atual da IA. Quando tal não acontece, os resultados são muito decepcionantes. Um dos primeiros sistemas especialistas era o MYCIN em 1974, que diagnosticou infecções bacterianas do sangue e sugeriu tratamentos. Fez melhor do que estudantes médicos ou doutores praticantes, desde que suas limitações fossem observadas. A saber, sua ontologia incluía bactérias, sintomas e tratamentos, e não incluía pacientes, doutores, hospitais, morte, recuperação, e eventos que ocorrem no tempo. Suas interações dependiam de um único paciente que estava sendo considerado. Uma vez que os peritos consultados pelos engenheiros do conhecimento sabiam sobre pacientes, doutores, morte e recuperação, está claro que os engenheiros estavam limitados ao que os peritos lhes disseram em uma estrutura predeterminada. No estágio atual da IA, isso tem que ser verdadeiro. A utilidade de sistemas peritos atuais depende de seus usuários terem o senso comum.

**Classificação heurística:** Um dos tipos mais exequíveis de sistema especialista, dado o conhecimento atual da IA, é colocar alguma informação em uma categoria fixa usando diversas fontes de informação. Exemplo é o aconselhamento para a aceitação de uma compra com cartão de crédito. A informação sobre o proprietário do cartão de crédito está disponível, também o registro do pagamento sobre o artigo que está sendo comprado e sobre o estabelecimento comercial (por exemplo, aproximadamente se houve fraudes precedentes do cartão de crédito no mesmo).

### 1.12 COMO AS PESSOAS RACIOCINAM?<sup>96</sup>

- Elas criam categorias;
- Elas usam regras específicas, regras apriorísticas;
- Usam heurísticas;
- Usam a experiência passada, “casos”;
- Antecipam conclusões.

---

<sup>96</sup> BROWN, Carol E.; O’LEARY, Daniel E. Introduction do Artificial Intelligence and Expert Systems. Disponível em: <[http://www.bus.orst.edu/faculty/brownc/es\\_tutor/es\\_tutor.html](http://www.bus.orst.edu/faculty/brownc/es_tutor/es_tutor.html)>. Acesso em 13 jul. 2000, não paginado.

### 1.13 COMO OS COMPUTADORES RACIOCINAM<sup>97</sup>

Como os computadores raciocinam? Alguns modelos de programas de computadores são baseados no raciocínio humano. As características dos modelos são chamadas de "slots", e cada modelo é um nóculo em uma ou mais hierarquias. Um conjunto de regras é chamado de base de conhecimento ou regras de base. Usam modelos, uma cadeia de nóculos e relações que, em algumas maneiras, são muito parecidos com as bases de dados tradicionais, e em outras maneiras muito diferentes. O valor dos "slots" pode ser afirmado explicitamente (um método para determinar o valor em vez do valor em si); cada modelo é um nóculo em uma ou mais hierarquias. Os níveis mais altos equivalem a conceitos gerais. Já os níveis baixos representam nóculos específicos. Pode ser feita uma representação prototípica com defeitos que podem ser excedidos.<sup>98</sup>

---

<sup>97</sup> BROWN, Carol E.; O'LEARY, Daniel E., op. cit.

<sup>98</sup> Exemplo: Uma coisa crescendo no meu quintal = um olmo é uma árvore desprendida, uma árvore desprendida é uma árvore, uma árvore é uma planta, uma planta é um organismo vivo.

## 1.14 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Como dissemos (capítulo menu 1.7.4, supra), "Um comportamento inteligente requer duas coisas: conhecimento e habilidades de raciocínio. Um requisito para o comportamento inteligente é o conhecimento por si só. É impossível elaborar conclusões acerca do conhecimento se não há conhecimento - conclusão bastante óbvia na verdade. Então, tudo que temos a fazer é colocar alguns fatos em um sistema de computador, colocar em programas de raciocínio em ação e rapidamente nós temos uma máquina inteligente! Bem, não é tão simples. Muitas estruturas de IA demonstram bons resultados em domínios simples como por exemplo, brinquedos; mas, uma vez que eles são apresentados para a resolução de problemas no domínio real do mundo de repente entram em colapso. O problema é que eles não têm conhecimento suficiente sobre o domínio e então não podem corresponder ao mesmo. Se tentamos simplesmente resolver esse problema inserindo mais informação no sistema, rapidamente enfrentaremos o problema de limitações decorrentes da velocidade de processamento e conseqüente esgotamento do processador. A porção específica de informação na base de conhecimento não poderá ser acessada de forma rápida o suficiente para uma resposta razoável usando técnicas de busca simples. Um dos pontos-chaves mais importantes para a IA é ser capaz de armazenar conhecimento de forma eficiente e de maneira tal que seja possível compor programas que o acessem em um tempo razoável."<sup>99</sup>

Vários métodos foram propostos para representar o conhecimento. Alguns mais apropriados em certas situações do que outros, mas nenhum deles é ideal.

Exemplos: redes semânticas, gráficos conceituais, quadros ("frames"), cálculo de predicados de primeira ordem e regras (que nos conduzirão em direção aos sistemas especialistas).

---

<sup>99</sup> BELLEGUELLE, Steve. op. cit., não paginado.



## 1.15 SISTEMAS ESPECIALISTAS

### 1.15.1 INTRODUÇÃO

Colocados os problemas envolvendo o senso comum, e a dificuldade em criar máquinas inteligentes para uso geral, desenvolveu-se uma abordagem alternativa, a qual tentou imitar o desempenho humano dentro dos domínios restritos do conhecimento:

A primeira tentativa séria em aplicar essa aproximação veio a ser conhecida como "micromundos". A teoria atrás dos micromundos foi o primeiro passo em IA necessário para reproduzir a inteligência em um ambiente restrito. Uma vez que isso foi resolvido, pôde-se aumentar gradualmente a complexidade do ambiente, e a IA pôde chegar em um nível capaz de deparar-se com as situações do mundo real. Era uma teoria em escala, do específico para o geral, sem perda de força. O projeto mais famoso dos micromundos, era SHRDLU, de Terry Winograd (SHRDLU é justamente das 7<sup>a</sup> a 12<sup>a</sup> letras mais comuns em inglês; ele tirou o nome de um artigo da Revista "Mad Magazine").

SHRDLU vivia num mundo chamado mundo dos blocos. Tinha na memória descrições de vários blocos: forma, cores, tamanhos e posições. Também tinha um braço robótico (de fato, a coisa inteira era uma simulação; nem os blocos, nem o braço existiram realmente) capaz de mover os blocos. Finalmente, sua programação da inteligência incluía dois componentes: o primeiro era um solucionador de problemas que poderia olhar o mundo, recolher a informação, e fazer mudanças quando possível, como mover um bloco; o segundo era um programa de linguagem natural que interagiu com os usuários enquanto manipulava o mundo dos blocos.

Dentro de seu mundo, SHRDLU era impressionante. Você conseguiria

dizer para ele mover o bloco verde e ele seria capaz de fazê-lo. Faria até mesmo perguntas esclarecendo questões como, por exemplo, "por bloco verde, eu suponho que você quer dizer o cubo verde no cubo azul", ou "para mover o bloco verde, eu terei que mover a pirâmide vermelha".

O problema com projetos dos micromundos como SHRDLU era que falhavam em aumentar em escala como a estratégia original propunha. Não obstante, forneceram uma prova de que os sistemas de IA projetados para operar dentro dos domínios do conhecimento, que são estreitos, mas profundos poderiam ser altamente eficazes. Essa realização inspirou a criação de uma das subáreas mais bem sucedidas da IA - o campo dos sistemas especialistas ("expert systems").

A ideia básica é que se alguém puder codificar a perícia humana dentro de um domínio estreito como uma série hierárquica de regras, então poderá ser criado um sistema de IA que imite ou talvez mesmo exceda o desempenho de um perito humano. Um problema que logo foi encontrado nessa empreitada: os peritos não podem sempre explicitamente indicar as regras que guiam seu desempenho. Mesmo quando os peritos indicam regras dessa forma, quando tais regras são implementadas o desempenho obtido é inferior àquele do perito que fornece as regras, indicando que há uma insuficiência.

Esse é o problema do conhecimento implícito. Dado que o domínio do conhecimento específico é freqüentemente implícito e de procedimento, um dos desafios dos desenvolvedores de sistemas especialistas foi o de encontrar uma maneira de interrogar peritos e de coletar a informação sobre o desempenho dos mesmos a fim de esclarecer as regras que estão sendo usadas.

A nova ocupação do "engenheiro do conhecimento" surgiu para encher essa finalidade. Os engenheiros do conhecimento gastam muito tempo com os peritos humanos durante o estágio do projeto de um sistema especialista assim como durante ciclos múltiplos de "feedback" e de melhoria.

Atualmente, os sistemas especialistas representam um dos sucessos

financeiros principais da IA, com uma indústria que excede \$1 bilhão de dólares.<sup>100</sup>

Sistemas especialistas são, pois, uma aplicação da Inteligência Artificial, programas de computador planejados para adquirir e disponibilizar o conhecimento operacional de um especialista humano. São tradicionalmente vistos como sistemas de suporte à decisão, pois capazes de tomá-las como especialistas em diversas áreas. Sua estrutura reflete a maneira como o especialista humano arranja e faz inferência sobre o seu conhecimento.<sup>101</sup>

Segundo a definição de FEIGENBAUM, "Sistema Especialista é uma classe de programa de computador que pode aconselhar, analisar, categorizar, comunicar, consultar, projetar, diagnosticar, explicar, explorar, prever, formar conceitos, identificar, interpretar, justificar, aprender, controlar, monitorar, planejar, apresentar, recuperar, programar, testar ou ensinar. Dirige-se a problemas que habitualmente requerem o especialista humano para sua solução".<sup>102</sup>

Os sistemas especialistas são diferentes das aplicações típicas por causa de sua arquitetura. Um dos princípios fundamentais no projeto de sistemas especialistas é a separação do conhecimento de domínio (por exemplo, Medicina ou Geologia) dos programas que "raciocinam" com esse conhecimento.<sup>103</sup>

Portanto, existe uma distinta divisão entre o componente de conhecimento do sistema e o componente de raciocínio ou máquina de inferência. A máquina de inferência é bem generalizada e usualmente poderá trabalhar com diferentes conjuntos de conhecimento.<sup>104</sup>

Nós examinaremos sistemas especialistas baseados em regras de produção. Além da base de regras de produção, o sistema perito deve ter

---

<sup>100</sup> REINGOLD, Eyal, *op. cit.*, não paginado.

<sup>101</sup> CHAIBEN, Hamilton, *op. cit.*, não paginado.

<sup>102</sup> FEIGENBAUM, Edward, *apud BELLEGUELLE, Steve. op.cit.*, não paginado.

<sup>103</sup> BUCHANAN, B.G., SMITH, R.G., *apud CHAIBEN, op.cit.*, não paginado.

<sup>104</sup> PEPPER, G. *apud CHAIBEN, op.cit.*, não paginado.

uma "interface" amigável, facilidade para que o usuário questione o programa, uma técnica da aprendizagem através da experiência e uma habilidade de dar explanação raciocinada para as conclusões que forem alcançadas.

O componente de conhecimento e o componente de raciocínio são as chaves de qualquer sistema que reflita "inteligência". Portanto, a única maneira de esses sistemas apresentarem um "comportamento inteligente" é através de mecanismos formais para a representação do conhecimento e a utilização de técnicas de inferência.<sup>105-108</sup>

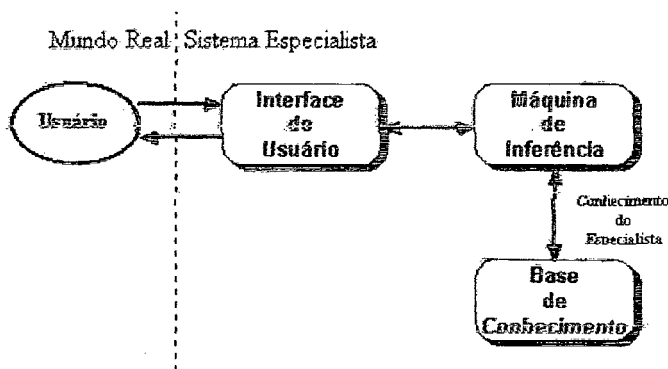
---

<sup>105</sup> CHAIBEN, Hamilton, op. cit., não paginado.

<sup>106</sup> O sistema especialista mais frequentemente citado é o MYCIN, desenvolvido por uma equipe de médicos e especialistas em IA na Universidade de Stanford. O MYCIN contém o conhecimento dos mais destacados especialistas no campo de doenças infecciosas. Foi projetado para auxiliar no diagnóstico e tratamento de meningite (inflamação das membranas que envolvem o cérebro e a medula espinhal) e bacteriemia (infecção bacteriana no sangue). O MYCIN utiliza o tipo de raciocínio "backward chaining". Dando-se um conjunto de sintomas para diagnóstico, o MYCIN utiliza seus conhecimentos para conduzir às conclusões e então recomendar o apropriado tratamento. O MYCIN foi um pioneiro entre os sistemas especialistas e representa um esforço de aproximadamente 50 homens/ano. Muito desse esforço está embutido em sua base de conhecimento.

### 1.15.2 ESTRUTURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

Um modelo básico da arquitetura dos sistemas especialistas pode ser apresentado como na figura abaixo, com três componentes básicos: a base de conhecimento, a máquina de inferência, e a interface com usuário.



#### 1.15.2.1 A Base de Conhecimento

A marca principal de um sistema especialista é o uso do conhecimento específico do seu domínio de aplicação através de um programa de raciocínio relativamente simples. Nesse sentido, o termo "base de conhecimento" é utilizado para significar a coleção de conhecimento do domínio, ou seja, as informações, em nível de especialista, necessárias para resolver problemas de um domínio específico. Portanto, esse conhecimento precisa ser organizado de maneira adequada para que a máquina de inferência consiga tratá-lo convenientemente.

O conhecimento em um sistema especialista consiste em  *fatos e heurísticas*. Os **fatos** constituem as informações que estarão sempre disponíveis para serem compartilhadas e atualizadas pelo especialista do domínio. As **heurísticas** são regras práticas que caracterizam o nível de tomada de decisão do especialista em um domínio. Portanto, uma base de conhecimento pode ser vista como um conjunto de regras, cada qual podendo ser validada independentemente de estrutura de controle.

Um dos problemas mais sérios, e ao mesmo tempo muito comum, encontrado na implementação de sistemas especialistas, é que usualmente parece impossível fornecer um conhecimento completo sobre o qual o sistema vai operar. Assim, o nível de desempenho de um sistema especialista está relacionado ao tamanho e à qualidade de sua base de conhecimento.<sup>107</sup>

#### 1.15.2.2 A Máquina de Inferência

Segundo Minsky, "... o conhecimento é útil somente quando podemos explorá-lo para ajudar a alcançar nossos objetivos".<sup>108</sup> Nos sistemas especialistas, a máquina de inferência cumpre esse papel representando o meio pelo qual o conhecimento é manipulado, utilizando-se das informações armazenadas na base de conhecimento para resolver problemas. Para isso, deve haver uma linguagem ou um formato específico através do qual o conhecimento possa ser expresso para permitir o "raciocínio" e a inferência.

Métodos de inferência são necessários para fazer uso apropriado e eficiente dos itens em uma base de conhecimento, com o objetivo de alcançar alguns propósitos tais como o diagnóstico de doenças. A máquina de inferência, de certo modo, tenta imitar os tipos de pensamento que o especialista humano emprega quando resolve um problema, ou seja, ele pode começar com uma conclusão e procurar uma evidência que a comprove, ou pode iniciar com uma evidência para chegar a uma conclusão. Em sistemas especialistas, esses dois métodos são chamados de "*backward chaining*" e "*forward chaining*", respectivamente.

Nem todos os sistemas utilizam a mesma abordagem para a representação do seu conhecimento; portanto, a máquina de inferência deve ser projetada para trabalhar com a representação de conhecimento

---

<sup>107</sup> CHAIBEN, Hamilton, op. cit., não paginado.

<sup>108</sup> MINSKY, M., apud CHAIBEN, Hamilton, op. cit., não paginado.

específica utilizada.<sup>109</sup>

### 1.15.2.3 A Interface do Usuário

A interface do usuário visa a facilitar a comunicação entre o sistema especialista e ele. Permite a interação com o sistema através da entrada de fatos e de dados e através da saída em forma de perguntas, conclusões e explicações. Muitos princípios baseados nas teorias cognitivas têm sido propostos para projetos de interface, como resultado de pesquisas na área de interação homem-máquina.

Uma das considerações principais no projeto de qualquer interface homem-máquina deve ser a facilidade de uso, reduzindo ao máximo a carga cognitiva sobre o usuário.<sup>110</sup>

---

<sup>109</sup> CHAIBEN, Hamilton, *op. cit.*, não paginado.

<sup>110</sup> *Idem.*

### 1.15.3 SISTEMA CONVENCIONAL X SISTEMA ESPECIALISTA

Um sistema convencional está baseado em um algoritmo que, passo a passo, após um tempo aceitável, conduz a uma resposta. Ele é projetado para sempre terminar emitindo um resultado final correto e processar volumes de dados de maneira repetitiva. Um sistema especialista está baseado em uma busca heurística e trabalha com problemas para os quais não existe solução convencional algoritmizada disponível ou, se existe, ela é demasiadamente demorada para fornecer uma resposta. Um processo heurístico normalmente conduz a soluções de maneira rápida, porém, pode inclusive não conduzir a solução alguma. Assim, é possível afirmar sobre um sistema especialista:

- pode chegar ou não à solução do problema;
- pode chegar a uma solução distorcida, isto é, pode errar. Porém, o seu erro ocorre dentro de determinadas circunstâncias que são justificadas pelo próprio sistema;
- processa conhecimento e não dados. O conhecimento é armazenado em uma base de conhecimento e os dados são ajustados contra ela. O processamento é feito em cima desse conhecimento e não existe processamento de dados.<sup>111</sup>

---

<sup>111</sup> FAVERO, Alexandre. *Sistemas Especialistas*. Disponível em: <http://www.din.uem.br/ia/especialistas/convenc.html>. Acesso em 08 jul. 2000. Não paginado.



#### 1.15.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS<sup>112</sup>

##### VANTAGENS:

- **Permanência:** Os Sistemas Especialistas não esquecem, ao contrário dos especialistas humanos, podem esquecer.
- **Capacidade de reprodução:** Muitas cópias de um sistema especialista podem ser feitas, mas treinar especialistas humanos consome tempo e é caro.
- **Eficiência:** pode aumentar o rendimento e diminuir os custos pessoais.

Apesar de serem os sistemas especialistas caros para construir e manter, eles são baratos para operar.

Os custos de desenvolvimento e manutenção poderão ser divididos entre vários usuários.

O custo total final poderá ser razoável se comparado com caros e raros especialistas humanos.

- **Consistência:** Com os sistemas especialistas, transações similares poderão ser encaminhadas da mesma maneira. O sistema fará recomendações e comparações para situações análogas. Os humanos são influenciados por: a) notícias recentes (a informação mais nova tem um impacto desproporcional no julgamento); b) efeitos da primazia (a informação que chega mais cedo tende a dominar o julgamento).

---

<sup>112</sup> FAVERO, Alexandre. *Sistemas Especialistas*. Disponível em: <http://www.din.uem.br/ia/especialistas/convenc.html>. Acesso em 08 jul. 2000. Não paginado.

