

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DULCE MARIA HALFPAP

**UM MODELO DE CONSCIÊNCIA PARA APLICAÇÃO EM ARTEFATOS
INTELIGENTES**

Tese submetida ao PPGEP da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Produção na área de Inteligência Aplicada.

Orientador: Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

Florianópolis, setembro de 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DULCE MARIA HALFPAP

**UM MODELO DE CONSCIÊNCIA PARA APLICAÇÃO EM ARTEFATOS
INTELIGENTES**

Edson P. Paladini

Coordenador do Curso

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia de Produção e
aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Data
da aprovação: 16/09/2005

Banca Examinadora:

João Bosco da Mota Alves, Dr.
Orientador

Li Shih Min, Dr.

Elise Barbosa Mendes, Dr^a.

João Candido Lima Dovicchi, Dr.

Luis Fernando Jacintho Maia, Dr.

Luiz Alfredo Soares Garcindo, Dr.

DEDICATÓRIA

A Luiz Carlos Halfpap, meu
companheiro e amigo, a quem
devo a influência profunda
sobre meu próprio crescimento
e que partiu cedo demais.

AGRADECIMENTOS

Desejo manifestar aqui os meus agradecimentos a quantos me auxiliaram na elaboração desta tese.

Ao meu orientador e grande incentivador, Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr., por seus esforços em meu benefício e sua dedicação constante. Numa viagem que realizamos a Portugal, particularmente à cidade do Porto, tive o privilégio e a sorte de usufruir ainda mais de sua companhia e de sua esposa, Maria Bernardete Martins Alves, de passar muitas horas discutindo minhas idéias. Suas observações, sem dúvida, muito me enriqueceram. Seu senso analítico e conselhos inestimáveis sempre estiveram presentes.

Ao Prof. Luiz Fernando Jacintho Maia, Dr., por me acompanhar neste desafio. Por suas críticas, amizade e sugestões extremamente valiosas. Seu senso de humor ajudou-me sensivelmente a tornar mais brandos os momentos mais difíceis.

Ao Dr. Li Shih Min, pela sua capacidade, pelas sugestões prestimosas e críticas cuidadosas, me facilitaram a tarefa de lidar com a complexidade do tema.

Ao Prof. João Cândido L. Dovicchi, Dr., além de seu entusiástico apoio prestou-me ainda, generosamente, o benefício de seus conselhos.

À Prof^a. Elise Barbosa Mendes, Dr^a., por seus comentários, críticas e palavras encorajadoras tão úteis.

Sou igualmente grata à Mariana Graciela Terenzi, Dr^a., Prof^a de Fisiologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pela sua sabedoria, comentários, gentileza, tempo e paciência dedicados, contribuindo de forma substancial para a realização deste trabalho.

Ao Prof. José Manuel Ferreira, Dr., da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Portugal) e sua esposa, Maria Margarida da Silva Reis dos Santos Ferreira, pela hospitalidade, estímulo e entusiasmo que demonstraram por este tema.

Aos colegas e amigos do Remote Experimentation Laboratory (RexLab/UFSC), Andréa da Silva Miranda, Gilberto Medeiros de Souza, em especial, Gilberto Corrêa de Souza, extraordinariamente criativos e generosos.

Sou sinceramente grata à minha amiga, Maria Bernardete Martins Alves, bibliotecária da Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Catarina, ao conceder-me sua ajuda profissional quanto ao referenciamento bibliográfico. Além da amizade, muitas idéias valiosas me foram apontadas e foram, sem dúvida, muito proveitosas.

Ao Delegado de Polícia Civil, Jaime Martins, da 1ª Delegacia de Polícia da Comarca de São José/SC na ocasião meu superior, dotado de grande sensibilidade, por ter proporcionado meios que me auxiliaram na finalização desta tese.

Ao Dr. Mario Gentil Costa, Otorrinolaringologista, fonte de inspiração e estímulos constantes.

Ao amigo e colega Valter Lopes, pelo tempo e paciência dispensados aos problemas que se depararam.

À amiga Elisabete Schramm, por estimulantes discussões abrangendo uma vasta gama de tópicos.

À amiga, Sandra Regina Rachadel Torres, Química-Legista do Instituto de Análises Laboratoriais (IAL) do Instituto Geral de Perícias (IGP), pela curiosidade demonstrada por este tema, troca de idéias e estímulos constantes.

Meus agradecimentos finais são para a minha família: Simone Regina Halfpap, Suzana Halfpap, Nathalia Halfpap Lins, Beatriz Halfpap Lins e Lívia Halfpap Lemos do Prado e precisam ser diferenciados. Cada uma delas contribuiu do seu jeito para a realização deste trabalho. Não é difícil reconhecer o que isso lhes custou. Imensa é minha gratidão.

RESUMO

Este estudo é sobre a consciência com embasamento na teoria formulada pelo neurologista António R. Damásio. A idéia foi trabalhar com o *proto-self* mostrando sua aplicação num artefato inteligente. Contudo, trabalhou-se apenas com um dos mapas do conjunto de mapas que correspondem ao *proto-self* – o equilíbrio energético – com inspiração na fisiologia humana. Para demonstrar o funcionamento do modelo proposto, foi realizada uma simulação computacional, a qual apresentou os pontos principais do funcionamento do mesmo, colocando em prática e validando a idéia.

Palavras-chave: Artefatos inteligentes. Consciência. Equilíbrio energético. *Proto-self*.

ABSTRACT

This study is about the consciousness based on António Damásio's theory. The idea was to work with the *proto-self* in order to show its application to the intelligent artifacts. However, we worked with only one of the maps of the *proto-self*'s maps set – the energetical equilibrium – inspired by the human physiology. In order to show the running of the proposed model, a computer simulation was made which showed the main points of the running of this model putting into practice and validating the idea.

Key-words: Intelligent artifacts. Consciousness. Energetical equilibrium. Proto-Self.

LISTA DE FIGURAS

Quadro 1. Classificação de artefato.....	29
Figura 1. Síntese da Teoria Computacional da Mente.....	82
Figura 2. A Torre de Gerar e Testar.	86
Figura 3. O edifício da consciência.	99
Figura 4. Uma representação do proto- <i>self</i>	102
Figura 5. Representação do sistema consciência.....	107
Figura 6. O inter-relacionamento dos elementos do subsistema.	107
Quadro 2. Relações de interdependência dos subsistemas do sistema consciência.	109
Figura 7. Hipotálamo.....	113
Figura 8. Tronco Cerebral	113
Figura 9. Simulação computacional do sistema energético no ROBÔ HALF-2005	116
Figura 10. Diagrama representativo das classes do “Sistema Energético” do artefato ROBÔ HALF-2005.	118
Figura 11. Anatomia do Sistema Energético. Nível de detalhamento.....	118
Figura 12. Diagrama de Sequência de troca de energia dentro do ROBÔ HALF - 2005..	123
Figura 13. Esquema de troca de mensagens no sistema de energia.	124
Quadro 3. Classificação da consciência.	141