- **Documentação:** Um sistema especialista pode providenciar documentação permanente dos processos de decisão, gerando o arquivo correspondente e imprimindo-o.
- **Qualidade de ser completo:** Um sistema especialista pode revisar todas as transações; em virtude da velocidade de processamento dos computadores. Já o especialista humano só poderá revisar uma amostra, devido, é claro, às suas limitações.
- **Exatidão, precisão:** Fraude e/ou erros podem ser prevenidos. A informação pode estar disponível antes, a fim de possibilitar a tomada de decisões.
- **Largura, extensão:** Conhecimento de múltiplos especialistas humanos pode ser combinado para dar mais extensão a um sistema do que aquela que poderia ser atingida por uma única pessoa. Isso reduz o risco ao fazer negócios.
- **Barreiras de entrada:** Sistemas especialistas podem ajudar uma empresa a criar barreiras para os concorrentes em potencial.
- **Diferenciação:** Em alguns casos, o sistema especialista pode diferenciar um produto ou pode ser orientado a relacionar-se com o foco, com as finalidades da empresa.

Os programas de computador são melhores naquelas situações onde há uma estrutura que é observada como pré - existente ou que pode ser trazida.

#### DESVANTAGENS:

- **Senso comum:** Em adição a uma grande quantidade de conhecimento técnico, os especialistas humanos possuem o senso comum. Ainda não é conhecida uma maneira de se fornecer aos

sistemas especialistas tal senso.

- **Criatividade:** Os especialistas humanos podem responder criativamente diante de situações não usuais; sistemas especialistas não.
- **Aprendizado:** Especialistas humanos automaticamente se adaptam às mudanças no ambiente; sistemas espertos necessariamente devem ser atualizados explicitamente. O raciocínio baseado em casos e as redes neurais são métodos que podem incorporar o aprendizado.
- **Experiências sensoriais:** Especialistas humanos têm disponível uma *larga variedade de experiência sensorial*; sistemas especialistas são dependentes de "inputs" simbólicas.
- **Degradação:** Sistemas especialistas não são bons em reconhecer quando não existe uma resposta ou quando o problema está além da sua área de especialidade.

## 1.16 ALGORITMOS GENÉTICOS

### 1.16.1 DEFINIÇÕES

Segundo BOSQUE, "desde tempos imemoriais o ser humano tem se maravilhado com a natureza da vida.

Em particular, têm sido de interesse o estudo de conceitos tais como:

- evolução da espécie,
- sobrevivência do mais apto,
- competitividade,
- herança e conformação da descendência,
- aprendizado.

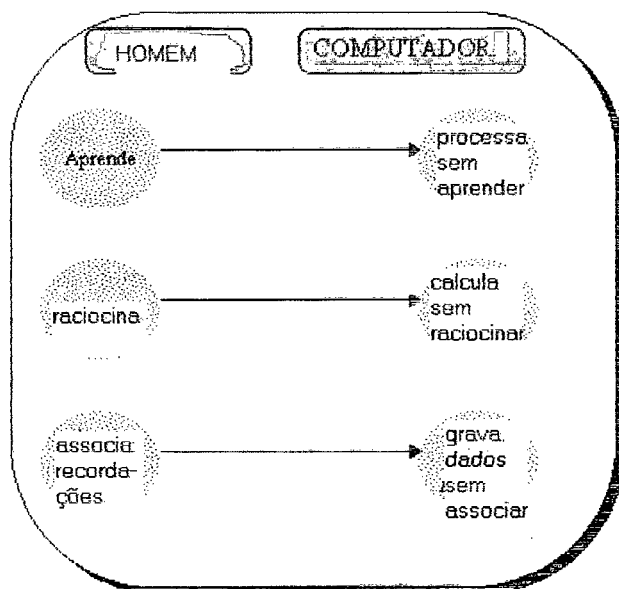
Por outro lado, existe no homem um desejo profundo de poder reproduzir a habilidade cognitiva por meios artificiais. A fascinação que a inteligência, como matéria de estudo, tem suscitado no gênero humano pode ser verificada na aparição de um ramo autônomo do estudo científico chamado "Inteligência Artificial" (IA). A IA abrange também o estudo da inteligência (com fins de poder reproduzi-la com o auxílio de um computador).

Existe o fato evidente de que a inteligência sobrevém como resultado do processo de evolução das espécies. No caminho percorrido desde o primeiro organismo unicelular até o homem ocorreram várias mudanças físicas notórias; por sua vez, ocorreram avanços das características cognitivas dos exemplares.

A realização de pensamentos abstratos do tipo "penso, logo existo" não é possível ser elaborada por organismos unicelulares nem por bactérias (ao menos nada pôde ser provado em contrário). Entretanto, o ser humano pode levá-los a cabo. Esse "algo", ou "caixa negra" que se coloca entre o "penso, logo existo" e uma bactéria é o que chamamos de inteligência evolutiva ou

inteligência por si só"<sup>113</sup>

Desde os albores da computação, os especialistas em IA têm tratado de encontrar formas pelas quais a máquina possa aprender por si mesma, o que tem demonstrado ser um resultado sumamente difícil de conseguir. O homem e o computador têm diferenças quanto às capacidades de cada um. Algumas delas são expostas no quadro abaixo.<sup>114</sup>



A imitação da capacidade de auto-aprendizagem é um dos pontos fundamentais que deveria adotar todo programa que pretende atuar de maneira inteligente. É um local para onde confluem os pontos de interesse dos biólogos e dos investigadores da Inteligência Artificial.

A idéia principal consiste, então, em tratar de determinar como surge a inteligência em relação às diversas variáveis evolutivas, e como pode ser reproduzido esse comportamento em um computador.

Dado que a resolução de problemas de qualquer índole parte da base de um processo intelectual, a simulação desses últimos abre uma porta para o estabelecimento de dispositivos computadorizados capazes de efetuar ditas

<sup>113</sup>BOSQUE, Marcelo González. *Conceptos Fundamentales de los Algoritmos Genéticos*. Disponível em <http://www.geocities.com/SiliconValley/Byte/4713/ga/E-GA2.htm>. Acesso em 14 jun. 2000. Extrato do Original, não paginado.

<sup>114</sup> Idem..

de um processo intelectual, a simulação desses últimos abre uma porta para o estabelecimento de dispositivos computadorizados capazes de efetuar ditas ações.

*Tradicionalmente, esses aspectos se avaliavam somente mediante hipóteses emanadas de observações de campo. A tecnologia moderna trouxe a possibilidade de ampliar essa busca mediante a implementação de modelos de simulação. Um modelo de simulação consiste em programar um modelo matemático multivariável, ao qual se acrescentam diversos valores para poder estudar a inter-relação entre os mesmos. Usualmente, o modelo é interativo, quer dizer que se tomam os valores falados e se processam para averiguar o resultado imediato de "n" interações.*<sup>115</sup>

Muitos problemas podem ser resolvidos de forma computacional determinística; contudo, outros problemas não têm um método de resolução exato, ou os métodos para a obtenção de tal solução são complexos em demasia em sua implementação e utilização. Para sua resolução, utilizam-se métodos heurísticos e até metaheurísticos, como os Algoritmos Genéticos.

Os Algoritmos Genéticos fazem parte da área de IA de Sistemas Inspirados na Natureza, que simulam os processos naturais e aplicam-nos à solução de problemas reais. São métodos generalizados de busca e otimização que simulam os processos naturais da evolução, aplicando a idéia darwiniana de seleção natural das espécies. De acordo com a aptidão e utilizando-se a combinação com outros operadores genéticos, são produzidos métodos de grande robustez e aplicabilidade na resolução de problemas. Esses algoritmos estão baseados nos processos genéticos dos organismos biológicos, codificando uma possível solução a um problema de "cromossomo" composto por cadeia de bits e caracteres. Esses cromossomos representam indivíduos que são levados ao longo de várias gerações, na forma similar aos problemas naturais, evoluindo de acordo com os princípios de seleção natural e sobrevivência dos mais aptos, descritos pela primeira vez por Charles Darwin em seu livro "A Origem das Espécies". Emulando esses processos, os Algoritmos Genéticos são capazes de

---

<sup>115</sup> BOSQUE, Marcelo González., op. cit.

"evoluir" soluções de problemas do mundo real.

Na natureza, os indivíduos competem entre si por recursos como comida, água e refúgio. Adicionalmente, entre os animais de uma mesma espécie, *aqueles que não obtêm êxito tendem a ter um número reduzido de descendentes*, havendo, portanto, menor probabilidade de seus genes serem propagados ao longo de sucessivas gerações. A combinação entre os genes dos indivíduos que perduram na espécie pode produzir um novo indivíduo, muito melhor adaptado às características de seu meio ambiente.<sup>116</sup>

Os Algoritmos Genéticos utilizam uma analogia direta desse fenômeno de evolução na natureza, onde cada indivíduo representa uma possível solução para um problema posto.

A cada indivíduo atribui-se uma pontuação de adaptação, dependendo da resposta fornecida ao problema por ele. Aos mais adaptados é dada a oportunidade de reproduzir-se mediante cruzamentos com outros indivíduos da população, produzindo descendentes com características de ambas as partes. Se um Algoritmo Genético for desenvolvido corretamente, a população (conjunto de possíveis respostas) convergirá para uma solução boa para o problema proposto, talvez até ótima. Os processos que mais contribuem para a evolução são o "crossover" e a adaptação baseada na seleção/reprodução. A mutação também tem um papel significativo; no entanto, os pesquisadores ainda não entraram em consenso quanto ao seu grau de importância.

Um Algoritmo Genético pode convergir de forma aleatória, porém sua utilização *assegura que nenhum ponto do espaço de busca tem probabilidade zero de ser examinado*. Toda tarefa de busca e otimização possui vários componentes, entre eles:

- **espaço de busca**, onde são consideradas todas as possibilidades de solução de um determinado problema e
- **a função de avaliação** (ou função de custo), uma maneira de avaliar

---

<sup>116</sup>MAIA, Alexandra Carmel Perdigão; MICHELAM, Roberto. *Algoritmos Genéticos*. Disponível em:

os membros do espaço de busca.

As técnicas de busca e otimização tradicionais iniciam-se com um único candidato que, iterativamente, é manipulado utilizando algumas heurísticas (estáticas) diretamente associadas ao problema a ser solucionado. Por outro lado, as técnicas de computação evolucionária operam sobre uma população de candidatos em paralelo. Assim, elas podem fazer a busca em diferentes áreas do espaço de solução, alocando um número de membros apropriado para a busca em várias regiões.

Os Algoritmos Genéticos (AGs) diferem dos métodos tradicionais de busca e otimização, principalmente em quatro aspectos:

- AGs trabalham com uma codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros;
- AGs trabalham com uma população e não com um único ponto;
- AGs utilizam informações de custo ou recompensa e não derivadas ou outro conhecimento auxiliar;
- AGs fazem uso de regras de transição probabilísticas e não determinísticas.

Algoritmos Genéticos são muito eficientes na busca de soluções ótimas, ou aproximadamente ótimas (soluções boas), em uma grande variedade de problemas, pois não impõem muitas das limitações encontradas nos métodos de busca tradicionais. Os pesquisadores referem-se a "Algoritmos Genéticos" ou a "um algoritmo genético" e não "ao algoritmo genético", pois AGs são uma classe de procedimentos com muitos passos separados, e cada um desses passos possui muitas variações possíveis.



Os AGs não são a única técnica baseada em uma analogia da natureza. Por exemplo, as Redes Neurais estão baseadas no comportamento dos neurônios do cérebro, podendo ser utilizadas em uma grande variedade de problemas de classificação, como reconhecimento de padrões no processo de imagens.<sup>117</sup>

---

<sup>117</sup>MAIA, Alexandra Carniel Perdigão; MICHELAM, Roberto. *Algoritmos Genéticos*. Disponível em: <http://www.din.uem.br/ia/geneticos>. Acesso em 05 jul. 2000, não paginado.

### 1.16.2 IA E EVOLUÇÃO SIMULADA

Um outro desenvolvimento recente relacionado com a IA é o trabalho na evolução simulada. A evolução biológica conseguiu produzir uma variedade enorme de organismos vivos estritamente adaptados aos diferentes planos de necessidades em ambientes distintos. Modelando aqueles processos em computadores, nós podemos às vezes conseguir que os computadores desenvolvam soluções aos problemas que éramos previamente incapazes de encontrar. Os Algoritmos Genéticos (AGs) estão sendo usados cada vez mais como ferramentas da pesquisa e como meios de resolução de problemas práticos por computadores. Usam cadeias de símbolos com o objetivo de codificar especificações para projetos, ou soluções para problemas, da mesma forma como os sistemas biológicos usam cadeias de moléculas no DNA.

Transformar e recombinar parcelas das cadeias permite uma computação evolutiva para procurar por projetos bons ou por soluções boas, de uma maneira que é particularmente análoga à evolução biológica. A programação genética (PG) estende essas idéias, usando as estruturas que são melhor adaptadas ao problema. Por exemplo, um sistema de PG pode diretamente manipular estruturas que representam regras ou programas de computador. Esse trabalho conecta-se com os estudos na vida artificial ("Alife"), a qual está preocupada com a evolução simulada dos vários tipos de organismos artificiais, possivelmente competindo ou colaborando um com o outro. As técnicas evolucionárias podem usar a IA nos sistemas que evoluem. Similarmente, os sistemas de IA podem usar técnicas evolucionárias para ajudar em alguns dos problemas mais difíceis de resolver.<sup>118</sup>

---

<sup>118</sup>SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

## 1.17 LÓGICA DIFUSA (“fuzzy logic”)

### 1.17.1 O QUE É?

A Lógica “fuzzy” trata de acertar a Matemática com a imprecisão da linguagem do homem comum. O ser humano trata normalmente com conceitos vagos, os quais não podem ser representados pela Matemática tradicional. Se perguntamos a um grupo de pessoas sobre o estado do clima, é factível que as respostas sejam do tipo:

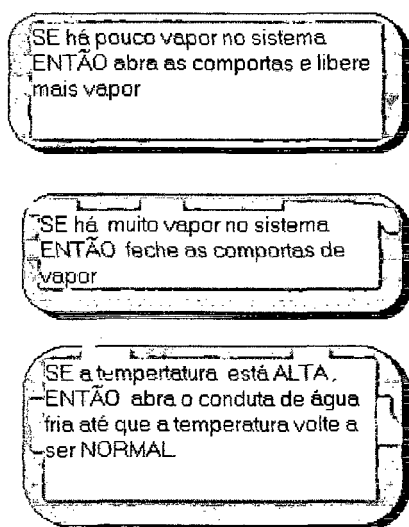
- “faz muito calor”;
- “faz frio”;
- “hoje choveu muito”;
- “não choveu quase nada, apenas umas gotas”.

Se alguém responde à pergunta de forma concreta, sua resposta se pareceria a: “Neste momento faz 30 graus centígrados e se espera que para o resto do dia a temperatura se eleve até os 35 graus, para logo descer a 20 ao longo da noite”. Esse tipo de resposta parece extraída da parte meteorológica do noticiário. Esperamos ouvir algo semelhante quando assistimos à televisão, mas não temos expectativas de fazê-lo quando perguntamos a um companheiro de trabalho que acaba de chegar, se faz calor lá fora do edifício.

Temos, então, que o homem utiliza termos vagos para muitas das ações de sua vida. Uma Matemática estruturada para trabalhar com conceitos precisos não pode representar esses conceitos. A Lógica “fuzzy” trata de incorporar métodos para que conceitos vagos possam ser utilizados como funções matemáticas.

Esta tem tido uma utilidade prática imediata nos mecanismos de

controle dos maquinários. A Lógica "fuzzy" não é um mecanismo de otimização em si mesma, mas traz mais flexibilidade aos sistemas de controle dos dispositivos eletrônicos, pelo que poderíamos dizer que se trata de um método otimizado de controle. A difusão que tem tido pelo mundo se deve, em grande parte, à incorporação que fizeram os japoneses durante a década de 80 dessas técnicas nos produtos que comercializam mundialmente, em especial os eletrodomésticos (não é raro ver uma lava-roupas ou geladeira de marca japonesa com o logotipo "fuzzy logic" incorporado). Quando se utiliza a Lógica "fuzzy", um dispositivo automático pode ser programado com ordens do tipo exposto no quadro a seguir:<sup>119</sup>



Os Conjuntos Fuzzy e a Lógica Fuzzy provêm a base para a geração de técnicas poderosas para a solução de problemas, com uma vasta aplicabilidade, especialmente, nas áreas de controle e tomada de decisão. A força da Lógica Fuzzy deriva da sua habilidade em inferir conclusões e gerar respostas baseadas em informações vagas, ambíguas e qualitativamente incompletas e imprecisas. Nesse aspecto, os sistemas de base Fuzzy têm

<sup>119</sup>BOSQUE, Marcelo González. *Lógica borrosa (fuzzy logic) y Algoritmos Genéticos Disponível em: <<http://www.geocities.com/SiliconValley/Byte/4713/ga/E-GA2.htm>>. Acesso em 14 jun. 2000. Extrato do original, não paginado.*

habilidade de raciocinar de forma semelhante à dos humanos.

Seu comportamento é representado de maneira muito simples e natural, levando à construção de sistemas compreensíveis e de fácil manutenção. A Lógica Fuzzy é baseada na teoria dos Conjuntos Fuzzy. Essa é uma generalização da teoria dos Conjuntos Tradicionais para resolver os paradoxos gerados a partir da classificação "verdadeiro ou falso" da Lógica Clássica. Tradicionalmente, uma proposição Lógica tem dois extremos: ou "completamente verdadeiro" ou "completamente falso". Entretanto, na Lógica Fuzzy, uma premissa varia em grau de verdade de 0 a 1, o que leva a ser parcialmente verdadeira ou parcialmente falsa. Com a incorporação do conceito de "grau de verdade", a teoria dos Conjuntos Fuzzy estende a teoria dos Conjuntos Tradicionais. Os grupos são rotulados qualitativamente (usando termos lingüísticos, tais como: alto, morno, ativo, pequeno, perto, etc.) e os elementos desses conjuntos são caracterizados variando o grau de pertinência (valor que indica o grau em que um elemento pertence a um conjunto). Por exemplo, um homem de 1,80 metro e um homem de 1,75 metro são membros do conjunto "alto", embora o homem de 1,80 metro tenha um grau de pertinência maior nesse conjunto.<sup>120</sup>

### 1.17.2 IA E EVOLUÇÃO SIMULADA

Um outro desenvolvimento recente relacionado com a IA é o trabalho na evolução simulada. A evolução biológica conseguiu produzir uma variedade enorme de *organismos vivos estritamente adaptados aos diferentes planos de necessidades em ambientes distintos*. Modelando aqueles processos em computadores, nós podemos às vezes conseguir que os computadores desenvolvam soluções aos problemas que éramos previamente incapazes de encontrar. Os Algoritmos Genéticos (AGs) estão sendo usados cada vez mais como ferramentas da pesquisa e como meios de resolução de problemas práticos por computadores. Usam cadeias de símbolos com o objetivo de

---

<sup>120</sup> FABRI, José Augusto, *Lógica Fuzzy*. Disponível em <http://www.femanet.com.br/~fabri/fuzzy.htm>. Acesso em 10 jul. 1999, não paginado.

codificar especificações para projetos, ou soluções para problemas, da mesma forma como os sistemas biológicos usam cadeias de moléculas no DNA.