LISTA DE SIGLAS

ABC	Associativismo, Behaviorismo e Conexionismo. Tipos de aprendizados denominados por Dennett (1997)
CCE	Centro de Controle Energético
DNA [Deoxyribonucleic Acid]	Ácido DesoxiriboNucleico (ADN)
fMRI [functional Magnetic Resonance Imaging Scan]	Imagem de Ressonância Magnética funcional.
IA	Inteligência Artificial
JIRA	Japan Industrial Robot Association
JMX	Java Manegemente Extensions
NCE	Núcleo de Controle Energético
NSE	Núcleo Sensor Energético
PET [Positron Emission Tomography]	Tomografia por Emissão de Pósitrons
PF	Partes Físicas
QI	Quociente de Inteligência
RIA	Robot Institute of América
SB	Sensor Bateria
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	Sistema Nervoso Central
TGS	Teoria Geral de Sistemas
UML	Unified Modeling Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	17
1.2 Objetivo Geral:	24
1.3 Objetivos Específicos:	24
1.4 Metodologia.....	24
1.5 Resultados Esperados	26
2 ROBÔS COMO ARTEFATOS.....	28
2.1 Discutindo artefato.....	28
2.2 Histórico da Robótica.....	34
2.3 Gerações de Robôs	40
2.4 Primeira Geração: Robô <i>Pick-and-Place</i>	41
2.5 Segunda Geração: Robô <i>Play-Back</i>	41
2.6 Terceira Geração: Robô Inteligente	42
2.7 Um pouco mais sobre robôs	44
3 SOBRE CONSCIÊNCIA	45
3.1 Mente, consciência e evolução: as primeiras formas de vida na terra	46
3.2 Onde surge a consciência durante a evolução?	49
3.3 Definindo Consciência.....	51
3.4 Consciência e senso comum.....	56
3.5 Memória e aprendizado	57
3.6 Áreas cerebrais envolvidas nos diversos tipos de memória.....	60
3.7 Uma hierarquia da memória.....	63
3.8 Consciência e inteligência	66
4 MODELOS MENTAIS	71
4.1 Cérebro e mente	72
4.2 Modelo reflexivo de Velmans	78
4.3 Modelo computacional da mente de Steven Pinker	80
4.4 A Torre de Gerar e Testar de Daniel Dennett.....	84
5 MODELO DE CONSCIÊNCIA SEGUNDO ANTÓNIO DAMÁSIO.....	88
5.1 Sobre emoção, sentimento e consciência	89
5.2 Consciência e o sentido do <i>self</i>	93

5.3 Alguns aspectos do processo da consciência	97
5.4 Alguns fatos em que a consciência pode ser comprometida.....	99
5.5 As raízes do <i>self</i> : O <i>proto-self</i>	100
5.6 O <i>self</i> central.....	104
5.7 O <i>self</i> autobiográfico	105
5.8 Síntese do modelo funcional de consciência de António Damásio	106
6 UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO	110
6.1 O hipotálamo	112
6.2 Projeto energético - Implementação propriamente dita.....	116
6.3 Descrição	119
6.4 Detalhes do funcionamento do ROBÔ HALF – 2005	121
7 CONCLUSÃO.....	126
7.1 Dificuldades encontradas.....	133
7.2 Propostas para trabalhos futuros	133
REFERÊNCIAS	134
GLOSSÁRIO	140

1 INTRODUÇÃO

“De facto, quem se aplicar no presente empenhadamente ainda vai a tempo de ganhar tempo ao tempo e andar à frente do tempo”. (NOVAIS, 2002).

A presente tese é sobre a mente e a consciência humanas e de que forma elas são hoje abordadas e investigadas. Uma discussão que irá, por sua vez, apontar a importância da contribuição de outros campos do conhecimento científico e, mais recentemente, das ciências cognitivas estando suas questões principais voltadas às inovações científicas. Embora independentes, como assinala Gardner (1996, p. 22), “a sua justaposição sugere paralelos fascinantes e difíceis de prever”.

As ciências cognitivas levam em conta várias áreas de conhecimento, em especial a filosofia, a psicologia, a inteligência artificial (IA), a lingüística, a antropologia e a neurociência com os seus respectivos avanços científicos e tecnológicos. Conforme Damásio (1998), este campo de estudos tem sido extremamente frutuoso e estimulante nos últimos anos e a tendência nas próximas décadas é de um progresso ainda maior.

Para os seus empreendimentos, o computador é de importância fundamental. Desde que surgiu (meados do século XX), as probabilidades de mudar a concepção que se têm do mundo, bem como da mente, são promissoras. Assim, as ciências cognitivas podem ser consideradas como um resgate do velho problema filosófico acerca da mente humana, objetivando fornecer uma resposta científica para o problema.