*Transformar e recombinar parcelas das cadeias permite uma computação evolutiva para procurar por projetos bons ou por soluções boas, de uma maneira que é particularmente análoga à evolução biológica. A programação genética (PG) estende essas idéias, usando as estruturas que são melhor adaptadas ao problema . Por exemplo, um sistema de PG pode diretamente manipular estruturas que representam regras ou programas de computador. Esse trabalho conecta-se com os estudos na vida artificial (“Alife”), a qual está preocupada com a evolução simulada dos vários tipos de organismos artificiais, possivelmente competindo ou colaborando um com o outro. As técnicas evolucionárias podem usar a IA nos sistemas que evoluem. Similarmente, os sistemas de IA podem usar técnicas evolucionárias para ajudar em alguns dos problemas mais difíceis de resolver.*<sup>121</sup>

---

<sup>121</sup> SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

## 1.18 REDES NEURAIIS

### 1.18.1 INTRODUÇÃO. BOSQUEJO HISTÓRICO. DEFINIÇÕES

O final da década de 80 marcou o ressurgimento da área de Redes Neurais Artificiais (RNAs), também conhecida como conexionismo ou sistemas de processamento paralelo e distribuído. Essa forma de computação não é algorítmica; é caracterizada por sistemas que, em algum nível, lembram a estrutura do cérebro humano.

Por não ser baseada em regras ou programas, a computação neural constitui alternativa à computação algorítmica convencional. RNAs são sistemas paralelos distribuídos, compostos por unidades de processamento simples (nodos), que computam determinadas funções matemáticas (normalmente não-lineares).

Tais unidades são dispostas em uma ou mais camadas e interligadas por um grande número de conexões, geralmente unidirecionais. Na maioria dos modelos, essas conexões estão associadas a pesos, os quais armazenam o conhecimento representado no modelo e servem para ponderar a entrada recebida por cada neurônio da rede. O funcionamento dessas redes é inspirado em uma estrutura física concebida pela natureza do cérebro humano. A solução de problemas através das RNAs é bastante atrativa, pois o *paralelismo constitui a característica principal das RNAs*, as quais criam a possibilidade de um desempenho superior em relação à solução de problemas baseados nos modelos convencionais.

Em RNAs, o procedimento usual na solução de problemas passa inicialmente por uma fase de aprendizagem, onde um conjunto de exemplos é apresentado à rede, que extrai automaticamente as características necessárias para representar a informação fornecida. Essas características são utilizadas posteriormente a fim de gerar respostas para o problema.

A capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar a informação aprendida são, sem dúvida, os atrativos principais da solução de

problemas através das RNAs. A generalização, que está associada à capacidade de a rede aprender através de um conjunto reduzido de exemplos e, posteriormente, de dar respostas coerentes para dados não conhecidos, é uma demonstração de que a capacidade das RNAs vai muito além de simplesmente mapear relações de entrada e saída. As RNAs são capazes de extrair informações não-apresentadas de forma explícita através de exemplos.

Outras características importantes são a capacidade de auto-organização e o processamento temporal que, aliados àquela citada anteriormente, fazem das RNAs uma ferramenta computacional extremamente poderosa e atrativa para a solução de problemas complexos.<sup>122</sup>

### **1.18.2 CÉREBROS E COMPUTADORES: IA E REDES NEURAIIS**

Quando definiu a IA, alertou SLOMAN: "alguns pesquisadores de IA ficaram impressionados por serem os mecanismos dos cérebros muito diferentes em detalhe daqueles existentes nos computadores, embora eles possam fazer espécies de tarefas semelhantes (armazenagem, transformação e uso da informação). Isso conduziu à investigação das redes neurais inspiradas em parte por idéias sobre como trabalham os cérebros. Algumas redes neurais artificiais desenvolveram-se inteiramente como soluções práticas aos problemas da engenharia, sem muito interesse para especificamente modelar os mecanismos do cérebro. Trabalhos mais recentes tentam mover-se na direção de modelos mais exatos dos neurônios reais, que são incrivelmente complexos e variados.

Algumas pessoas pensam que nunca será possível compreender e replicar todos os importantes aspectos do funcionamento do cérebro, a menos que nós substituamos computadores por novos tipos de máquinas, ou talvez construamos máquinas híbridas usando diferentes tecnologias. Essa conclusão é prematura, por duas razões:

---

<sup>122</sup> FABRI, José Augusto, *Inteligência Artificial*. Disponível em <http://www.femanet.com.br/~fabri/info.htm>. Acesso em 10 jul. 1999, não paginado.



- nós não sabemos ainda qual o potencial real que terão os computadores, na medida em que desenvolvemos novos tipos que são mais rápidos e menores e podem ser ligados junto a coleções vastas de sistemas cooperativos;
- há muito que nós não sabemos sobre cérebros: incluindo o que fazem e como o fazem.

Assim, nós não podemos ainda dizer com confiança que há QUALQUER COISA que os cérebros podem fazer e que os computadores NUNCA poderão fazer, embora haja muitas que os cérebros podem realizar que os computadores existentes não podem (e vice-versa).<sup>123</sup>

---

<sup>123</sup>SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

## **1.19 DELIMITAÇÕES – PERSPECTIVAS – CRÍTICAS EM RELAÇÃO À IA**

### **1.19.1 INTRODUÇÃO**

Neste tópico demonstraremos algumas limitações das técnicas apresentadas, bem como a elaboração de cenários possíveis no contexto atual e futuro.

Abordaremos também as críticas mais comumente feitas, bem como refutá-las-emos, na medida em que defendemos a viabilidade do uso das técnicas dentro das atividades do Poder Judiciário.

### 1.19.2 RELAÇÕES COM OUTRAS DISCIPLINAS

Se definimos a IA desta maneira (o estudo do conhecimento, o estudo da inteligência), ela obviamente vai se sobrepor a diversas disciplinas antigas, incluindo, por exemplo, Psicologia, Neurologia, Filosofia, Lógica, e Lingüística.

A novidade na IA é que o desenvolvimento dos computadores nos deu maneiras novas de investigar os problemas. Antigamente, os psicólogos e os cientistas do cérebro podiam somente observar e fazer experiências em sistemas processadores de informação existentes, tais como seres humanos e outros animais; e os filósofos podiam somente teorizar de forma abstrata sobre como a mente e a linguagem deviam trabalhar.

Agora, entretanto, nós podemos ir além daqueles métodos e também "brincar de Deus", isto é, nós temos condições de projetar tipos novos de sistemas operacionais para demonstrar as implicações de nossas teorias e verificar se são capazes de explicar os fatos que pretendem explicar. Essa nova possibilidade surge porque os computadores foram projetados especificamente para adquirir, armazenar, manipular e usar a informação, ao contrário das outras máquinas mais antigas que foram projetadas para transformar a energia ou aplicar forças para manipular a matéria ou para produzir transformações químicas. Os computadores, ao contrário dessas máquinas, permitem-nos expressar nossas teorias sobre como as mentes trabalham na forma de programas de computadores, operacionais, e que possibilitam a uma máquina fazer algumas das coisas que as pessoas fazem, por exemplo, comunicar-se, aprender, resolver problemas, compreender a entrada das câmeras da tevê, dos controle de membros artificiais, etc. <sup>124</sup>

---

<sup>124</sup> SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

### 1.19.3 ALGUMAS COISAS QUE APRENDEMOS

Segundo SLOMAN, Professor da "School of Computer Science, The University of Birmingham"<sup>125</sup>, "*algumas das coisas que aprendemos é que, projetar máquinas com tais capacidades provou ser muito mais difícil do que muitos dos primeiros pesquisadores esperavam. Em parte, porque diversas tarefas que no início pareciam simples demonstraram possuir "profundezas ocultas". Por exemplo, ver não envolve apenas reconhecer padrões em imagens visuais, mas implica que tais informações façam sentido em relação ao ambiente, incluindo a compreensão de todas as muitas maneiras pelas quais ele pode nos ajudar ou atrapalhar. Da mesma forma, a habilidade de compreender e usar uma linguagem natural, como o Inglês, ou o Francês, demonstrou ser mais complexa do que pensaram os pesquisadores pioneiros. Para estudar e modelar essas complexidades, tivemos que inventar maneiras inteiramente novas de pensar sobre os processos envolvidos, incluindo o desenvolvimento de novas linguagens para expressar as idéias, na forma de diferentes espécies de linguagens de programação (os investigadores da IA frequentemente consideram as linguagens usadas por outros programadores, por exemplo Pascal, C, C++, Java, demasiado restritivas)".*<sup>126</sup>

Outra constatação encontrada é que mesmo as pessoas tidas como "estúpidas" têm inteligência considerável. A pesquisa realizada em IA ajudou a revelar a pouca profundidade no nosso pensamento normal sobre mentes, consciência, percepção, aprendizado, linguagem, e assim por diante. Particularmente, compreendemos agora que os tipos de pessoas que nós podemos normalmente descrever como estúpidas (débeis mentais) são mais

---

<sup>125</sup>

<sup>126</sup> SLOMAN, Aaron, op. cit., não paginado.

sofisticadas do que qualquer máquina que nós conseguimos projetar atualmente. Ainda não existem robôs aos quais possa ser confiada a limpeza de pratos e talheres de uma mesa de jantar, lavando-os na pia da cozinha; contudo, a maioria das pessoas pode fazer isso, sem ser especialmente inteligente. Está provado ser muito mais fácil projetar e executar as máquinas que fazem os tipos de coisas às quais nós pensamos requerer previamente a *inteligência especial, como a habilidade de jogar xadrez, executar cálculos e álgebra*. Essas espécies de tarefas se ajustam prontamente em mecanismos de um computador que manipulam um grande número de símbolos, precisamente definidos e de forma muito rápida, de acordo com regras definidas com exatidão. Nós compreendemos agora muito melhor que muitas habilidades humanas e de animais comuns (por exemplo um esquilo pulando entre galhos de uma árvore, um pássaro construindo seu ninho, uma criança escutando uma história) envolvem um tipo profundo de inteligência e sutis e importantes espécies de conhecimento, que nossas teorias não acomodaram ainda. Do mesmo modo a inteligência animal inclui características como desejos, apreciação, sofrimento, e as várias formas de consciência, todas tendo um papel importante no processamento da informação, mas que nós ainda mal compreendemos. Muitos investigadores da IA estão tentando encontrar maneiras de estender os conceitos, as teorias, os mecanismos e os modelos na IA para incluir todas aquelas circunstâncias. Seu trabalho inclui tentar encontrar maneiras de programar computadores de modo que tenham os tipos de riqueza e flexibilidade requeridos para as habilidades animais. O projeto de redes neurais artificiais, interpretadores de regras flexíveis, e de vários tipos de sistemas de "software" auto-organizáveis estão dentre as abordagens que estão sendo seguidas. Alguns pesquisadores estão investigando também maneiras de construir sistemas de IA com as espécies de mecanismos envolvidas na motivação, temperamentos (humores) e nas emoções, assim como as capacidades mais obviamente requeridas como a percepção, o raciocínio, a resolução de problemas e o controle motor.

Deve estar claro em tudo isso que enquanto a IA congrega o estudo da percepção, aprendizado, raciocínio, recordação, motivação, emoções, autoconhecimento, comunicação, etc., ela se sobrepõe a muitas outras

disciplinas, em especial a Psicologia, a Filosofia e a Lingüística. Mas se sobrepõe também à Informática e à tecnologia de programação, porque engloba o projeto de novos tipos de sistemas de processamento de informação, tanto para modelar aqueles existentes nos seres humanos como para resolver problemas práticos (por exemplo, “software” que controla um robô ou uma fábrica, ou “ que ajuda uma criança a aprender aritmética).”<sup>127</sup>

---

<sup>127</sup> SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

#### 1.19.4 IMPLICAÇÕES

Por fim, “algumas implicações disso: este novo campo multidisciplinar traz consigo uma variedade de antigas disciplinas de uma maneira inteiramente inovadora, porque nós estamos aprendendo constantemente técnicas novas para construir sistemas operantes que aplicam e testam as idéias e as teorias sintetizadas pelas diferentes disciplinas. Isso terá importância prática crescente na medida em que continuamos a desenvolver máquinas de processamento de informação mais e mais sofisticadas (em casa, na escola, nas fábricas, nos escritórios, nos hospitais, na Internet...).

Tal pesquisa também nos ajuda a aprofundar a compreensão do que somos, como nós nos relacionamos com outros tipos de animais e também como nos relacionamos com outros tipos de máquinas, incluindo as máquinas do futuro, que se poderão tornar mais e mais parecidas conosco. Por exemplo, projetando máquinas com vários tipos e graus de autonomia, podemos esclarecer antigos problemas sobre a natureza do livre arbítrio. Em vez de existir um tipo de livre arbítrio que você tem ou não tem, descobrimos que há muitos tipos diferentes de liberdade, e pessoas diferentes, animais diferentes, e as máquinas diferentes que terão diferentes subsistemas, diferentes tipos de liberdade.

Alguns deles podem parecer ser mais importantes do que outros. Por exemplo, é importante ter a liberdade para resistir à coerção externa e para fazer exame de decisões e agir sob a influência de seus próprios desejos, preferências, conhecimento. *Não é tão importante ter a liberdade arbitrária e mudar aleatoriamente seus próprios desejos, preferências e conhecimento. Essas considerações são tão relevantes para alguns robôs inteligentes como são para os seres humanos e outros animais.*<sup>128</sup>

---

<sup>128</sup> SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.

### 1.19.5 A IA E A INFORMÁTICA

“Como a IA se relaciona com a Informática, outra disciplina nova? Em parte é como o relacionamento entre a Física e a Matemática. A Matemática desenvolve muitos conceitos e técnicas usadas pela Física, mas o objetivo central da Física é compreender o mundo, não compreender aquelas técnicas.

Do mesmo modo a Informática (junto com a Matemática, a Engenharia Eletrônica e a tecnologia de programação) desenvolve teorias gerais sobre processamento de informação, e ajuda a criar poderosas ferramentas gerais (por exemplo computadores, sistemas operacionais, e compiladores) que são usadas pela IA, mas estas não são o foco central da IA. Os conceitos gerais, as técnicas e as ferramentas produzidas pela Informática são usados pelos pesquisadores da IA no processo de estudar algo mais, os tipos das habilidades de processamento de informação que nós encontramos em muitos organismos vivos, e que podem também ser criadas em máquinas novas de muitos tipos. De qualquer forma, da mesma maneira que a história da Física abrange muitos episódios onde a Matemática foi enriquecida pelo trabalho de físicos teóricos, assim também teve a IA grande parcela de influência no desenvolvimento da Ciência da Computação. Mas igualmente está tendo um impacto profundo em outras disciplinas com as quais é conectada, especialmente a Filosofia, a Psicologia e a Lingüística. Pensamos que seu impacto em outras disciplinas continuará a crescer e diversificar, incluindo a Psiquiatria, os estudos do cérebro, a Biologia, e as muitas formas de Engenharia.”<sup>129</sup>

---

<sup>129</sup> SLOMAN, Aaron., op. cit., não paginado.



### 1.19.6 PERSPECTIVAS / LIMITAÇÕES DA IA

Em que pese os resultados positivos obtidos, a Inteligência Artificial tem sido objeto de algumas críticas, ao longo de sua trajetória interdisciplinar, segundo SANTOS<sup>130</sup>, (dificuldades essas, entendemos, também encontráveis na área jurídica).

“Em primeiro lugar, existe um profundo desconhecimento por parte de muitos profissionais da área da Ciência da Computação, das implicações e reais possibilidades da IA. Existe uma aura de “science fiction” da Inteligência Artificial que precisa ser eliminada; ...também acontecimentos como a fracassada 5ª Geração de Computadores Japoneses com Inteligência Artificial, alardeada por aquele país em 1984 antes que fossem obtidos resultados práticos contribuiu para essa visão negativa, assim como o avanço da microinformática em aplicações comerciais mais simples, fazendo uso de processadores baratos, sistemas operacionais mais flexíveis e “software” amigável. Também podemos atribuir essa atitude cética às necessidades prementes da indústria de Informática, que em geral não pode esperar por resultados práticos demorados, devido ao fato de que as pesquisas em Inteligência Artificial se desenvolvem mais lentamente do que em outros campos da Informática, em virtude da complexidade inerente ao seu objeto de estudo. Muitas são as razões, e ainda desafiarão cientistas e engenheiros da computação para sua identificação correta, a fim de que novas aplicações possam ser desenvolvidas.”

Outras limitações já foram abordadas em outra parte deste trabalho, quando tratamos dos sistemas especialistas, e dizem respeito à natureza da aquisição do conhecimento.

Os problemas encontrados por determinados sistemas gerais, quando da resolução de problemas reais, se deram devido a duas razões, uma

---

<sup>130</sup> SANTOS, Sylvio Silveira, op. cit., não paginado.

relacionada com características teóricas dos métodos utilizados, e outra associada à natureza do conhecimento do mundo real: “a razão teórica é consequência do uso, nos sistemas gerais, de modelos baseados em Lógica de primeira ordem como formalismo básico. A utilização desses modelos leva à chamada explosão combinatória: a memória e o tempo necessários para resolver um determinado problema cresce exponencialmente com o tamanho do problema. A segunda razão está associada ao fato de que, freqüentemente, o conhecimento disponível sobre o mundo real é incompleto e parcialmente incoerente, e que por vezes a única forma de solução conhecida para determinados problemas reais consiste em uma série de regras práticas não fundamentadas por nenhum tipo de teoria geral do domínio que pudesse ser usada para orientar a solução”.<sup>131</sup>

---

<sup>131</sup> BITTENCOURT, Guilherme, op. cit., não paginado.

## 2 A ATIVIDADE JUDICIÁRIA

### 2.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo se propõe a estabelecer algumas definições básicas concernentes à ciência jurídica, tais como: direito, bens, interesse, conflito de interesses, solução desses conflitos, processo, procedimento.

Centralizaremos nossa atenção no instituto dos atos judiciais, em especial na *sentença*, que é uma das espécies de provimentos jurisdicionais. Conquanto sua disciplina seja mais afeta ao processo de conhecimento, tratar-se-á dela também nos processos de execução e cautelar. Analisaremos, ainda que perfunctoriamente, a dogmática da sentença, destacando seus aspectos fundamentais. Em seguida, cuidar-se-á da ordem de enfrentamento das questões e da análise do pedido. E, por fim, serão estudadas algumas situações especiais, referentes à técnica de sentenciar, que comportam padronização (já visando à conexão com a Inteligência Artificial, a ser efetuada no próximo capítulo).

*Como se pode perceber, não se pretende uma análise exaustiva do instituto. Ao longo da exposição, não se terá a preocupação de discorrer sobre os aspectos filosóficos e sociológicos da sentença; não se tratará especificamente da importância dela como instrumento de controle dos atos jurisdicionais e não se destacará sua repercussão política. O enfoque pretendido é apenas o técnico.*

Passaremos ao largo das discussões doutrinárias acerca das imprecisões terminológicas encontradas no Código de Processo Civil (CPC), procurando concentrar o enfoque na natureza dos atos judiciais, como atos de inteligência e vontade, para efetuar, mais adiante, como dissemos, sua conexão com a área da Informática Jurídica, em especial da Inteligência Artificial, objetivo precípua deste trabalho.