A questão da mente e da consciência ainda não está bem esclarecida. Possivelmente com o desenvolvimento das ciências cognitivas, num futuro próximo, associado ao desenvolvimento da capacidade computacional dos microprocessadores irá criar, sem dúvida, uma nova geração de máquinas cujos mecanismos possam imitar nossas atividades mentais. O computador é útil não apenas como um modelo do pensamento humano, mas como uma ferramenta de grande valia para o trabalho dos cientistas cognitivos, sendo que muitos o utilizam para simular processos cognitivos. (GARDNER, 1996).

A IA, por sua vez, construída em torno da simulação computacional, é considerada por muitos cientistas (TEIXEIRA, 1990), como a disciplina fundamental das ciências cognitivas. E é por isso que em IA fala-se da elaboração de programas de computador que são modelos de nossa capacidade de pensar, de enxergar, de falar, e assim por diante. Para uma melhor compreensão desta ciência, MacCarthy (2001), assim a define:

It is the science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs. It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable.¹

Elaborar uma história precisa do desenvolvimento da IA é muito complexa. Formalmente ela iniciou-se em 1956 quando seu nome foi criado. A IA é, pois, uma das mais novas disciplinas e, embora seu aparecimento como disciplina científica só tenha ocorrido durante a II Guerra Mundial (1939-1945), a idéia de criar máquinas de um modo que os humanos consideram inteligentes é, de fato, muito antiga. Muitas vezes se confundiu com mitos, lendas, tornando difícil uma separação clara entre imaginação e realidade.

O estudo da IA requer muitas idéias, vários pontos de vista e técnicas em várias áreas do conhecimento humano. Ela fundamenta-se basicamente na filosofia, matemática, psicologia, lingüística, ciência da computação, etc., sendo que nesta última, têm-se as ferramentas que fazem da IA uma realidade. Entretanto, uma característica que lhe é comum é a idéia de que é possível criar máquinas que “pensam” por meio de estudos e da elaboração de sofisticados programas de computador.

Conforme Teixeira (1990), muitos pesquisadores entendem que a mente humana funciona como um computador e por isso, o estudo dos programas computacionais é a chave para se compreender alguma coisa acerca de nossas atividades mentais.

O poder do cérebro humano tem levado os cientistas reproduzi-lo artificialmente. É esse o trabalho desenvolvido pela IA, hoje, e um dos seus objetivos, é o de dar maior autonomia

¹ É a ciência e a engenharia aplicadas à elaboração de máquinas inteligentes, em especial programas de computador inteligentes. Ela é relacionada ao trabalho semelhante de utilizar computadores para compreender a inteligência humana, mas a inteligência artificial não precisa se restringir a métodos biologicamente observáveis. (MACCARTHY, 2001, tradução livre).

aos robôs. É este o campo de trabalho da robótica. Como ciência tecnológica, os robôs que vem desenvolvendo têm que processar vários tipos de informações; são sistemas complexos que permitem introduzir uma idéia mais apurada dessa ciência.

Diante desse panorama, para que se possa entender a biologia da consciência, faz-se necessário algum conhecimento do funcionamento do cérebro e suas implicações com a mente e a consciência. Isto representa para muitos cientistas um dos últimos mistérios biológicos a ser desvendado. Segundo Damásio (2000), não tem sido simples para a ciência tentar desvendar os mistérios da mente, mas isso não deve desencorajar aqueles que se propõem realizar esta proeza.