## 2.2 INTERESSE – PRETENSÃO – CONFLITOS - DIREITO

É o interesse o conceito básico do Direito, porque dele é que decorrem os conceitos derivados de categorias jurídicas como direito subjetivo, pretensão, lide e outros. Ao buscar assegurar sua existência e desenvolvimento, o indivíduo volta o interesse aos bens que possam suprir suas necessidades. Bem é, assim, tudo aquilo que pode suprir uma necessidade, e interesse é a exigência que o indivíduo faz de um determinado bem.<sup>132</sup>

Chama-se *bem da vida*, pois, tudo aquilo que, independentemente de sua natureza, proporciona satisfação ao homem. A razão entre o homem e os bens, ora maior, ora menor, é o que se denomina *interesse*.<sup>133</sup>

A maioria dos bens que o indivíduo busca não pode ser alcançada somente com a sua atividade. Volta-se, então, para o relacionamento com os outros indivíduos e, quanto mais suas necessidades aumentam de complexidade, mais intensifica o relacionamento social, buscando seus semelhantes para, com eles, em interação, solidarizar-se na satisfação de seus interesses. A relação social é o meio que o indivíduo tem para alcançar os bens que a sua própria atividade não pode alcançar.

Os bens podem ser, quanto ao conteúdo, coisas (que são os bens tangíveis, mensuráveis, como, por exemplo, um lápis, um prédio) e serviços (que são as atividades que suprem tais necessidades, como, por exemplo, uma aula, o projeto de uma construção). Quanto mais complexas e sofisticadas as relações dos indivíduos, mais complexos se tornam os bens que possam suprir o lance e mais intensas as relações sociais. Em toda a sua existência, o ser humano busca prover os meios que possibilitem mantê-lo como indivíduo, isto é, sujeito de sua história e não mero objeto dos interesses dos outros indivíduos. A busca dos bens que satisfaçam suas necessidades, morais ou patrimoniais, constitui a estrada pela qual passa a história de cada

---

<sup>132</sup> SLAIB FILHO, Nagib. *Sentença Cível: fundamentos e técnica*. 5 ed. Rio de Janeiro: Forense, 1998, p.1.

<sup>133</sup> SANTOS, Moacyr Amaral. *Primeiras Linhas de Direito Processual Civil*. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 1990, v.1, p.3.

indivíduo. A peregrinação na satisfação de seus interesses, na busca da felicidade - o estado ideal no qual verás suprimidas todas as suas carências - é a causa suficiente que o impele a querer e agir.<sup>134</sup>

Quando determinado bem da vida passa a ser disputado por mais de uma pessoa, surge o *conflito de interesses*, situação que ameaça a paz social e que, por isso, precisa ser eliminada. O tempo revelou várias formas de eliminação de litígios. Nas sociedades primitivas não havia um Estado forte o suficiente para impor leis e compor conflitos. Vigorava a lei do mais forte, naturalmente dissociada da idéia de justiça, pois aquele que pretendesse alguma coisa que outrem o impedisse de obter haveria de, com sua própria força e na medida dela, tratar de conseguir, por si mesmo, a satisfação de sua pretensão; a esse regime dá-se o nome de *autotutela* (ou autodefesa).<sup>135</sup> Um outro sistema de resolução de conflitos, existente não só nas eras passadas mas mesmo na contemporaneidade, é a autocomposição.

São três as formas de autocomposição:

- desistência (renúncia à pretensão);
- submissão (renúncia à resistência oferecida à pretensão);
- transação (concessões recíprocas).<sup>136</sup>

E, finalmente, tem-se a arbitragem, caracterizada pela situação em que os interessados elegem terceiro, da confiança de ambos, para dirimir o conflito<sup>137</sup>. No Brasil, seu uso nunca foi muito difundido. Recentemente, no entanto, o instituto ganhou a atenção da doutrina<sup>138</sup> e, em 23 de setembro de 1996, foi editada a Lei n. 9.307, conferindo disciplina inteiramente nova sobre o assunto.<sup>139</sup>

<sup>134</sup> SLAIB FILHO, Nagib, op. cit., p. 2.

<sup>135</sup> CINTRA, Antônio Carlos de Araújo; GRINOVER, Ada Pellegrini; DINAMARCO, Cândido Rangel. *Teoria geral do processo*. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1991, p. 24-5.

<sup>136</sup> CINTRA, GRINOVER E DINAMARCO, op. cit., p. 25.

<sup>137</sup> Idem.

<sup>138</sup> V. a respeito o excelente trabalho de Carlos Alberto Carmona, *A arbitragem no processo civil brasileiro*, São Paulo, Ed. Malheiros, 1993.

<sup>139</sup> Dentre outras alterações que promoveu no texto do Código de Processo Civil, essa lei revogou os arts. 101 e 1.072 a 1.102, que tratavam do juízo arbitral.

## 2.3 DIREITO

Adotaremos uma definição genérica do Direito, uma vez que a finalidade do presente trabalho é estabelecer a conexão entre a Inteligência Artificial e o Direito, aquela como ferramenta auxiliar na realização deste.

Destarte, passaremos ao largo das diversas escolas e vertentes, quando da exposição de alguns conceitos, adiante.

A sociedade pode ser reduzida a um complexo de normas, podendo ser por isso considerada como *ordem social* estabelecida por normas sociais. Tal tipo de organização, específica à sociedade humana, é necessária em virtude da liberdade que caracteriza o homem, que pode inobservar os padrões de conduta estabelecidos por tais normas (razão pela qual as mesmas são acompanhadas de sanções). O Direito é uma das normas sociais, das quais se distingue por ser acompanhado de sanções organizadas, ou institucionalizadas, aplicadas por órgãos especializados, isto é, pelo poder público (características que não têm as demais normas sociais).<sup>140</sup>

A norma de Direito difere da lei Física, isto é, da lei em sentido científico (e aqui reside uma importantíssima distinção para o nosso trabalho, uma vez que a Informática tradicional assenta-se em regras matemáticas, pré-definidas) por *impor* uma conduta, uma obediência, enquanto a lei Física *constata e enuncia* uma observância. Por conseguinte, o Direito impõe um comportamento, enquanto a lei Física enuncia uma observância, sem poder o homem modificá-la ou evitá-la.<sup>141</sup>

DEL VECCHIO (*Lezioni di Filosofia del Diritto*) ensina: "lei Física exprime só isto que é, que acontece, e corresponde necessariamente a toda realidade".

Já a norma jurídica não exprime isto que é, mas o que *deve ser*.

---

<sup>140</sup> GUSMÃO, Paulo Dourado de. *Introdução ao estudo do Direito*. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1982, p.51.

<sup>141</sup> GUSMÃO, Paulo Dourado de, op. cit., p. 95.

Podemos acrescentar ainda: a regra de Direito se distingue da lei Física porque prescreve uma conduta ou uma organização, sendo enunciada de modo imperativo, enquanto a lei Física descreve uma relação casual entre fenômenos. Outra diferença: a norma jurídica admite transgressão, enquanto a inobservância da lei Física é, cientificamente, inadmissível.<sup>142</sup>

A norma jurídica admite transgressão, acompanhada de uma sanção, devido à natureza dos destinatários, dotados de livre arbítrio. Já a lei Física, uma vez verificada sua inobservância, *deixa 'ipso facto' de ser lei*. Por ser uma “expressão de uma relação constante”, deve ser verificada a sua relação com o mundo dos fatos. É descoberta e não *imposta* (como as leis jurídicas).

Essas peculiaridades das leis jurídicas justificam a dificuldade encontrada na aplicação da Inteligência Artificial, ao contrário de outras áreas do conhecimento.

---

<sup>142</sup> GUSMÃO, Paulo Dourado de, *op. cit.*, p. 96.

## 2.4 A ATIVIDADE JURISDICIONAL

Firmando-se o Estado como ente poderoso e capaz de impor-se aos particulares, surgiu a atividade jurisdicional, entendendo-se esta, em princípio, como o poder de dirimir os conflitos de interesses, aplicando ao caso concreto a regra abstratamente prevista.<sup>143</sup>

Ocorre que o Estado estabeleceu também, e em seu favor, o monopólio da prestação jurisdicional. Aos particulares foi vedada a autotutela. Em muitos países, a justiça privada é considerada prática criminosa (é o caso do Brasil – Código Penal - CP, art. 345).

Daí resulta que a jurisdição deve ser vista também como um dever do Estado, ao qual corresponde o poder de invocá-la e recebê-la. Sim, porque, se o Estado proíbe o exercício arbitrário das próprias razões, não pode ele se furtar de oferecer a jurisdição. A indeclinabilidade da jurisdição é prevista expressamente em nosso ordenamento legal (CPC, art. 126), estabelecendo que o juiz *não se exime de sentenciar ou despachar alegando obscuridade da lei, devendo aplicar as normas legais e, à sua falta, recorrer à analogia, aos costumes e aos princípios gerais de Direito*. Também o texto constitucional federal consagra esse entendimento, ditando que a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça de direito (CF, art. 5º, XXXV). É a garantia do direito de ação, vale dizer, o direito de provocar o Estado à prestação jurisdicional.<sup>144</sup>

A jurisdição é prestada através de três espécies de tutela: a de conhecimento, a de execução e a cautelar. Já Chiovenda dizia que a atuação da vontade da lei no processo pode assumir estas três formas: cognição, conservação e execução.<sup>145</sup> A cada uma delas corresponde uma espécie de

---

<sup>143</sup> CINTRA, GRINOVER E DINAMARCO, op. cit., p. 26.

<sup>144</sup> Nesse sentido, Vicente Greco Filho, *Direito Processual Civil brasileiro*, 8. ed., São Paulo, Saraiva, 1993, v.1. p. 174.

<sup>145</sup> CHIOVENDA, Giuseppe. *Instituições de Direito Processual Civil*. Tradução: Guimarães Menegale. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1965, v.1, p.6.



processo. O processo de conhecimento presta função jurisdicional por excelência, uma vez que tem por finalidade compor os conflitos de interesses, determinando, conforme o ordenamento jurídico, o direito subordinante e o direito subordinado.<sup>146</sup> O processo de execução tem por escopo a satisfação do credor, a materialização da decisão proferida no processo de conhecimento<sup>147</sup> no caso de o vencido não cumprir voluntariamente a sanção; é a concretização do que foi decidido. E o processo cautelar visa a garantir a efetividade de um processo de conhecimento ou de execução, tutelando coisas, pessoas ou provas. Sua finalidade não é satisfativa, mas conservativa.<sup>148 149</sup>

---

146 SANTOS, Moacyr Amaral, op. cit., p.6.

147 Nem sempre há um prévio processo de conhecimento, pois existem vários títulos extrajudiciais dotados de força executiva (no Brasil, art. 585 do CPC e várias leis esparsas).

148 Já se fala numa quarta espécie de processo: o monitorio. Cândido Rangel Dinamarco afirma que “o processo monitorio não se enquadra na figura do processo de conhecimento nem na do executivo e muito menos na do cautelar.” (A reforma do Código de Processo Civil, 3. ed., São Paulo, Ed. Malheiros, 1996, p. 229). Mas a questão não é pacífica, pois parte da doutrina afirma que a denominada “ação monitoria” nada mais é do que um “procedimento especial”, sem representar uma quarta espécie de processo ou de tutela jurisdicional. Clito Fornaciari Júnior afirma que “ela é procedimento do processo de conhecimento” (A reforma processual Civil, artigo por artigo, São Paulo, Saraiva, 1996, p. 211). Vicente Greco Filho, por sua vez, afirma que “a ação monitoria é um misto de ação executiva em sentido lato e cognição, predominando, porém, a força executiva”. (Comentários ao procedimento sumário, ao agravo e à ação monitoria, São Paulo, Saraiva, 1996, p. 49). Humberto Theodoro Júnior sustenta que a ação monitoria deve ser vista “como uma especial modalidade de procedimento de acerto (cognição) com prevalente força executiva”, no dizer de Chiovenda” (As inovações no Código de Processo Civil, 6. ed., Rio de Janeiro, Forense, 1996, p. 74). No mesmo sentido da lição do mestre mineiro é o pensamento de Antônio Cláudio da Costa Machado (A reforma do processo civil interpretada: artigo por artigo, parágrafo por parágrafo, 2. ed., São Paulo, Saraiva, 1996, p. 160). José Rogério Cruz e Tucci entende que o instituto, contemplado entre os procedimentos especiais de jurisdição contenciosa, foi inserido “em sede adequada” (Ação monitoria: Lei 9.079, de 14 de julho de 1995, 1. ed., 2. tir., São Paulo, Revista dos Tribunais, 1995, p. 58).

149 SANTOS, Nelton Agnaldo Moraes dos. A técnica de elaboração da sentença civil. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1997, p.3-5.

## 2.5 PROCESSO

### 2.5.1 O PROCESSO COMO FORMA//DE CONCRETIZAÇÃO DA JURISDIÇÃO

O termo "processo" vem do verbo latino *procedo, is, essi, essum, ere*, significando "ir adiante, adiantar-se, marchar, caminhar, ir para a frente", termo conexo com *procedens, procedentis*, que significa "que se adianta, vai para diante" (daí porque o juiz julga *procedente* o pedido ou a demanda, pois sua decisão permite que aquela pretensão vá adiante...). *Processus* significa "progresso, adiantamento, aproveitamento". Na cultura ocidental, a palavra "processo" tem várias acepções, todas elas ligadas à idéia de desenvolvimento, processo, de constante caminhar, de sucessão de atos, visando a alcançar um nível ou estado superior.<sup>150</sup>

Temos, pois, aqui, a primeira noção do termo, de uso não apenas na área jurídica, mas nas outras também.

No Direito, além de tais significados, a palavra leva, necessariamente, à idéia de decisão, de atividade estatal, de atividade que busca um fim de atuação do poder. O processo é, assim, o instrumento através do qual o Estado decide, exercita o poder, resolve uma situação, faz atuar concretamente o comando genérico e abstrato da norma jurídica.<sup>151</sup>

Diversas acepções do termo podem ser encontradas na Constituição Federal, sendo possível o oferecimento de diversos conceitos sobre o processo judicial, segundo SLAIB FILHO<sup>152</sup>.

- 1) processo é o instrumento através do qual a jurisdição opera;

<sup>150</sup> SLAIB FILHO, Nagib, op. cit., p. 107.

<sup>151</sup> Idem

<sup>152</sup> SLAIB FILHO, Nagib, op. cit., p. 108.

- 2) em sentido lato, é meio de dirimir conflitos de interesse;
- 3) é meio jurídico para pôr fim ao conflito de interesses por ato emanado da autoridade;
- 4) é o sistema de compor a lide em juízo através de uma relação jurídica vinculativa de Direito público;
- 5) é o complexo dos atos ordenados ao objetivo da atuação da vontade da lei (com respeito a um bem que se pretende garantido por ela), por parte dos órgãos da jurisdição ordinária;
- 6) é atividade mediante a qual se desempenha em concreto a função jurisdicional.

O processo se realiza em cada caso concreto<sup>153</sup> sob a forma material de determinado *procedimento*. É, pois, o procedimento que dá exterioridade ao processo, indicando-lhe qual a sucessão de atos processuais que se deve atender, em cada caso, para a realização da finalidade do processo. Pode ser entendido, pois, como rito do processo.<sup>154</sup>

Já *autos* do processo é o conjunto de documentos que exteriorizam os diversos e sucessivos atos processuais.<sup>155</sup>

Como se pode perceber, há inúmeros atos a serem praticados no processo, pelo juiz ou por outras pessoas.

Resta saber quais os atos que podem ser objeto de um “gerenciamento inteligente”, para usar a aceção dada por MADALENA E OLIVEIRA.<sup>156</sup> É o que veremos.

---

153 MARQUES, José Frederico. *Manual de Direito Processual Civil*. São Paulo: Saraiva, 1975. v.3, p.32.

154 SLAIB FILHO, Nagib, op. cit., p. 109.

155 Diz o artigo 166 do Código de Processo Civil que, ao receber a petição inicial, o escrivão a autuará, mencionando o juízo, a natureza do feito, o número de seu registro de tomo, os nomes das partes e a data de seu início, formando autos sucessivos.

156 MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges. O Judiciário e os Sistemas Informatizados. OAB- Revista da OAB, s.l., Cadernos de Temas Jurídicos, p. 18, março/abril/2000.

## 2.5.2 ESPÉCIES DE ATOS PROCESSUAIS

### 2.5.2.1 INTRODUÇÃO

Segundo MOACYR AMARAL SANTOS,<sup>157</sup> “*Atos processuais* são atos do processo. A relação jurídica processual que se contém no processo se reflete em atos. São atos processuais os atos que têm importância jurídica para a relação processual, isto é, *aqueles atos que têm por efeito a constituição, a conservação, o desenvolvimento, a modificação ou a cessação da relação processual*”. Prossegue o citado autor: “São, assim, atos dos sujeitos da relação processual: *atos das partes (Cód. Proc. Civil, artigos 158 a 161) e atos do juiz (Cód. Proc. Civil, artigos 162 a 165)*. O principal ato da parte é o ato constitutivo da relação processual. São atos de constituição da relação processual a petição inicial, a citação; são atos de conservação, entre outros, o que repele a exceção de coisa julgada ou de litispendência, o que repele o pedido de extinção do processo etc.; são atos de desenvolvimento, entre outros, as notificações e intimações, as designações de dia para diligência ou para realização da audiência etc.; são atos de modificação, entre outros, a citação dos litisconsortes, a habilitação dos herdeiros por falecimento de uma das partes etc.; são atos de cessação ou extinção da relação processual, entre outros, a sentença terminativa ou definitiva, a desistência da ação, a renúncia ao processo, a extinção do processo, a transação, etc.”.

Como se pode observar, no processo são praticados vários atos, que podem ser da parte, do juiz (sujeitos da relação jurídico-processual), mas também de outras pessoas que intervêm no processo (servidores, peritos, Ministério Público, etc.).

---

157 SANTOS, Moacyr Amaral. *Primeiras Linhas de Direito Processual Civil*. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 1984, p. 283.

### 2.5.2.2 ATOS DO JUIZ

O vigente diploma processual (CPC) alude a três espécies de atos do juiz. O artigo 162 reza que os atos do juiz consistirão em sentenças, decisões interlocutórias e despachos. Sentença é o ato pelo qual o juiz põe termo ao processo, decidindo ou não o mérito da causa (§ 1.º). Decisão interlocutória é o ato pelo qual o juiz, no curso do processo, resolve questão incidente (§ 2.º). E são despachos todos os demais atos do juiz praticados no processo de ofício ou a requerimento da parte, a cujo respeito a lei não estabelece outra forma (§ 3.º).<sup>158</sup>

Lauria Tucci propõe, baseado em LIEBMAN, outra classificação, tendente a conciliar seu entendimento ao texto legal, ao qual não se pode negar vigência. Segundo ele, os atos do juiz podem ser divididos da seguinte forma: a) interlocutórios, quais sejam, os proferidos no curso do processo, sem afetar o seu prosseguimento em direção à sentença; e b) finais, implicativos da extinção do processo, em qualquer das duas modalidades - sem ou com julgamento do mérito. E complementa: "Os interlocutórios dividem-se em despachos, atinentes, tão-só, ao expediente do feito; e em decisões interlocutórias propriamente ditas, contemplativas de questões processuais cujo deslinde não importe o encerramento do processo. Aos finais, por sua vez, correspondem as sentenças, não importando, aqui, se atingem ou não o mérito da causa".<sup>159</sup>

---

158 O Código de Processo Civil de 1939 permitia a seguinte classificação dos atos do juiz: a) despachos de expediente ou ordinatórios, pertinentes ao impulso processual e desprovidos de carga decisória; b) despachos interlocutórios, relativos às questões controversas resolvidas no decorrer do processo, sem extingui-lo; c) decisões terminativas do processo, sem pronunciamento acerca do mérito; através delas, o juiz punha termo ao processo por um defeito ou de sua constituição, ou do procedimento, ou por qualquer outro motivo que tornasse impossível a decisão a respeito do pedido; eram de regra atacáveis por agravo de petição; d) decisões definitivas, referentes ao mérito da causa, denominadas sentenças em sentido estrito.

159 SANTOS, Nelton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 13.

## **2.6 ETAPAS DO JULGAMENTO**

De um modo geral, como já dissemos, o processo pode ser dividido em processo de conhecimento, processo de execução e processo cautelar. No processo de conhecimento, o autor pede ao juiz que este lhe reconheça um direito. No processo de execução, o autor pede ao juiz que faça valer um direito já reconhecido num título judicial ou extrajudicial. No processo cautelar, o autor pede ao juiz que determine certas providências urgentes, ao lado ou antes do processo principal.

Cada tipo de processo tem seu procedimento, ou rito próprio. Muitas dessas etapas, principalmente aquelas que envolvem casos repetitivos, bem como aquelas em que existe necessidade de buscas, poderiam ser objeto de uma abordagem inteligente, como veremos neste trabalho.

## 2.7 A SENTENÇA

O vocábulo *sentença*, como é curial, não apresenta significação exclusivamente jurídico-processual. Derivado do latim (*sententia*, *sententiae*, de *sententiando*, gerúndio do verbo *sentire*), o termo encontra diversificada aplicação. O *Dicionário Contemporâneo da Língua Portuguesa* de Caldas Aulete, registra os seguintes significados para esse substantivo: "máxima, frase ou palavra que encerra um pensamento moral ou um julgamento de grande alcance; pensamento sucinto que encerra um sentido geral ou um preceito de moral; rifão, provérbio, anexim (...) // Julgamento ou decisão final de qualquer juiz ou tribunal (...) [À sentença dos tribunais de segunda instância dá-se o nome de acórdão] // (P. ext.) Qualquer despacho ou decisão. // (Teol.) Julgamento de Deus acerca dos homens. // (Fig.) Protesto, juramento, palavra ou frase que encerra uma resolução inabalável (Gram.) O mesmo que proposição ou oração. // F. lat. *Sententia*".<sup>160</sup>

Em sentido estrito, já o Direito romano via a sentença como juízo, parecer, opinião. E processualmente, conforme Chiovenda, indicava uma provisão do juiz através da qual exprimia ele o seu conceito sobre o fundamento do pedido, recebendo-o ou rejeitando-o e definindo a lide com a atuação da vontade concreta da lei a respeito do bem controverso, o que habitualmente se operava (fora dos casos de mera verificação) com a *condemnatio* ou com a *absolutio*".<sup>161</sup>

Na Itália, no início do século, Alfredo Rocco ensinava que as sentenças podiam ser classificadas em  *finais e interlocutórias*. Segundo ele, as primeiras encerram o processo e subdividem-se em: a) sentenças finais que se pronunciam sobre a relação jurídica de direito material, que decidem definitivamente a lide; b) sentenças finais que se pronunciam sobre a relação

<sup>160</sup> *Dicionário contemporâneo da língua portuguesa*. 3. ed. Rio de Janeiro, Ed. Delta. 1974. v.5, p.3334.

<sup>161</sup> SANTOS, Nelton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 13.

processual, encerrando o processo sem decidir sobre a relação material, que resta prejudicada e pode ser novamente submetida ao exame do juiz. Já as sentenças interlocutórias, ainda segundo Rocco, não encerram o processo, mas decidem uma questão no curso dele. Essas sentenças podem distinguir-se em: a) sentenças que se pronunciam sobre uma questão de mérito; b) sentenças que se pronunciam sobre uma questão processual.<sup>162</sup>

---

162 SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos, *op. cit.*, p. 13.



## 2.8 NATUREZA DO ATO DECISÓRIO

Noção elementar do Direito Processual dá conta de que o processo de conhecimento de natureza contenciosa pode ser definido como o conjunto de atos, sucessivos e coordenados, tendentes à prolação de uma sentença que resolva o conflito de interesses. Atentando para esse objetivo primeiro do processo, Alfredo Rocco definiu sentença como o ato pelo qual o Estado, por meio do órgão da jurisdição a isso incumbido (juiz), aplicando a norma ao caso concreto, define qual tutela jurídica o direito objetivo concede a um determinado interesse. Resulta evidente daí que o processo é um instrumento do qual se vale o Estado para a composição dos litígios e para a obtenção da paz social.

Os atos processuais, outrossim, são elementos que, somados, preparam o órgão jurisdicional para a emissão da sentença, ato culminante do feito. Isso demonstra, sem qualquer dificuldade, que a sentença é um ato de inteligência, um exercício de lógica. Lógica, aliás, que se revela desde o início do processo e em cada ato, bem assim na coordenação e sucessividade de uns e outros, na conformidade da lei. A doutrina, assentada nessas noções, afirma que a composição lógica da sentença consiste num silogismo, cujos termos são os seguintes: a) premissa maior, a norma jurídica; b) premissa menor, a situação de fato; e c) conclusão, a aplicação daquela a esta. É evidente que tal esquema reduz a sentença a um ato de simplicidade ímpar, não refletindo a realidade. Como observa Calamandrei, "quem se limita a afirmar que a operação mental da qual nasce a sentença é um silogismo em que a premissa maior é formada pela norma de lei, não percebe inteiramente as operações que se desenvolvem na mente do juiz".<sup>163</sup>

---

<sup>163</sup> CALAMANDREI, Pierro. *La genesi logica della sentenza civile*, in *Opere giuridiche*, Napoli, Morano, 1965, v.1, p.14.

Maior aprofundamento da matéria será feito em capítulo adiante devendo-se ressaltar apenas, e por ora, a inafastável idéia de que a sentença é um ato lógico e, por isso, de inteligência. Quanto a esse aspecto, não há dúvida. Dissensão se verifica, no entanto, quando parte da doutrina afirma ser a sentença apenas um ato de inteligência, enquanto outros sustentam que ela, mais do que isso, é também um ato de vontade.<sup>164</sup>

Alfredo Rocco, v.g., sustentava que a sentença não contém outra vontade senão a da lei, apenas revelada pelo trabalho do juiz. O jurista italiano dizia que a diferença entre uma sentença e um parecer está no diverso valor do juízo, ou seja, na diversa eficácia jurídica do produto daquela atividade, eis que o Direito Objetivo confere à sentença uma força obrigatória, que, ao contrário, não possui o parecer de um particular.<sup>165</sup>

Com relação à função da sentença, a doutrina nacional tem adotado a teoria dualista. Tem-se entendido que a sentença apenas revela o direito preexistente, ainda que não esteja ele expressamente previsto em texto de lei. Assim, quando o art. 126 do Código de Processo Civil determina que o juiz, à falta de texto legal, recorra à analogia, aos costumes e aos princípios gerais de Direito, significa que o julgador deve buscar nessas outras formas de manifestação do direito a regra a ser aplicada ao caso concreto. Essa regra, porém, já existe e é apenas manifestada, revelada pelo juiz. Mesmo quando autorizado a decidir por equidade, o juiz não cria direito, mas apenas o declara.<sup>166</sup>

Para demonstrar a prévia existência do direito, Cândido Rangel Dinamarco traz uma série de exemplos, os quais não deixam dúvidas acerca do acerto da teoria dualista. E, mais adiante, explica o mestre: "Nessas colocações e outras tantas em que possa transparecer a regra da eficácia *ex tunc* das sentenças meramente declaratórias, tem-se a confirmação dessa afirmada predisposição do ordenamento jurídico a tomar por certa a premissa

---

164 Entre os primeiros, estão autores como Wach, Coviello, Ugo Rocco, Zanobini, Alfredo Rocco e, entre nós, João Monteiro e Afonso Fraga. Defendendo a segunda posição, Chiovenda, Camelutti, Calamandrei, Betti, Büllow, Ünger, José Alberto dos Reis, Lopes da Costa, Gabriel de Rezende Filho, Moacyr Amaral Santos, José Frederico Marques, Rogério Laura Tucci, Moniz de Aragão e Humberto Theodoro Júnior.

165 SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 15.

da preexistência dos direitos e obrigações, que as atividades processuais apenas cuidam de revelar, sem nada acrescentar-lhes substancialmente".<sup>167</sup>

---

166 SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos, *op. cit.*, p. 19.

167 SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos, *op. cit.*, p. 20, nota 52.

## 2.9 ESTRUTURA DA SENTENÇA - MOTIVAÇÃO, FUNDAMENTAÇÃO

O Código de Processo Civil vigente estabelece, em seu artigo 458, serem requisitos essenciais da sentença: a) o relatório, que conterà os nomes das partes, a suma do pedido e da resposta do réu, bem como o registro das principais ocorrências havidas no andamento do processo; b) os fundamentos em que o juiz analisará as questões de fato e de direito; c) o dispositivo em que o juiz resolverá as questões que as partes lhe submeterem.<sup>168</sup>

**RELATÓRIO:** Deve conter a suma do pedido e da resposta do réu; importante que se indique a pretensão formulada na inicial, causa de pedir e pontos da defesa do réu, a fim de extrair as questões a serem decididas pelo julgador (pontos controvertidos; na expressão de Carnelutti).<sup>169</sup>

**FUNDAMENTAÇÃO:** Na fundamentação o juiz expõe a matéria-prima que será o ponto de partida para sua decisão. Antes disso, porém, deve enfrentar as questões trazidas pelas partes e analisar toda a matéria que lhe cumpra conhecer de ofício. Na fundamentação (que equivale à motivação), deve o julgador dar os fundamentos da sua decisão.

Segundo José Rogério Cruz e Tucci, a motivação pode ser definida como “a parte do julgado que deve conter, ainda que entremeadas, a exposição dos fatos relevantes para a solução do litígio e a exposição das razões jurídicas do julgamento”.<sup>170</sup>

É exigência constitucional (93, inciso IX) e legal (Código de Processo Civil, artigos 131, 165 e 458, inciso II, e leis anteriores várias: ordenações, códigos estaduais).

<sup>168</sup> SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 60.

<sup>169</sup> CARNELUTTI, Francesco. *Sistema del diritto processuale civile*. Padova: CE-DAM, 1936, v.1., n.127, p.353.

<sup>170</sup> TUCCI, Rogério Lauria. *A motivação da sentença no processo civil*, São Paulo: Saraiva, 1987, p.11.

Deve analisar o fato, atentando para a prova, dentro do princípio da persuasão racional ou convencimento motivado (que é o adotado pelo legislador brasileiro – artigo 131 do CPC) e efetuar o respectivo enquadramento nas normas jurídicas.

Como salienta mais uma vez José Rogério Cruz e Tucci, trata-se de um *exame crítico dos elementos probatórios*, evidenciando que do magistrado se exige a valoração - e não simples indicação - de tais elementos.<sup>171</sup>

O critério é o de se exigir uma fundamentação suficiente, mas não absolutamente exaustiva.<sup>172</sup>

As questões processuais (pontos controvertidos de fato ou de direito),<sup>173</sup> devem receber enfrentamento numa determinada ordem, de modo que a decisão tomada em relação a uma pode impedir o conhecimento das demais. A motivação deve ser expressa e clara, coerente e lógica.

A motivação dos atos judiciais é importante e se justifica, dentre outros motivos, em função do duplo grau de jurisdição (vulnerabilidade das decisões na fundamentação).

Barbosa Moreira destaca também a importância da motivação “para a correta interpretação do julgado, determinação precisa do conteúdo - o que pode revestir grande significação quando se quer delimitar o âmbito da *res judicata*”.<sup>174</sup>

Outro aspecto deveras relevante é o pertinente aos chamados conceitos jurídicos indeterminados (v.g. bons costumes, bem comum, interesse público e fins sociais a que se destina a lei). Mais uma vez, invocando o escólio de Barbosa Moreira, “vale acentuar que a necessidade da motivação se torna mais premente na medida em que se reconhece o papel desempenhado, no

---

171 TUCCI, Rogério Lauria. *A motivação ...* p. 16; também Francesco Carnelutti, *Sistema*, cit. v.2. n.492, p.319.

172 ALVIM, Arruda. *A Sentença no processo civil*. in RP, 2:64.

173 O conceito de questões processuais não se confunde com o de argumentos, que são raciocínios expendidos para convencer o juiz do acerto de uma conclusão.

174 MOREIRA, José Carlos Barbosa. *A motivação das decisões judiciais como garantia inerente ao estado de direito*. In: *Temas de Direito Processual*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1988.,p.86

processo decisório, pelas opções valorativas do julgador”.<sup>175</sup> Ou seja, se a lei não determinou o alcance, importante saber os critérios que o juiz utilizou para concluir de uma ou de outra maneira.

**DISPOSITIVO:** Além do relatório e da motivação, a sentença deve conter o dispositivo, também denominado *parte dispositiva, decisão ou conclusão*.<sup>176</sup>

É o elemento mais importante da sentença. Enquanto a falta de relatório ou motivação conduzem à nulidade do ato jurisdicional, a ausência do dispositivo leva à sua inexistência.<sup>177</sup> Contém o comando que caracteriza o ato jurisdicional como tal.

Sua perfeita compreensão é essencial para o estabelecimento dos limites objetivos da coisa julgada.

O Código de Processo Civil, no seu artigo 458, inciso III, estabelece que o juiz resolverá as questões que as partes lhe submeterem. Segundo Barbosa Moreira, a palavra “questão”, neste inciso do artigo do Código, estaria colocada como sinônimo de “*pedido, pretensão formulada na inicial*”.<sup>178</sup>

---

175 MOREIRA, José Carlos Barbosa. *A motivação*, op. cit., in *Temas. Cit.*, p.87-8. Especificamente sobre o tema, do mesmo autor, v: Regras de experiência e conceitos jurídicos indeterminados, in *Temas*, cit. p.61-72.

176 Cf. TUCCI, Rogério Lauria. *Curso de Direito Processual Civil*: São Paulo, Saraiva, 1989, v.3., p.48.

177 MARQUES, José Frederico. *Manual de Direito Processual Civil*. São Paulo: Saraiva, 1975. v.3, p.32. ARAGÃO, Egas Moniz de. *Sentença e coisa julgada*. Rio de Janeiro: Aide, 1992, p.102; TUCCI, Rogério Lauria, *Curso*, op. cit., v.3., p.20; THEODORO JÚNIOR, Humberto. *Curso de Direito Processual Civil*. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1988. v.1, p. 552; MOREIRA, José Carlos Barbosa. *Item do pedido*. In: *Temas...*, op. cit., p. 246.

178 SANTOS, Nelton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 74.

### **3 VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS BASEADOS EM TÉCNICAS DE IA COMO AUXILIARES NO PROCESSO JUDICIÁRIO**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Como se disse alhures (item 1.8 – natureza do ato decisório), “Os atos processuais são elementos que, somados, preparam órgão jurisdicional para a emissão da sentença, ato culminante do feito, o que demonstra, sem qualquer dificuldade, que a sentença é um ato de inteligência, um exercício de Lógica. Lógica que se revela desde o início do processo e em cada ato, bem assim na coordenação e sucessividade de uns e outros, na conformidade da lei. A composição lógica da sentença consistiria num silogismo, cujos termos são os seguintes: a) premissa maior, a norma jurídica; b) premissa menor, a situação de fato; e c) conclusão, a aplicação daquela a esta”.

Desenvolve, pois, o magistrado, não somente um, mas vários silogismos e operações mentais, de molde a exteriorizar sua fundamentação (motivação), aplicável às decisões inerentes a seu cargo.

*Defenderemos neste capítulo a viabilidade da aplicação da IA ao Direito, mais especificamente ao processo de julgamento dos casos judiciais.*

Um sistema que pode ser objeto de modelagem em computador tem que pelo menos parecer fechado e ser capaz de produzir uma resposta razoável ao problema proposto, mesmo que provisória. Isso de alguma forma acontece no cotidiano jurídico, haja vista a totalidade das situações em que o sistema qualifica tudo juridicamente a partir de sua única e legal fonte: o Estado e seus códigos. Já o sistema jurídico aberto, cuja fonte é a sociedade,

é contraditório, parcializado, sem força universal e, por conseguinte, difícil de ser viabilizado computacionalmente. O Código Penal e os crimes contra os costumes nele tipificados, são exemplos da situação acima exposta. Pertencem à classe dos objetos controlados pelo Direito, e portanto sistematizados a tal ponto de viabilizarem um controle lógico-computacional. Não é uma tarefa fácil o desenvolvimento de um S.E. Jurídico; os problemas encontrados são diversos.<sup>179</sup>

Voltaremos ao assunto adiante.

---

<sup>179</sup> FAVERO, Alexandre. *Sistemas Especialistas*. Disponível em:  
<http://www.din.uem.br/ia/juridico/introdir.htm>. Acesso em 08 jul. 2000. Não paginado.



## **3.2 PRINCIPAIS TÉCNICAS DE IA PASSÍVEIS DE APLICAÇÃO NA ATIVIDADE DO JULGADOR**

### **3.2.1 INTRODUÇÃO: COMPUTADOR. A INTERNET. O DIREITO. BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO**

A Revolução Industrial provocou uma série de alterações na vida humana. Talvez a mais importante delas tenha sido a incorporação da máquina ao dia-a-dia da humanidade, em maior ou menor grau. Dentro desse contexto de evolução tecnológica situam-se os computadores, de uso, no início, restrito, até os dias atuais, quando se tornaram uma constante nos lares de milhões de pessoas.

O primeiro computador a ser construído foi o ENIAC (abreviatura de *Electronical Numerical Integrator and Computer*), isto somente em 1945. Era praticamente impossível imaginar que aquela gigantesca máquina eletromecânica, que ocupava toda a sala de um prédio (pesava 30 toneladas e ocupava 1.800 m<sup>2</sup> de área), *cujos circuitos eram compostos por uma infinidade de válvulas eletrônicas*, um dia fosse ter alguma utilização prática no cotidiano das pessoas, tornando-se objeto de consumo e, muito menos, que fosse permitir a comunicação e o transporte de mídias entre indivíduos separados por milhares de quilômetros em qualquer parte do mundo.

Em 1974, a INTEL introduziu um microchip com poder de cálculo suficiente para formar a memória do primeiro PC, o ALTAIR, lançado em 1975.

A evolução dos computadores, a ponto de se tornarem equipamentos de presença obrigatória nos escritórios e nos lares, só ocorreu mesmo em 1981, com o lançamento do PC – Personal Computer (computador pessoal) pela IBM, ao preço nada razoável de 5.000 dólares, que representou o salto

definitivo para a consolidação do computador como equipamento possível de ser utilizado pelo cidadão comum, desmistificando o seu uso apenas em grandes corporações, universidades e centros de pesquisa.

Na década de 90, com o desenvolvimento da tecnologia de armazenamento de dados em CD-ROM (Compact Disc - Read Only Memory), capazes de armazenar até 650 Mb, em dados de mídias diversas como textos, sons, imagens, gráficos, foi que se tornou possível a expansão do mercado de publicações eletrônicas que se vinha ressentindo da dificuldade de armazenar tantas informações em disquetes de apenas 1,5 Mb.<sup>180</sup>

Particular interesse para o nosso estudo desperta a INTERNET, rede mundial de computadores, que está a influenciar a rotina das pessoas. Criada em 1969, pelo sistema de defesa americano, em plena guerra fria, com o objetivo de desenvolver um sistema de informações descentralizado de Washington, surgiu a ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network).