Tentar desvendar esse enigma não deixa de ser um grande desafio. Há aqueles que insistem que tal façanha jamais será possível; afinal, como diz Dennett (1991, p. 21), e reforçado por Calvin (1998, p. 37),

*a mystery is a phenomenon that people don't know how to think about – yet. There have been other great mysteries: the mystery of the origin of the universe, the mystery of life and reproduction, [...], the mysteries of time, space, and the gravity. These were not just areas of scientific ignorance, but of utter bafflement and wonder. We do not yet have the final answers to any of the questions of cosmology and particle physics, molecular genetics and evolutionary theory, but we do know how to think about them.*²

É significativo o fato de se viver numa sociedade que determina padrões aos modos de vida de seus indivíduos a ponto de interferir no desempenho de cada um que, por fim, acaba entrando em choque com a realidade em que se vive. Uma alteração dessas condições de existência exigiria uma mudança de atitudes não só do ponto de vista político, como também social e encontrar uma orientação mais apropriada, implicaria numa análise direcionada ao estudo das funções e ou disfunções do cérebro humano que muito pode contribuir para essa jornada, especialmente se considerado que a história, em um nível mais abrangente, não é apenas um relato do ser humano em desenvolvimento, mas do ponto de vista individual significa a história dos nossos cérebros em evolução.

² Um mistério é um fenômeno sobre o qual as pessoas não sabem o que pensar – ainda. Houve outros grandes mistérios: o mistério da origem do universo, o mistério da vida e da reprodução, [...], os mistérios do tempo, do espaço e da gravidade. Essas não foram apenas áreas de ignorância científica, mas de absoluta surpresa e perplexidade. Nós não temos ainda todas as respostas para quaisquer perguntas que possam ser feitas sobre cosmologia e física das partículas, genética molecular e teoria evolutiva, mas pelo menos sabemos como pensar sobre elas. (DENNETT, 1991, p. 21- 22, tradução livre).

Nessa direção, torna-se relevante perguntar quais os fatores, tanto individuais como sociais, que ocasionam as similaridades ou mesmo as diferenças dos cérebros humanos. No mesmo nível de questionamento estão os fatores genéticos, ambientais e evolucionários influenciando o comportamento, as crenças e a estrutura do cérebro de um indivíduo. O que está em discussão parece relacionar-se intimamente com a questão do “conhecimento”, isto é, até que ponto o conhecimento científico, em especial aquele que se refere aos mecanismos do cérebro está vinculado à genética ou a convicções ideológicas, são questões que no decorrer da discussão tentar-se-á esclarecer.

A preocupação do homem de conhecer, entender e prever aspectos do mundo exterior, é muito antiga. Porém, para que essas previsões possam se concretizar vai depender da chegada de informações que o nosso corpo recebe a todo instante, tais como: luz, som, flutuações de temperatura, sensibilidade ao paladar e olfato, entre outras. O que ocorre é que no nosso corpo essas informações são processadas em relação a outras e transformadas em sinais elétricos que atingem estruturas nervosas especializadas, até atingirem as regiões centrais do cérebro e esses sinais, ao interagirem uns com os outros, produzem certos tipos de resposta. Saber que tipo de resposta, eis a questão. Seria um pensamento? Afinal, o que é um pensamento? Como diz Rose (1984, p. 28), “e se a totalidade dos sinais elétricos é representada em outro sistema de referência, na “mente”, então qual é a natureza dos vínculos entre a mente e o mundo exterior?”. Se alguma coisa existe é porque há mentes pensantes que a percebe e não teria qualquer existência se não tivesse quem a percebesse, isto é, tal coisa não existe para a percepção individual, ou por estar além da capacidade do organismo identificar.

O que se conhece do mundo, a interpretação que se faz desse mesmo mundo, são feitos em razão do funcionamento do nosso próprio cérebro, ou seja, nos moldes de uma lógica interna que é própria dos nossos mecanismos cerebrais formados através da experiência particular, quando na verdade, esse mundo deveria ser visto e interpretado como um processo externo ao cérebro como realmente ele é. Sob esse aspecto, independente das dúvidas filosóficas, o autor antes mencionado esclarece:

[...] nós funcionamos baseados na suposição de que o que nossos olhos transmitem ao nosso cérebro sobre o mundo exterior é real. Contudo, de

alguma forma, somos todos solipsistas³; o mundo exterior é visto e reinterpretado através do olho de nossa mente, e é essa percepção que importa quando se lida com ele. (ROSE, 1984, p. 29-30).