Em 1980, houve a divisão da rede em dois segmentos, ARPANET E MILNET, tendo esta última centralizado a transmissão de dados militares que trafegavam junto com os dados globais da rede, liberando, assim, a INTERNET para ser a gigantesca rede que hoje é, incorporando outras grandes redes como a BITNET (Because It's Time Network) e, em 1986, a NSFNET (National Science Foundation Network), mantendo a sua principal característica que é ser uma interconexão de rede de computadores, sem uma administração central e patrulhamento de fronteiras. Hoje, já se fala na chegada da Internet II, com banda mais larga, e maior velocidade no transporte de dados.

Também o desenvolvimento do conceito técnico do micro trabalhando em rede, acessando e compartilhando informações localizadas em outros computadores localizados em outras regiões e países, multiplicando em milhares de vezes o poder do computador de origem, contribuiu para difundir a importância do computador como instrumento auxiliar de trabalho para o

---

180 SOUZA, Antônio Carlos Faria de. *O Direito na era digital*. Disponível em <<http://datavenia.inf.br>>. Acesso em 07 nov. 1997, não paginado.

profissional de qualquer área do conhecimento humano.<sup>181</sup>

Hoje chegou-se ao ponto da famosa frase de<sup>182</sup> Bob Frankember (executivo da Novell, fabricante de “softwares”):

*“Ou você é alguém@algum\_lugar.com, ou você não é nada”  
Bob Frankember (executivo da Novell, fabricante de  
“softwares”)*

No Direito, não foi diferente das outras áreas.

Com o barateamento dos equipamentos e a criação de novos programas, a Informática foi-se incorporando, paulatinamente, ao dia-a-dia dos profissionais do ramo.

Inicialmente, o uso apresentou algumas dificuldades, pois o sistema operacional de uso (DOS) requeria um treinamento prévio para uso dos diversos comandos, na língua inglesa, incorporando ao vocabulário dos operadores do Direito uma série de novos comandos (copy, dir, format) e nomes (RAM, ROM, winchester) estranhos e ininteligíveis à comunidade jurídica.<sup>183</sup>

“A chegada ao mercado, na segunda metade da década de 80, do sistema operacional Windows, da Microsoft Corporation - um dos maiores sucessos comerciais de um produto em toda a história do “marketing” -, com suas janelas e ícones e a utilização do “mouse”, permitindo ao usuário leigo escolher e clicar na operação que deseja fazer, contribuiu em muito para a expansão da utilização do microcomputador nos escritórios de advocacia.”<sup>184</sup>

Os micros passaram, pouco a pouco, a substituir a máquina de escrever. Com o advento de novos e mais modernos editores de texto, houve a incorporação de outros recursos (figuras, gráficos), impensáveis na máquina de escrever.

O passo seguinte foi a comercialização de produtos, publicações, em

---

<sup>181</sup> Idem.

<sup>182</sup> SOUZA, Antônio Carlos Faria de, op. cit., não paginado.

<sup>183</sup> Idem.

disquetes, CDs de legislação, jurisprudência e doutrina, das mais variadas fontes.

“Mais recentemente, com a crescente utilização da Informática para controle e manipulação de grandes bancos de dados, os tribunais superiores do país e alguns dos tribunais estaduais, informatizaram seus acervos, permitindo com isso, após convênio com a Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A. - EMBRATEL, através da RENPAC (Rede Nacional de Pacotes), que o advogado conecte o seu micro ao servidores desses tribunais e obtenha instantaneamente informações sobre o atual estágio de determinado processo, com seus últimos andamentos, jurisprudências e outras informações. Um recurso extraordinário, levando-se em conta as dimensões continentais deste país.”<sup>185</sup>

Hoje os usos são multidiversificados e englobam: comunicação com clientes, tribunais, bancos de dados, “softwares” específicos, uso da Internet, videoconferências, dentre outros.

Paralelamente a isso, temos o desenvolvimento da IA (Inteligência Artificial), que foi objeto do Capítulo I.

---

<sup>184</sup> Idem.

<sup>185</sup> SOUZA, Antônio Carlos Faria de, op. cit., não paginado.

### 3.2.2 SISTEMAS ESPECIALISTAS APLICADOS À ÁREA JURÍDICA

Uma definição e demonstração do “modus operandi” desses sistemas foi objeto de explanação na primeira parte deste trabalho, no Capítulo I.

Vimos que sistemas especialistas computadorizados utilizam amplamente o conhecimento baseado na experiência em um assunto para solucionar tópicos de maneira inteligente, da mesma forma que um especialista humano. Um Sistema Especialista é constituído de um conjunto de programas de computador que utilizam conhecimentos armazenados em seus bancos de dados (chamados de base de conhecimento) e técnicas de inferência, para solucionar problemas que até então só podiam ser resolvidos com a perícia humana, tais como problemas não-estruturados, para os quais é difícil um procedimento lógico para a solução.

Os sistemas especialistas são aplicados a quase todos os tipos de situações em que são requeridos raciocínios formais para a solução, como por exemplo, diagnósticos médicos, sistemas de medição e de defeitos em equipamentos, previsões meteorológicas e outras situações que possuam um número muito grande de variáveis. Entretanto, o propósito desses sistemas não é o de substituir o especialista, mas o de ampliar para a organização a sua experiência e conhecimentos. Isso porque, à medida que novas situações forem sendo identificadas, o acervo da base de conhecimento é realimentado, tornando as novas informações disponíveis para toda a organização. Eles podem ser úteis de dois modos diferentes:

- apoio à decisão: ajuda o "tomador de decisões" a lembrar-se de tópicos ou opções;
- tomada de decisão: toma a decisão no lugar de uma pessoa (uso mais comum).

A estrutura de um sistema especialista completamente operacional compreende quatro componentes essenciais:

- Base de Conhecimento: local onde os fatos e as regras estão armazenados.
- Interface de Aquisição: usada para modificar e adicionar conhecimento novo à base. É utilizada pelo especialista.
- Mecanismo de Inferência: parte do programa que irá interagir com o usuário no modo de consulta e acessará a base de conhecimento para fazer inferências sobre o caso proposto pelo usuário.
- Interface de usuário: é acionado cada vez que o usuário solicita uma explicação sobre uma decisão em particular que o sistema tomou, ou sobre qualquer fato ou conhecimento que ele guardou na base.

O Engenheiro do conhecimento deve entender os modelos existentes para a representação do conhecimento, ser capaz de interagir com o especialista que resolve um conjunto particular de problemas, e de mapear o conhecimento do especialista em modelos computadorizados. Os sistemas especialistas têm a capacidade de aprender, levando à descoberta de novos fenômenos. Tais sistemas, porém, na área jurídica, não são muito comuns e ainda não se encontram em uso.<sup>186 187</sup>

Um sistema que pode ser objeto de modelagem em computador tem que pelo menos parecer fechado e ser capaz de produzir uma resposta razoável ao problema proposto, mesmo que provisória. Isso de alguma forma acontece no cotidiano jurídico, haja vista a totalidade das situações em que o sistema qualifica tudo juridicamente, a partir de sua única e legal fonte: o Estado e seus códigos. Já o sistema jurídico aberto, cuja fonte é a sociedade, é contraditório, parcializado, sem força universal e, por conseguinte, difícil de

---

186 CUER, Andréia Oliveira; HIRABARA, Luciane Yanase. *Sistemas Especialistas aplicados à área jurídica*. Disponível em:

<http://www.din.uem.br/ia/juridico/introducao.htm#a:introducao.html>. Acesso em 08 jul. 2000. Não paginado.

187 Algumas exceções, são apontadas adiante, como a experiência do Tribunal de Justiça do Espírito Santo. Vide item específico.

ser viabilizado computacionalmente. O Código Penal e os crimes contra os costumes nele tipificados são exemplos dessa situação. Pertencem à classe dos objetos controlados pelo Direito, e portanto sistematizados a tal ponto de viabilizarem um controle lógico-computacional. Não é uma tarefa fácil, entretanto, o desenvolvimento de um Sistema Especialista (S.E.) Jurídico, pois os problemas encontrados são muitos.<sup>188</sup>

---

188 CUER, Andréia Oliveira; HIRABARA, Luciane Yanase, *op. cit.*, não paginado.

### 3.3 - O PROBLEMA DA MOROSIDADE DO JUDICIÁRIO

Conforme denota ROVER<sup>189</sup>, “O Direito, dentre os mais diversos exemplos de conhecimento especializado, é aquele que mais diretamente interessa ao sistema social, pois é ele, basicamente, uma técnica de controle de comportamento, seja proibindo, obrigando ou permitindo determinadas ações, seja penalizando aqueles que não se comportaram de acordo com o estatuído”. Prossegue: “Se por um lado o Estado é um ator importante na positivação e na execução do Direito, por outro, a sociedade não pode ficar refém da sua má ação. Mudanças em países do primeiro mundo vêm demonstrando que o aumento da complexidade do Sistema Jurídico traz consigo demanda de maior acesso ao mesmo. Este acesso significa tanto um maior conhecimento dos direitos e deveres definidos nas normas, como uma maior facilidade de pleitear perante a justiça e de ver sua demanda finalizada em pouco tempo. Por isso, a sociedade moderna vive um grande paradoxo: impõe um alto grau de jurisdicização do cotidiano, ao mesmo tempo que exige mais agilidade na solução dos conflitos jurídicos que decorrem daquele processo. É possível chamar a isso **complexidade administrativa** do Sistema Jurídico. Este, visto como um intricado conjunto de regras que expressam um controle do comportamento dos mais diversos sistemas (econômico, político, social, cultural), tem por natureza englobar todos eles, visto que nenhum deles escapa à ordem jurídica que, se não proíbe ou obriga expressamente, permite implicitamente. Além do fato de ser o sistema que mais determina o indivíduo, é um dos que mais cria dificuldades de acesso a ele, principalmente pelo seu caráter de linguagem especializada (**complexidade técnica**), que exige maior esforço do operador do Direito e obriga a sociedade a uma tutela jurídica permanente, seja no ato de conhecer o Direito (**mediação no conhecimento**), seja quando da ação perante os

---

<sup>189</sup> ROVER, Aires José. *Representação do Conhecimento Legal em Sistemas Especialistas: o uso da técnica de enquadramentos*. 1999. Tese (Doutorado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências Jurídicas, Florianópolis, p. 289.



tribunais (**mediação na ação**). Hoje, mais do que em qualquer outro tempo na história jurídica da humanidade, há a necessidade de enfrentar a complexidade tanto administrativa quanto técnica do Sistema Jurídico, respondendo adequadamente às demandas da sociedade. Deve-se exigir dos operadores do Direito respostas de qualidade e em uma velocidade que dê conta dos conflitos. Deve-se também fornecer conhecimento jurídico básico para o exercício da cidadania ativa e acessível a todas as camadas da sociedade, democraticamente”.

Assunto em pauta nos dias de hoje, o Judiciário tem sido alvo de críticas, algumas fundadas, outras nem tanto, acerca da sua alegada ineficiência.

Pedro Madalena<sup>190</sup> aponta uma série de causas:

- “a falta de legislação processual compatível com o assustador aumento (nas últimas décadas) de demandas ou conflitos relacionados com negócios econômicos, fisco, previdência social, meio ambiente, família, infância, juventude, pobreza e criminalidade;

- a falta de implantação de sistemas informatizados com tecnologia avançada para a automação (não basta simplesmente um cadastro de processos e decisões, a exemplo de como ocorre num crediário de loja comercial) dos cartórios judiciais;

- a falta de um órgão permanente de planejamento científico nos tribunais brasileiros;

- o fato de a maioria dos juízes de primeiro grau continuar a centralizar os comandos de impulso processual,<sup>191</sup> quando a responsabilidade poderia recair nas pessoas do distribuidor e do escrivão, auxiliados pela Informática e por assessoria de nível superior”.<sup>192</sup>

---

190 MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges, op. cit., p.18.

191 (Cite-se, dê-se vista ao ..., venham-me os autos conclusos, designo a audiência para o dia ....., diga a parte se tem interesse em prosseguir na causa, arquivem-se os autos, remetam-se os autos, diga o credor se concorda com o bem oferecido à penhora, ao credor para impugnar os embargos no prazo de 10 dias, intime-se o advogado do autor para juntar o instrumento procuratório no prazo legal e assinar a petição inicial, etc.).

192 MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges, op. cit., p.18.

Com efeito, continua o mencionado autor, “enquanto não houver uma reforma dos serviços técnicos, o Poder Judiciário terá que, forçosamente, aumentar o número de magistrados e de serventuários, de maneira contínua, o que por certo irá comprometer o seu orçamento e credibilidade. É que os jurisdicionados não têm como aceitar a existência de um órgão público funcionando com excessivo número de funcionários e reduzida produtividade no tempo”.<sup>193</sup>

Muitos ramos do Judiciário já superaram algumas das dificuldades relacionadas.<sup>194</sup> Persistem, no entanto, muitas das mazelas apontadas, e isso em nível nacional, o que justifica sobremaneira os objetivos do presente trabalho.

Passaremos, adiante, às soluções propostas.

---

<sup>193</sup> *Idem*.

<sup>194</sup> O TRF da 4ª Região, após 1995, investiu maciçamente no concursamento de Juízes novos, Informática e conta com cargos de assessoria de nível superior em praticamente todas as Varas.

### 3.4 A DISCUSSÃO A RESPEITO DO TEMA - VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DA IA NO DIREITO

Como salienta MADALENA<sup>195</sup>, “há pouco tempo, diga-se de passagem, de forma tardia, o Judiciário brasileiro deu uma amostra de progresso, ao implantar sistemas para a execução dos serviços cartorários”. Prossegue o citado autor, afirmando que o Judiciário possui, na atualidade, banco de dados onde o cliente pode obter informações, inclusive via Internet, sobre o andamento (fases) de processos, sobre o conteúdo (integral ou ementado) de decisões judiciais, bem como assuntos administrativos de interesse da Justiça. Contudo, esse progresso não acelera por inteiro o serviço relacionado à prestação jurisdicional. Está faltando o principal, um sistema inteligente para os serviços cartorários, pois sistema que acessa banco de dados é uma coisa, e sistema inteligente, é outra.

E aqui, com absoluta propriedade, toca no ponto nevrálgico da questão, estabelecendo a exata diferenciação entre simples acesso a banco de dados (estágio em que o Judiciário encontra-se atualmente – salvo pouquíssimas exceções, que serão abordadas adiante) e o sistema inteligente propriamente dito.

“Quando falamos de sistema inteligente, nos referimos àqueles que empregam técnicas de Inteligência Artificial, isto é, sistema que habilita a máquina a fazer coisas que requerem inteligência. A Inteligência Artificial, por sua vez, utiliza várias técnicas para tornar a máquina inteligente, como por exemplo Raciocínio Baseado em Casos, Agentes Inteligentes, Sistemas Especialistas, etc., para falarmos das técnicas mais conhecidas. Assim, quando aberto o processo judicial, o mesmo passaria a ser gerenciado por um sistema inteligente, com dispensa de certos trabalhos manuais e

---

195 MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges, op. cit., p.18.

intelectuais dos serventuários e do juiz.”<sup>196</sup>

Em outro artigo, o mesmo autor chega a propor um esboço de projeto utilizando o ferramental já mencionado, nos seguintes termos: “Encerrada a audiência, o juiz, no mesmo instante ou logo após, em gabinete, julgaria a ação de embargos, utilizando o modelo de sentença previamente previsto para o caso no sistema que sempre aproveitaria os dados então existentes (sem repetir digitação), principalmente para a composição do relatório. Acerca desse importante ato jurisdicional – sentença - é que retornamos ao assunto da informatização dos serviços judiciários.”<sup>197</sup>

FEU ROSA<sup>198</sup>, questiona: “ Se não estamos lidando com nada além de Lógica pura, por que não conferir a tarefa de decidir a um bom programa de computador? Nós poderíamos poupar tempo e atingir decisões mais detalhadas. É importante que não esqueçamos que a vida moderna aumentou a frequência com a qual os juízes proferem decisões curtas e imperfeitas. E não só fez, como também continua fazendo cada vez mais a cada dia”.

Continua ele: “Através de respostas SIM E NÃO a vários quesitos (cada quesito corresponde a um ou mais textos fragmentados dentro do sistema), o conjunto de respostas e suas combinações, em função do Sistema Especialista, forma entre si o juízo técnico–jurídico humano adredemente lançado na base de conhecimento, e com isso gera então o texto completo do julgamento, exibindo relatório, motivação e parte dispositiva”.<sup>199</sup>

Mas não é só na elaboração de sentenças que se descortina o universo de possibilidades da utilização dessa tecnologia.

Com as adequadas adaptações, inúmeros outros setores podem ser beneficiados, desde a automação de cartórios, até o gerenciamento de feitos, prazos e fases.

---

<sup>196</sup> MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges, op. cit., p.18.

<sup>197</sup> MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges. *Sentença por processamento eletrônico*. In Informativo Jurídico In Consulex. n.22, p.5

<sup>198</sup> ROSA, Pedro Valls Feu. *The Electronic Judge*. [S.l.: s.n.]. [2000?].

<sup>199</sup> MADALENA, Pedro. OLIVEIRA, Álvaro Borges de. *O Judiciário dispendo dos avanços da Informática*. [S.l.: s.n.]. [2000?].

A substituição do trabalho braçal pelo automatizado, a eficiência na qualidade do serviço final, a redução de prazos nos procedimentos, a satisfação do cliente final, tudo isso justifica e recomenda o adotar de técnicas mais modernas para o Judiciário.

ROVER, cuidando do assunto, preconiza: “Dessa forma, diminuir as complexidades tanto técnicas quanto administrativas do Sistema Jurídico é uma tarefa que abrange várias ações:

1) empenho permanente dos juristas em implementar racionalidade ao sistema, restringindo ou diminuindo o seu caráter técnico nos níveis em que racionalmente é admissível pela sociedade, bem como, traduzível por sistemas de computação. O objetivo é, assim, democratizar e popularizar o conhecimento das normas jurídicas, rompendo com a perspectiva tecnocrática do conhecimento jurídico;

2) empenho permanente dos juristas, em conjunto com os engenheiros de “*software*”, em simplificar o mundo jurídico através de sistemas inteligentes;

3) empenho permanente dos juristas, em conjunto com os técnicos de comunicação e “*software*”, em desenvolver e melhorar tecnologia que permita o acesso pelas grandes massas ao conhecimento jurídico”.<sup>200</sup>

---

<sup>200</sup> ROVER, Aires José. *op.cit.* p. 290.

### 3.5 ALGUMAS INICIATIVAS BEM-SUCEDIDAS

Em que pesem as dificuldades encontradas na aplicação de sistemas inteligentes na área jurídica, algumas iniciativas foram tomadas com sucesso.

Algumas propostas foram elaboradas sugerindo métodos de otimização de várias rotinas, como aquelas trazidas por MADALENA,<sup>201</sup> que prevêem tanto a parte cartorária como a padronização de alguns tipos de processos.

Outras iniciativas foram além, criando programas e incorporando-os à prática judiciária. A experiência pioneira de que se tem notícia aconteceu no Espírito Santo, onde foi criado o programa “Juiz Eletrônico”, que será objeto de exposição mais detalhada no próximo item.

Encontramos também vários grupos de trabalho na Universidade Federal de Santa Catarina, dentre eles, o Grupo Inteligência Jurídica<sup>202</sup>, o qual tem desenvolvido sistemas com técnicas de Inteligência Artificial para o domínio jurídico, como os sistemas Jurisconsulta<sup>203</sup>, Metajuris<sup>204</sup> e Sectra<sup>205</sup>.

Temos também o LABSEC (Laboratório de Segurança em Computação), fundado em abril de 2000, fazendo parte do INE – Departamento de Informática e Estatística da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), que objetiva estudar, pesquisar, avaliar e implementar

---

<sup>201</sup> MADALENA, Pedro. OLIVEIRA, Álvaro Borges de. *O Judiciário dispendo .....op. cit.*

<sup>202</sup> Grupo Ijuris Laboratório de Inteligência Aplicada. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Coordenador Geral Prof. Ricardo M. Barcia, PhD. <http://c3.eps.ufsc.br>.

<sup>203</sup> JURISCONSULTO é um sistema inovador para recuperar decisões judiciais em bancos de dados informatizados. O sistema auxilia profissionais do Direito a utilizar fontes de pesquisa jurídica, digitalizadas numa ampla e distribuída base de dados. A partir de técnicas de Inteligência Artificial, o sistema melhora a rotina de recuperação de informações.

<sup>204</sup> METAJURIS é um sistema que emprega recursos de hipertexto na Internet para realização de pesquisas simultâneas nas bases de decisões judiciais junto aos principais Tribunais brasileiros. O **Metajuris** permite que, com uma única entrada de dados, requerimentos simultâneos sejam protocolados em bancos de decisões judiciais abertos à pesquisa pública.

<sup>205</sup> O Grupo Ijuris também trabalha com sistemas especialistas baseados em regras, como o sistema **Sectra**, que é um sistema que funciona via Internet para o enquadramento de crimes contra a organização do trabalho. Baseado nos detalhes do caso, em forma de questões, o sistema responde em que artigo da legislação criminal o caso se enquadra e qual é a pena referente ao artigo infringido.

soluções na área de segurança em computação: Criptografia, Assinatura Digital, Teoria dos Números, Comunicação Segura, Algoritmos Genéticos, Políticas de Segurança, Autoridade de Certificação, Sistemas Operacionais Seguros, Segurança no Comércio Eletrônico, e Segurança em Sistemas Computacionais.

Esse Laboratório se destaca pela realização dos seguintes projetos: Avaliação Segura da Aprendizagem, Cartório Virtual, e Votação Digital Segura.

### 3.5.1 O JUIZ ELETRÔNICO: A EXPERIÊNCIA DO ESPÍRITO SANTO

Programa pioneiro no país, o “Juiz Eletrônico”, desenvolvido pelo Desembargador Pedro Valls Feu Rosa, Vice-Presidente do Tribunal de Justiça do Estado do Espírito Santo, vem acelerando o trâmite de 40% dos casos que chegam às mãos dos juízes daquele Estado.

Examinando a rotina diária dos juízes, FEU ROSA<sup>206</sup> demonstra que eles são “usualmente responsáveis por centenas, até milhares de casos, alguns de alta complexidade, envolvendo problemas humanos, demandando mais do que interpretações lógicas; estes casos requerem juízes com “sangue nas veias”. Por outro lado, há um grande número deles envolvidos com questões triviais, matérias repetidas, nas quais não há dúvidas sobre qual seria a decisão justa. “Deixe-nos imaginar” - prossegue ele - “por exemplo, a maioria dos acidentes de trânsito. Qualquer pessoa, apesar de não profissional, com alguma dose de bom senso, é capaz de definir as responsabilidades pessoais na maioria dos casos. As regras a serem seguidas são usualmente tão simples que um “bit” de lógica é usualmente suficiente para conseguirmos uma decisão”. Em seguida, o autor propõe uma “espécie de ‘tour’ através dos principais aspectos que incluem um julgamento de um acidente no trânsito, exemplificando através de um serviço chamado “Justiça Volante”, idéia real e que está em prática no Espírito Santo:

“Imaginemos um caso simples que acontece em todo lugar no mundo: em um cruzamento, dois carros colidem. Os motoristas discutindo acerca de quem está certo e quem estava no sinal correto de trânsito (sinalização). Dentro de alguns minutos, um veículo da “Justiça Volante” chega ao local do acidente conduzindo um magistrado e sua equipe. Pensemos o que poderá ser visto e o que será considerado para ser feito em termos de sentença. As primeiras evidências obviamente serão fornecidas pelos veículos acidentados: os danos, possíveis marcas de pneus, características do local,

---

<sup>206</sup> ROSA, Pedro Valls Feu. *The Electronic Judge*. [S.l.: s.n.]. [2000].



etc., que são anotadas pelo policial e copiadas palavra por palavra pelo magistrado, para preparar sua decisão. São procedimentos que tomam tempo. Então, por que não inserir tal informação diretamente no computador? Vou estabelecer algumas vantagens de tal procedimento: primeiramente, os dados serão inseridos no computador somente uma vez, evitando a repetição de trabalho de digitação. Segundo, o "software" irá avaliar, com maior precisão do que um humano poderia, os efeitos da velocidade dos veículos e as condições causadoras do acidente. Depois de examinar o local do sinistro o magistrado ouvirá as testemunhas e certamente obterá alguma informação sobre a conduta dos envolvidos no acidente, exclusivamente sob uma abordagem objetiva. Ele considerará, também baseado em elementos objetivos, se as testemunhas são confiáveis ou não. Todos os elementos componentes do acidente serão escritos com detalhes para serem usados quando se fizer a decisão final. Atrevo-me a acrescentar que, neste ponto, todo o trabalho de escrita será mecânico. Não há dúvida de que todos os elementos básicos do caso são inquestionáveis. Por exemplo:

O motorista parou no sinal vermelho? SIM OU NÃO?

O motorista estava dirigindo com excesso de velocidade, considerando a estrada e as condições do tempo? SIM OU NÃO? Qual era a velocidade aproximada?

O condutor ingeriu álcool acima do limite legal? SIM OU NÃO?

As testemunhas possuem algum grau de conexão com os condutores (amizade, por exemplo)? SIM OU NÃO? Em caso positivo, de que tipo era seu relacionamento?

Todas as questões, ênfase, são puramente objetivas. Não há respostas para elas que não SIM OU NÃO.

Com esta informação à mão, o julgador elaborará a sentença final, que é o que normalmente toma uma grande quantidade de tempo. Então, por que não anotar as respostas diretamente do computador? O trabalho do magistrado limitar-se-á a fazer a escolha entre algumas opções que surgirão

na tela e subsequente o sistema por si mesmo fará resumo completo dos fatos. Surge então o grande momento, no qual o juiz fará a análise dos elementos da cena. Entretanto, a análise não será feita sob a ótica de qualquer ponto de vista subjetivo. Não há maneira de isso acontecer, de fato. O julgador terá que escrever em detalhes todas as razões que nortearam sua decisão. Naquele tipo de trabalho não há espaço para uma sentença subjetiva. A decisão será baseada unicamente em elementos objetivos do caso; no exemplo citado, os veículos e as testemunhas. Eu enfatizo que o juiz não poderá fazer observações do tipo “eu sinto que a culpa pertence a Paulo” ou “penso que Maria causou o acidente”. Da mesma maneira que a máquina, o juiz está confinado às características lógicas do caso.”<sup>207</sup>

O “Juiz Eletrônico” possui um banco de dados com informações jurídicas e combinações de sentenças em inúmeros casos. Após digitar o nome das partes envolvidas, o problema apresentado e a defesa de cada um, o computador expede a decisão. Depois da formulação da sentença, o juiz pode complementá-la, corrigi-la ou mesmo substituí-la antes de assiná-la. A adoção do “software” também diminuiu em pelo menos 85 por cento o tempo da rotina judicial.

---

<sup>207</sup> ROSA, Pedro Valls Feu, op. cit., não paginado.

### 3.6 SOLUÇÕES PROPOSTAS

A questão da melhoria do Poder Judiciário através do uso de ferramentas da Informática, e em especial da Inteligência Artificial, demanda uma série de reflexões, de propostas, de idéias.

MADALENA propõe:

“Para o ponto de partida, indicamos a criação de um órgão permanente de planejamento no Judiciário, em que magistrado especializado em Direito Processual e também versado em Informática, fique com dedicação exclusiva, em parceria com bacharéis de Informática, voltado unicamente à criação, desenvolvimento e manutenção de sistemas para a operação do serviço dos cartórios judiciais. Esse órgão, além de elaborar sistemas inteligentes, baseados em técnicas de Inteligência Artificial, deveria, de pronto, estudar a transformação do atual processo físico (aquele que é um conjunto de papéis presos entre si por colchete ou barbante e repletos de marcas de carimbos, certidões e declarações que já deveriam ser condenados ao desuso) em processo eletrônico, de modo que todas as peças constituíram-se de arquivos (textos e cópias de documentos) pois a Informática dispõe de recursos como: scanner, e-mail, modem, etc. “Conclui o autor: “Com a implantação de um sistema inteligente, como o lucubrado aqui, os advogados, promotores de justiça e juízes, do seu escritório ou até de residência teriam, on line, ampla possibilidade de consulta e de inserção de textos envolvendo petições, pareceres, decisões e sentenças, o que junto com outras benéficas medidas de racionalização do serviço cartorário, ocasionariam:

a) a desnecessidade de deslocamento ao fórum com os desagradáveis transtornos do trânsito pelas ruas da cidade;

b) a impossibilidade de ouvida das repetidas respostas do cartorário: “doutor, infelizmente não encontrei o processo”.

c) a redução das despesas com certos materiais, utensílios e equipamentos de escritório;

d) a manutenção da folha de pagamento sem inchaço;

e) o extermínio, por certo, das repetidas reclamações dos jurisdicionados, acerca da morosidade da Justiça brasileira.

Numa época em que tanto se fala em globalização, há de se pensar, também, na modernização do sistema judiciário brasileiro, gerador de tanta polêmica, quanto à sua morosidade. A informatização é uma das possibilidades existentes, para tornar o referido sistema capaz de enfrentar o milênio e o novo século que se aproxima".<sup>208</sup>

---

208 Pedro Madalena e Álvaro Borges de Oliveira. O Judiciário....op. cit., p.18

### 3.7 LIMITES DO USO DE TAIS SISTEMAS

Há limites, como se falou, de ordem técnica, de ordem sociológica e até de ordem ética.

O assunto comporta e continuará a suscitar divisões e acirrados debates no meio jurídico e fora dele.

As limitações e dificuldades de ordem técnica já foram objeto de abordagem no item 1.20.8.

Restam outros motivos obstaculizantes, de naturezas diversas.

Como já observamos alhures, o fato de existir afirmada predisposição do ordenamento jurídico a tomar por certa a premissa da preexistência dos direitos e obrigações, que as atividades processuais apenas cuidam de revelar, sem nada acrescentar-lhes substancialmente, não significará, de modo algum, que o juiz reste transformado num autômato e que a sentença não porte *qualquer contribuição pessoal dele*. Como observa Rogério Lauria Tucci, não há, nem pode haver, “sentença que não evidencia o sentimento próprio do julgador, ao desenvolver seu estafante labor intelectual e, afinal, volitivo: declaratória do direito sempre, revela ela, também sempre e sempre, o esforço, o intelecto, a vontade e, sobretudo, a sensibilidade do juiz”.<sup>209</sup>

Eduardo Couture mostra certa preocupação a respeito de tornar-se o juiz um autômato, ou, na expressão de Montesquieu, um ser inanimado. Diz o mestre uruguaio, que defende a teoria da função criadora da sentença: “A sentença não é um pedaço de lógica, nem tampouco uma pura norma. A sentença é uma obra humana, uma criação da inteligência e da vontade, quer dizer, uma criação do espírito do homem. Os teóricos da função declarativa do processo nos mostram o juiz como ser lógico, que fabrica silogismos. A lei, se diz, é a premissa maior; o caso concreto é a premissa menor; a sentença é a conclusão. Entretanto, a sentença tem inúmeras deduções particulares; e

---

<sup>209</sup> TUCCI, Rogério Lauria apud SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 20.

os círculos destas diversas deduções particulares são, por sua vez, outros tantos silogismos, uma espécie de pequena constelação de induções, de deduções e de conclusões”. (Introducción al estudio del processo civil, 2.ed. reimpr., Buenos Aires, Depalma, 1988, p. 73-4). Mais adiante arremata: “ A sentença poderá ser justa ou injusta, porque os homens necessariamente se equivocam. Não se inventou uma máquina de fazer sentenças. O dia em que seja possível decidir os casos judiciais como se decidem as carreiras de cavalo, mediante um olho eletrônico que registra fisicamente o triunfo ou a derrota, a concepção constitutiva do processo carecerá de sentido e a sentença será uma pura declaração, como queria Montesquieu. Mas enquanto não se possa conseguir esta máquina de fazer sentenças, o conteúdo humano, profundo e entranhado de Direito, não pode ser desatendido nem desobedecido, e as sentenças valerão o que valem os homens que as dizem” (Introducción, cit., p.77).<sup>210</sup>

Como pode ser observado, processualistas de escolas tradicionais demonstram esse receio, que é o do profissional jurídico de um modo geral.

FEU ROSA<sup>211</sup> enfrenta estas questões: “As pessoas perguntam: o juiz será substituído por uma máquina? Está longe de ser essa a idéia. As decisões do “software” poderão ser livremente alteradas por procedimentos humanos e até refeitas. Além disso, o juiz só assinará a sentença no caso de concordar com ela, e se for a decisão correta. Então a máquina não substituirá o homem: apenas limitar-se-á a fazer o trabalho lógico e mecânico para ele”. De fato, para os padrões atuais nós não podemos considerar essa possibilidade. Os computadores operam hospitais e hotéis, aterrissam aviões com centenas de vidas a bordo, eles até são utilizados para efetuar sem nenhuma assistência nossas transações comerciais e bancárias. Essas e um sem-número de outras coisas. Bem, depois de tudo, o esforço mental requerido para julgar, por exemplo, num acidente de carro sem vítimas, não é muito grande. E assim, o problema, por um lado, é a análise de uma pilha de casos idênticos e, pelo outro, de centenas de incidentes de baixa complexidade que afligem a justiça e as pessoas comuns, pelo mundo afora,

<sup>210</sup> Couture, Eduardo, apud SANTOS, Nelton Agnaldo Moraes dos, op. cit., p. 20.

<sup>211</sup> ROSA, Pedro Valls Feu., op. cit., não paginado.

peças que merecem ter, como cidadãos, uma maior atenção. Voltando ao assunto do Juiz Eletrônico, nós vamos adotar e aumentar as fontes que a ciência da computação nos dá, salvando o tempo dos juizes para que eles possam ser capazes de se dedicar mais àqueles casos com maior grau de complexidade, onde será necessário fazer raciocínios além do alcance de simples aplicações de lógica. O mesmo acontece com a administração pública, as companhias privadas e todas as situações nas quais é requerida uma decisão judicial. Eu não sou totalmente a favor de substituir a decisão de juizes por máquinas. Entretanto, eu defendo fortemente que seja reposta a rotina mental pela eletrônica, dando às pessoas mais tempo para se envolver em questões humanas, ao mesmo tempo em que se aumenta a eficiência da sociedade.”

Em consonância com a nossa atividade profissional, concordamos plenamente com a posição de FEU ROSA e PEDRO MADALENA, ambos julgadores, apesar de estarmos cientes de que a matéria comporta discussão do ponto de vista ético.

Toda a nova tecnologia causa de antemão certo receio, em relação ao uso que dela será feito. Por outro lado, sabemos que um avanço científico pode ser bom ou mau, dependendo da sua utilização.

Assim sendo, defendemos a utilização da Informática como ferramenta a serviço do homem, como ferramenta auxiliar no processo, e jamais como algo para substituir o julgador.

No início do século, houve a introdução das máquinas de escrever. Naquela época discutiu-se ardentemente o argumento de que tal inovação serviria para facilitar fraudes e que seria impossível saber com certeza quem escrevera uma determinada decisão (datilografada), o que vem a demonstrar o receio natural surgido ante a chegada de novas tecnologias.

A Profa. Maria Francisca Carneiro alerta para esse fato: “Não se pode negar, a bem da verdade, que existe uma considerável resistência, em alguns segmentos do universo jurídico, à Inteligência Artificial (IA), quanto ao

emprego e até mesmo quanto ao desenvolvimento teórico”.<sup>212</sup>

As razões, menciona a autora, podem ser de ordem ideológica ou de mentalidade científica (ela se ocupou deste segundo grupo).

Defende a utilização da IA não como “um divisor de águas entre o humano e o não-humano, mas como uma extensão que amplia a base da atividade humana, permitindo-lhe avançar mais”.<sup>213</sup>

Deixaremos propositadamente de lado a discussão acerca da Lógica (onde se assenta a IA – segundo uma das correntes já vistas -) bem como das “novas lógicas”, visando a conter o presente trabalho dentro dos seus limites, quais são, o da Informática jurídica e do Direito (evitando o ingresso na área filosófica).

A mesma autora, em rápida síntese, oferece uma visão exata da aplicação por nós defendida: “Não se trata de subjugar o entendimento humano às linguagens elaboradas pelos sistemas especialistas. É justamente o inverso: as linguagens algoritmizadas em procedimentos efetivos, na medida em que já se apresentam capazes de gerenciar informações comportando graus de vaguidade e indeterminação podem subsidiar algumas questões no âmbito jurídico, colaborando, em termos, com a atividade jurisdicional. De qualquer modo, ainda que prevaleça a resistência ao desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil, cumpre refletir sobre alguns de seus pressupostos. Há várias maneiras de se criar “*expert systems*” em Direito. A possibilidade de apresentar o ordenamento como um sistema espaço-temporal envolvendo múltiplas questões de diversas ordens, com diferentes graus de indeterminação e contradições, é o primeiro ponto a ser preservado. As conclusões mais cabais dos estudiosos, até o momento, são no sentido de que a aplicação dos “*expert systems*” in Law oferecem suporte: i) para a verificação lógica, da consistência, coerência, completude e existência de contradições entre teses jurídicas; e ii) facilitam enormemente a noção de calculabilidade que envolvem as causas em geral. Claro está nas

---

<sup>212</sup>CARNEIRO, Maria Francisca. *Aspectos da Inteligência Artificial Jurídica*. Informativo BONIJURIS. Curitiba, n. 400, 10 fev. 2000.

<sup>213</sup> Idem.



conclusões destes estudiosos que diversas atividades que constituem o mundo jurídico podem ser utilizadas com o auxílio dos 'expert systems'.<sup>214</sup>

---

<sup>214</sup> CARNEIRO, Maria Francisca., op. cit.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente abordou-se a Inteligência Artificial em si mesma, suas dificuldades, suas definições, a polêmica gerada pelo próprio nome. Discorreremos acerca das limitações, das dificuldades encontradas na consecução das tarefas, e na própria definição do termo "Inteligência Artificial".

Mencionamos os diversos conceitos e acepções do termo IA.

Passamos pelas ocorrências históricas, e correntes que se originaram.

Falamos das questões principais a serem contornadas pelo projetista de um sistema de IA, quais sejam: aquisição, representação e manipulação de conhecimento e, geralmente, uma estratégia de controle ou máquina de inferência que determina os itens de conhecimento a serem acessados, as deduções a serem feitas, e a ordem dos passos a ser usada.