Em outras palavras, a visão que cada indivíduo tem do mundo, como o interpreta, etc., se dá de forma subjetiva.

Sobre isso, pode-se fazer uma analogia com a “Alegoria da Caverna” de Platão (2002), sendo um dos temas mais ricos e discutidos em toda a história da filosofia, válido em qualquer tempo. Grande parte dos componentes inclusos em seus registros, tais como “caverna”, “prisioneiro”, “sombras”, etc., exige muita reflexão. É um alerta à condição em que se encontra a humanidade para se libertar do obscurantismo para o mundo exterior, ou seja, o mundo das verdadeiras idéias ou da verdadeira realidade. Platão defende que ver, aprender a pensar e tirar conclusões são atitudes individuais, porém, nem sempre é assim. No cotidiano, está-se rodeados de exemplos. Um deles seria a televisão. De um modo geral, é um instrumento utilizado para impedir que se pense, que se questione a realidade, impondo opiniões pré-estabelecidas como incontestáveis. Sair das “sombras”, portanto, é um grande desafio.

Na verdade, se reconhece desde há algum tempo que para um estudo adequado dos mecanismos cerebrais são necessárias abordagens transdisciplinares⁴. Os relatos de Rose (1984, p. XX), mostram essa necessidade. O cérebro é uma estrutura complexa, assim como, a própria terminologia que lhe é inerente para uma única área de conhecimento. Com o auxílio de outros campos de conhecimento, busca-se argumentos para interpretações específicas de fenômenos do cérebro e da mente e contribuem não apenas com suas parcelas de conhecimento, como também para uma compreensão do todo, para uma visão sistêmica.

Orientações importantes de algumas áreas de conhecimento científico, são discutidas nos capítulos que compõem a presente tese, assim distribuídos:

O capítulo 1, a introdução, apresenta um sumário do assunto proposto.

³Filos. Doutrina segundo a qual a única realidade no mundo é o eu “o equivalente concreto do que os filósofos chamam de solipsismo, isto é, da atitude que consiste em sustentar que o eu individual de que se tem consciência, com as suas modificações subjetivas, é que forma toda a realidade”. (FERREIRA, 1999).

⁴ O termo foi adotado no Primeiro Congresso Mundial da Transdisciplinaridade, Convento da Arrábida, Portugal, 2-6 novembro, 1994.

No Capítulo 2, investiga-se o conceito de artefato, a sua associação com a robótica e um breve histórico desta ciência a partir de seus fundamentos. Discute-se os paradigmas, ou a dinâmica dos paradigmas das gerações de robôs já existentes.

O Capítulo 3 aborda o problema da consciência de uma forma geral. Analisa-se alguns conceitos de mente e de consciência a partir da definição do dicionário, assim como o que a consciência representa para a filosofia, para a medicina, para alguns cientistas e para os pesquisadores de IA.

O Capítulo 4 trata de Modelos Mentais, onde são discutidos sob a ótica dos seguintes cientistas: Max Velmans, Steven Pinker e Daniel Dennett.

O Capítulo 5 trata do modelo de consciência de António Damásio, baseado em seu livro - “O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções e ao conhecimento de si” (2000). Uma teorização sobre os processos da consciência e como eles ocorrem na condição humana normal, vista da perspectiva da neurobiologia que tentar-se-á implementá-la em artefatos inteligentes.

O Capítulo 6 é sobre a aplicação do modelo de consciência de António Damásio em artefatos inteligentes, especificamente ao se propor um modelo de robô inteligente dotado dos mecanismos formais de consciência, pelo menos, no nível elementar do *self* – o *proto-self*.

No Capítulo 7, são apresentadas as conclusões. Uma síntese sobre o que foi exposto e discutido. E, para finalizar, são apontadas as dificuldades encontradas e as propostas para trabalhos futuros.