Continuando a conceituação da IA, discorreremos sobre algumas definições operacionais das mesmas, segundo autores modernos, demonstrando que elas variam ao longo de duas dimensões, o que resulta em quatro divisões para considerar a Inteligência Artificial: AGINDO DE FORMA HUMANA: A ABORDAGEM DE TURING; PENSANDO DE FORMA HUMANA: O MODELO COGNITIVO; PENSANDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DAS LEIS DO PENSAMENTO, e AGINDO RACIONALMENTE: A ABORDAGEM DOS AGENTES RACIONAIS.

Foram postas algumas indagações pertinentes, como:

Se computadores inteligentes são produzidos pelos seres humanos, poderiam eles ser considerados um modelo funcional da inteligência humana? Todos os computadores, hoje em dia, sem dúvida seguem regras; o que dizer então da inteligência humana? Se nós os aceitarmos como inteligentes, isso significa necessariamente concluir que eles são inteligentes

da mesma forma que nós? Essas são questões significativas para os psicólogos e filósofos, assim como para os cientistas da computação.

Citou-se a IA Simbólica (ou IA Clássica), como ramo da pesquisa em Inteligência Artificial que se ocupa em tentar representar explicitamente o conhecimento humano de uma forma declarativa (isto é, fatos e regras).

Falamos sobre o problema do conhecimento do senso comum ("common sense knowledge problem").

Quando abordamos os requisitos da inteligência, vimos que um dos resultados que primeiro apontou nas três décadas iniciais da pesquisa da IA é que inteligência requer conhecimento. Além da indispensabilidade, o conhecimento possui outras propriedades menos desejáveis, incluindo: é volumoso; é de difícil caracterização; está em constante mudança; difere de dados (existe organização); é individual.

Um comportamento inteligente apresenta dois requisitos: conhecimento e habilidades de raciocínio.

Nos seus primórdios, a IA rapidamente excedeu seu alcance, ao tentar construir máquinas universais. Um dos problemas fundamentais encontrados é conhecido como o problema do conhecimento geral ou o problema do conhecimento do sentido comum, já mencionado. Os pesquisadores, uma vez cientes de que em um sistema de IA o conhecimento teria que ser *representado explicitamente*, não anteciparam a vasta quantidade de conhecimento implícito que todos nós dividimos sobre o mundo e sobre nós mesmos.

Alude-se à existência do saber especializado, em contraposição ao senso comum. Aquele possuindo objetivos e aplicações bem específicas, dentro de um universo delimitado. Tarefas como armar uma estratégia num jogo, realizar cálculos matemáticos ou até mesmo solucionar um problema em nossa profissão são para nós de resolução nem sempre simples, o que exige um esforço de raciocínio.

Paradoxalmente, essas tarefas são mais facilmente implementáveis no

computador, uma vez que apresentam uma área bem definida de aplicação, possuindo, então, um contexto de conceitos e regras a serem aplicados para a resolução de um problema específico.

Essa hipótese diz respeito a um dos objetivos da Inteligência Artificial: a reprodução de uma ação inteligente. Um sistema de símbolos físicos consiste, segundo Newell e Simon, “num grupo de entidades, chamadas *símbolos*, que são padrões físicos que podem ocorrer como componentes de um outro tipo de entidade chamada *expressão* (ou estrutura de símbolos)”.

Assim, “uma estrutura de símbolos é composta de um número de *instâncias* (ou marcas) de símbolos relacionados de alguma forma Física (por exemplo, uma marca ao lado da outra). Num determinado momento, o sistema conterá uma coleção dessas estruturas de símbolos. Além dessas estruturas, o sistema também deverá conter uma coleção de processos que operam nas expressões para produzir outras: processos de *criação*, *modificação*, *reprodução* e *destruição*. Um sistema de símbolos físicos é uma máquina que produz ao longo do tempo uma coleção progressiva de estruturas de símbolos”<sup>215</sup>.

Mencionamos as formas de raciocinar das pessoas e acerca da representação do conhecimento.

Sistemas especialistas são uma aplicação da Inteligência Artificial; programas de computador planejados para adquirir e disponibilizar o conhecimento operacional de um especialista humano. São tradicionalmente vistos como sistemas de suporte à decisão, pois são capazes de tomá-las como *especialistas em diversas áreas*. Sua estrutura reflete a maneira como o especialista humano arranja e faz inferência sobre o seu conhecimento

Possuem vantagens e desvantagens, quanto ao seu uso.

Algoritmos Genéticos são métodos generalizados de busca e otimização que simulam os processos naturais da evolução, aplicando a idéia *darwiniana* de seleção natural das espécies. De acordo com a aptidão e utilizando-se da

---

<sup>215</sup> MÜLLER, Daniel Nehme, op. cit., não paginado.

combinação com outros operadores genéticos, são produzidos métodos de grande robustez e aplicabilidade na resolução de problemas. Esses algoritmos estão baseados nos processos genéticos dos organismos biológicos, codificando uma possível solução a um problema de "cromossomo" composto por cadeia de bits e caracteres. Esses cromossomos representam indivíduos que são levados ao longo de várias gerações, na forma similar aos problemas naturais, evoluindo de acordo com os princípios de seleção natural e sobrevivência dos mais aptos, descritos por Charles Darwin. Emulando esses processos, os Algoritmos Genéticos são capazes de "evoluir" soluções de problemas do mundo real.

Os Algoritmos Genéticos (AGs) diferem dos métodos tradicionais de busca e otimização.

A Lógica fuzzy trata de acertar a Matemática com a imprecisão da linguagem do homem comum. O ser humano trata normalmente com conceitos vagos, os quais não podem ser representados pela Matemática tradicional.

As Redes Neurais Artificiais (RNAs), são também conhecidas como conexismo ou sistemas de processamento paralelo e distribuído. Essa forma de computação não é algorítmica, é caracterizada por sistemas que, em algum nível, relembram a estrutura do cérebro humano.

Não obstante a existência de resultados positivos obtidos, a Inteligência Artificial tem sido objeto de algumas críticas, ao longo de sua trajetória interdisciplinar. Apresenta certas dificuldades que entendemos também verificáveis na área jurídica.

Os problemas encontrados por determinados sistemas gerais quando da resolução de problemas reais se deram devido a duas razões, uma relacionada com características teóricas dos métodos utilizados, e outra associada à natureza do conhecimento do mundo real.

Quando determinado bem da vida passa a ser disputado por mais de uma pessoa, surge o *conflito de interesses*, situação que ameaça a paz social

e que, por isso, precisa ser eliminada.

Firmando-se o Estado como ente poderoso e capaz de impor-se aos particulares, surgiu a atividade jurisdicional, entendendo-se esta, em princípio, como o poder de dirimir os conflitos de interesses, aplicando ao caso concreto a regra abstratamente prevista.

O processo é, assim, o instrumento através do qual o Estado decide, exercita o poder, resolve uma situação, faz atuar concretamente o comando genérico e abstrato da norma jurídica.

Conforme Chiovenda, indica uma provisão do juiz através da qual exprime ele o seu conceito sobre o fundamento do pedido, recebendo-o ou rejeitando-o, e definindo a lide com a atuação da vontade concreta da lei a respeito do bem controverso, o que habitualmente se opera (fora dos casos de mera verificação) com a *condemnatio* ou com a *absolutio*.

Alfredo Rocco definiu sentença como o ato pelo qual o Estado, por meio do órgão da jurisdição a isso incumbido (juiz), aplicando a norma ao caso concreto, define qual tutela jurídica o direito objetivo concede a um determinado interesse.

Resulta evidente daí que o processo é um instrumento, do qual se vale o Estado para a composição dos litígios e para a obtenção da paz social.

Cada tipo de processo tem seu procedimento, ou rito próprio. Muitas dessas etapas, principalmente aquelas que envolvem casos repetitivos, bem como aquelas em que existe necessidade de buscas, poderiam ser objeto de uma abordagem inteligente.

Os atos processuais, outrossim, são elementos que, somados, preparam o órgão jurisdicional para a emissão da sentença, ato culminante do feito. Isso demonstra, sem qualquer dificuldade, que a sentença é um ato de inteligência, um exercício de lógica.

O Código de Processo Civil vigente estabelece, em seu artigo 458, serem requisitos essenciais da sentença: a) o relatório, que conterá os nomes

das partes, a suma do pedido e da resposta do réu, bem como o registro das principais ocorrências havidas no andamento do processo; b) os fundamentos em que o juiz analisará as questões de fato e de direito; c) o dispositivo, em que o juiz resolverá as questões que as partes lhe submeterem.

Enquanto não houver uma reforma dos serviços técnicos, o Poder Judiciário terá que, forçosamente, aumentar o número de magistrados e de serventuários, de maneira contínua, o que por certo irá comprometer o seu orçamento e credibilidade. É que os jurisdicionados não têm como aceitar a existência de um órgão público funcionando com excessivo número de funcionários e reduzida produtividade no tempo.

O Judiciário possui, na atualidade, um banco de dados onde o interessado pode obter informações, inclusive via Internet, sobre o andamento (fases) de processos, sobre o conteúdo (integral ou ementado) de decisões judiciais, bem como assuntos administrativos de interesse da Justiça. Contudo, esse progresso não acelera por inteiro o serviço relacionado à prestação jurisdicional. Está faltando o principal, um sistema inteligente para os serviços cartorários, pois sistema que acessa banco de dados é uma coisa, e sistema inteligente, é outra.

A substituição do trabalho braçal pelo automatizado, a eficiência na qualidade do serviço final, a redução de prazos nos procedimentos, a satisfação do destinatário do serviço, tudo isso justifica e recomenda o adotar de técnicas mais modernas para o Judiciário.

MADALENA propõe a criação de um órgão permanente de planejamento no Judiciário, em que magistrado especializado em Direito Processual e também versado em Informática fique com dedicação exclusiva, em parceria com bacharéis de Informática, voltado unicamente à criação, desenvolvimento e manutenção de sistemas para a operação do serviço dos cartórios judiciais. Esse órgão, além de elaborar sistemas inteligentes, baseados em técnicas de Inteligência Artificial, deveria, de pronto, estudar a transformação do atual processo físico (aquele que é um conjunto de papéis presos entre si por colchete ou barbante e repletos de marcas de carimbos, certidões e declarações que já deveriam ser condenados ao desuso) em

processo eletrônico.

FEU ROSA responde que a idéia de que o juiz será substituído por uma máquina está longe de ser correta. As decisões do “software” poderão ser livremente alteradas por procedimentos humanos e até refeitas. Além disso, o juiz só assinará a sentença no caso de concordar com ela, e se for a decisão correta.

Então a máquina não substituirá o homem: apenas se limitará a fazer o trabalho lógico e mecânico para ele.

Finalmente, defendemos a ampla utilização de sistemas inteligentes, na forma preconizada, como poderosos instrumentos auxiliares da atividade Judiciária, e como meio de aprimorar a qualidade do serviço prestado pelo Poder Judiciário.



**BIBLIOGRAFIA**

ALVIM, Arruda. A Sentença no processo Civil. in RP, 2:64.

ARAGÃO, Egas Moniz de. *Sentença e coisa julgada*. Rio de Janeiro: Aide, 1992.

BARBOSA MOREIRA, José Carlos. *A motivação das decisões judiciais como garantia inerente ao estado de Direito*. In: Temas de Direito Processual. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1988.

BARR, A; FEIGENBAUM, E.A. (Ed.) *The Handbook of Artificial Intelligence*. California: William Kaufmann, 1981. volume I-II.

BELLEUELLE, Steve. *AIM, Artificial Intelligence Methods*, (on line 12.07.2000)  
[http:// http://www.cs.nott.ac.uk/~sbx/winnie/aim/phil/phil2.htm](http://www.cs.nott.ac.uk/~sbx/winnie/aim/phil/phil2.htm), não paginado.

BITTENCOURT, Guilherme. *Breve História da Inteligência Artificial*. Disponível em:  
<<http://www.das.ufsc.br/gia/history/history.html>>. Acesso em: 03 jul. 2000.

BOSQUE, Marcelo González. *Conceptos Fundamentales de los Algoritmos Geneticos*. Disponível em

<http://www.geocities.com/SiliconValley/Byte/4713/ga/E-GA2.htm>. Acesso em 14 jun. 2000. Extrato do Original, não paginado.

BROWN, Carol E.; O'LEARY, Daniel E. *Introduction do Artificial Intelligence and expert systems*. Disponível em:

<[http://www.bus.orst.edu/faculty/brownc/es\\_tutor/es\\_tutor.html](http://www.bus.orst.edu/faculty/brownc/es_tutor/es_tutor.html)>. Acesso em 13 jul. 2000. Não paginado.

CADORIN, Severino. *Inteligência Artificial: Delimitações e Perspectivas*. Disponível

em: <<http://www.elo.com.br/~cynthia/artifici.htm>>. Acesso em: 22 jul. 1999. Não paginado.

CALDAS AULETE. *Dicionário contemporâneo da língua portuguesa*. 3. ed. Rio de Janeiro, Ed. Delta. 1974. v.5.

CALAMANDREI, Pierro. *La genesi logica della sentenza civile*, in *Opere giuridiche*, Napoli, Morano, 1965, v.1.

CARMONA, Carlos Alberto. *A arbitragem no processo Civil brasileiro*. São Paulo: Malheiros, 1993.

CARNEIRO, Maria Francisca. *Aspectos da Inteligência Artificial Jurídica*. Informativo BONIJURIS. Curitiba, n. 400, 10 fev. 2000.

CARNELUTTI, Francesco. *Sistema del diritto processuale civile*. Padova: CE-DAM, 1936, v.1., n.127.

CHAIBEN, Hamilton. Inteligência Artificial na Educação. Disponível em:

<<http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed.html>>. Acesso em: 04 jul. 2000.

CHARNIAK, E.; McDERMOTT, D. *Introduction to Artificial Intelligence*. S.I.: Addison-Wesley Publishing Company, 1985.

CHIOVENDA, Giuseppe. *Instituições de Direito Processual Civil*. Tradução: Guimarães Menegale. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1965, v.1.

CINCA, Carlos Serrano . Inteligência Artificial. Disponível em:

<<http://ciberconta.unizar.es/LECCION/IA/000F2.htm>>. Acesso em: 31 maio 2000. Não paginado.

CINTRA, Antônio Carlos de Araújo; GRINOVER, Ada Pellegrini; DINAMARCO, Cândido Rangel. *Teoria geral do processo*. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1991, p. 24-5.

CUER, Andréia Oliveira; HIRABARA, Luciane Yanase. *Sistemas Especialistas aplicados à área jurídica*.. Disponível em:

<http://www.din.uem.br/ia/juridico/introducao.htm#a:introducao.html>. Acesso em 08 jul. 2000. Não paginado.

DESCARTES, René. Discurso do Método. In: Os Grandes Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1973. V. XV, p. 68.

FABRI, José Augusto. Inteligência Artificial. Disponível em: <<http://www.femanet.com.br/~fabri/Info.htm>>. Acesso em: 10 jul. 1999. Não paginado.

FAVERO, Alexandre. Sistemas Especialistas. Disponível em:

<http://www.din.uem.br/ia/juridico/introdir.htm>. Acesso em 08 jul. 2000. Não paginado.

FEIGENBAUM, E.A.; & MCCORDUCK, P. The Fifth Generation: Japan's computer challenge to the World. Creative Computer. S.l: M. Morristown, 1984. p. 105.

GRECO FILHO, Vicente. *Direito Processual Civil Brasileiro*. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 1993. V.1.

GUSMÃO, Paulo Dourado de. *Introdução ao estudo do Direito*. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1982.

KELLER, ROBERT. Tecnologia de Sistemas Especialistas. Desenvolvimento e aplicação. São Paulo, Makron, McGraw-Hill, 1991.

MADALENA, Pedro; OLIVEIRA, Álvaro Borges. O Judiciário e os Sistemas Informatizados. OAB- Revista da OAB, s.l., Cadernos de Temas Jurídicos, p. 18, março/abril/2000.

\_\_\_\_\_. *Sentença por processamento eletrônico*. In Informativo Jurídico In Consulex: n.22, p.5.

\_\_\_\_\_. O Judiciário dispondo dos avanços da Informática. [S.l.: s.n.]. [2000?].

McCARTHY, J.; HAYES, P. Jayes. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In: MICHIE, D.; MELTZER, B. (Ed). Machine Intelligence

4. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1969.

MCCORDUCK, P.. *Machines Who Think*. San Francisco: Freeman, 1979.

MAIA, Alexandra Carniel Perdigão; MICHELAM, Roberto. Algoritmos Genéticos. Disponível em:

<<http://www.din.uem.br/ia/geneticos>>. Acesso em 05 jul. 2000. Não paginado.

MARQUES, José Frederico. *Manual de Direito Processual Civil*. São Paulo: Saraiva, 1975. v.3.

MINSKY, M. (Ed.). *Semantic Information Processing*. Cambridge: The MIT Press, 1968.

MÜLLER, Daniel Nehme. *Inteligência Artificial - Definições Básicas*. Disponível em:

<<http://www.ulbra.tche.br/~danielnm/ia/defbas/de.html>>. Acesso em: 16 set. 1999. Não paginado.

PATTERSON, Dan W., Introduction to artificial intelligence and expert systems. New Jersey: Prentice Hall, 1990, p.11.

PEPER, G. *Hypertext: Its Relationship to, and Potencial Impact on, Knowledge Bases Systems*. S.l.: [s.n.], 1991.

REINGOLD, Eyal. Artificial Intelligence Tutorial Review. Disponível em:

<<http://psych.utoronto.ca/~reingold/courses/ai/>>. Acesso em: 12 jul. 2000.

ROSA, Pedro Valls Feu. *The Electronic Judge*. [S.l.: s.n.]. [2000?].

ROVER, Aires José. *Representação do Conhecimento Legal em Sistemas Especialistas: o uso da técnica de enquadramentos*. 1999. Tese (Doutorado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências Jurídicas, Florianópolis.

RUSSEL, Stuart, NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a Modern Approach*. New Jersey.: Prentice Hall, 1995.

SANTOS, Moacyr Amaral. *Primeiras Linhas de Direito Processual Civil*. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 1984.

- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_ 14 ed. São Paulo, Saraiva, 1990, v.1.
- SANTOS, Nilton Agnaldo Moraes dos. *A técnica de elaboração da sentença Civil*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1997.
- SANTOS, Sylvio Silveira. *O significado da Inteligência Artificial*. Disponível em: <<http://www.globalsite.com.br/~sssantos/historic.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2000. Não paginado.
- SAVORY, S. E.(Ed.). Some Views on the State of Art in Artificial Intelligence. In: *Artificial Intelligence and expert systems*. Inglaterra: Ellis Horwood Limited, 1988. p. 21-34.
- SLAIB FILHO, Nagib. *Sentença Cível: fundamentos e técnica*. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1998.
- SLOMAN, Aaron. What is Artificial Intelligence? Disponível em: <<http://www.cs.bham.ac.uk/~axs/misc/aiforschools.html>>. Acesso em: 12 jul. 2000. Não paginado.
- THEODORO JÚNIOR, Humberto. *Curso de Direito Processual Civil*. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1988. v.1.
- TUCCI, Rogério Lauria. *A motivação da sentença no processo Civil*, São Paulo: Saraiva, 1987.
- \_\_\_\_\_. *Curso de Direito Processual Civil*: São Paulo, Saraiva, 1989, v.3.
- WINSTON, P.H. *Artificial Intelligence*. 2. ed. S.l.: Addison-Wesley Publishing Company, 1984.
- YASDANY, Masoud. *Artificial Intelligence, Principles and Applications*. S.l.:Chapman & Hall Computing, 1986.