Por último, as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração da presente tese e um pequeno glossário.

1.1 Justificativa

No processo de propor um modelo de consciência para ser aplicado num artefato que possa ser considerado inteligente, foram selecionados alguns modelos mentais para conduzir esta idéia e entre os estudados, foi contemplado o modelo de mente consciente de Damásio.

É evidente que esta idéia só conseguiu arranhar a superfície do complexo campo de estudo que é a consciência. Ainda assim, se espera ter contribuído de alguma forma quando se direcionou o modelo proposto para um artefato inteligente, especificamente, o ROBÔ HALF – 2005, assim intitulado, servindo como exemplo de aplicação.

A robótica não é ficção científica. É uma ciência em expansão e transdisciplinar por natureza, envolvendo várias áreas de conhecimento, tais como: microeletrônica, computação, engenharia mecânica, inteligência artificial (IA), física (cinemática), neurociência, entre outras.

O uso crescente e intensivo de robôs como meio de produção é cada vez mais freqüente. No setor industrial tem sido dominante, aliás, a primeira aplicação dos robôs surgiu em fábricas e até hoje a aplicação deles nesse setor, é dominante. Mas eles são de grande utilidade também em muitas outras aplicações: em medicina, em automação de escritórios, em serviços de segurança, etc. Com a revolução da informática que o mundo vive, a utilidade dos robôs é cada vez mais evidente e necessária.

Ao trabalhar com a consciência para aplicação em artefatos que possam vir a ser considerados inteligentes, não se faz menção à consciência moral, pois esta não é o objeto deste trabalho. Aqui, o significado da consciência está orientado sob a ótica de alguns pesquisadores e, basicamente, sob o ponto de vista de António Damásio em suas obras: “O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si” (2000) e “O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano” (2001a). Sua proposta fundamenta-se na investigação das estruturas biológicas das emoções e da consciência humana. Nestes termos, o autor argumenta que a consciência e emoção são inseparáveis e que a emoção, por sua vez, é inseparável de um estado do corpo.

Não existe ainda um consenso entre os estudiosos para o problema da consciência quanto ao seu significado e no que diz respeito à compreensão dos seus substratos biológicos. E, entre as pessoas leigas neste assunto, também tem havido uma certa confusão para

entender a dinâmica desse processo. Normalmente, para elas, mente e consciência se confunde assim como, consciência e consciência moral. Sobre estas últimas, Damásio (2000, p. 47), esclarece quando argumenta que:

Quando falamos em consciência, referimo-nos ao conhecimento de qualquer objeto ou ação atribuída a um *self*, ao passo que consciência moral concerne ao bem ou mal que podem ser discernidos em ações ou objetos.

E entre consciência e mente, a distinção também se faz necessária. Sob esse aspecto, Damásio (2000, p. 47), assim se refere:

Consciência é parte da mente relacionada ao sentido manifesto do *self* e do conhecimento. A mente não é apenas consciência, e pode haver mente sem consciência, como descobrimos em pacientes que possuem uma mas não a outra.

Em relação a isso, se considerou um fato que a imprensa divulgou recentemente. Trata-se do caso do americano Terry Wallis na cidade de Mountain View, em Arkansas, que saiu de um coma de dezenove anos para surpresa dos médicos e das pessoas em geral. Vítima de um acidente automobilístico em 1984, ficou tetraplégico. Esse acontecimento sugere que esse paciente havia perdido a consciência e que a mente permaneceu durante todo o tempo em que esteve inconsciente. (DIVULGADO, 2003, p. 80-81).

Talvez se possa dizer que um caso como esse faz parte de um dos mistérios da mente relacionado à consciência. Solucionar o mistério da consciência não significa solucionar também todos os mistérios da mente. Como arremata Damásio (2000, p. 48), “A consciência é um ingrediente indispensável da mente humana criativa, porém não é toda a mente humana e, a meu ver, tampouco é o ápice da complexidade mental”.

A confusão realmente existe. Entretanto, com a ajuda da ciência é possível fazer distinções entre tais fenômenos e, hoje, ela já possui plenas condições de distinguir outros componentes da mente humana.

De acordo com Damásio (2000), os mecanismos da consciência permitem que se tome conhecimento não só do que ocorre conosco, mas também do que acontece de forma mais ampla, ou seja, o mundo. Em outras palavras, consciência é uma função mental que faz

com que se sinta ímpar no mundo, logo, permite o reconhecimento de outras pessoas, de outros seres, de objetos, enfim, de tudo o que estiver ao alcance de reconhecer.

Normalmente, quando se trata da questão cérebro e mente, a mente é tratada de forma isolada, como uma seqüência da atividade dos neurônios, centrando a discussão em torno deles como se fosse possível funcionarem isolados do resto do corpo, referendando a visão dualista de René Descartes. No entanto, hoje se defronta com teorias inovadoras como a de António Damásio, por exemplo, que trata do fenômeno mental no contexto de um organismo interagindo com o ambiente que o rodeia. Do seu ponto de vista, mente e organismo são entidades integradas. Tem como referência básica o corpo, sem este, ela (a mente), jamais teria existido. A partir daí, “a mente pode então ocupar-se de muitas outras coisas, reais e imaginárias”. (DAMÁSIO, 2001a, p. 17). Para ele, esta idéia sustenta-se nas seguintes afirmações:

- a) O cérebro humano e o resto do corpo constituem um organismo indissociável, formando um conjunto integrado por meio de circuitos reguladores bioquímicos e neurológicos mutuamente interativos (incluindo componentes endócrinos, imunológicos e neurais autônomos);
- b) o organismo interage com o ambiente como um conjunto: a interação não é nem exclusivamente do corpo nem do cérebro;
- c) as operações fisiológicas que denominamos por mente derivam desse conjunto estrutural e funcional e não apenas do cérebro [...]. (DAMÁSIO, 2001a, p. 17).

Esta explicação mais abrangente para a questão cérebro e mente que inclui o organismo, só foi possível através de investigações de perturbações da memória, da linguagem e do raciocínio feitas por Damásio e fundamentadas no seu trabalho clínico experimental em pacientes neurológicos afetados por lesões cerebrais. Neste contexto, o organismo é referência básica para as interpretações que se faz do mundo do qual se faz parte e para a construção da subjetividade que é parte essencial das próprias experiências. Sob esse aspecto, “os nossos mais refinados pensamentos e as nossas melhores ações, as nossas maiores alegrias e as nossas mais profundas mágoas usam o corpo como instrumento de aferição”. (DAMÁSIO, 2001a, p. 16-17).

Para chegar aonde se pretende, faz-se necessário voltar ao início de tudo e, esse “início de tudo” que se faz alusão, diz respeito a Darwin com a sua teoria da evolução, a qual abala os alicerces do pensamento criacionista incontestável até então. O legado de Darwin tem

proporcionado inúmeros cientistas da atualidade a ampliar e preencher lacunas em sua teoria, porém, só muito recentemente. Daniel Dennett (1998, p. 20), um dos mais importantes filósofos contemporâneos, não tem dúvidas em afirmar que a teoria da evolução de Darwin foi o que de mais importante aconteceu no pensamento humano, mas reconhece que ela apresenta grandes lacunas. A maior delas em sua opinião, é que

Darwin não chegou a descobrir o conceito básico sem o qual a teoria da evolução é inútil: o conceito de **gene**. [...]. O ponto fundamental do darwinismo contemporâneo, a teoria da reprodução e evolução baseada no DNA, é hoje incontestável entre os cientistas. [...]. Ela unifica toda a biologia e a história do nosso planeta em uma única e grandiosa história.

Sem dúvida, a teoria da evolução de Darwin, é uma das contribuições fundamentais, senão a mais notável entre as que se utilizou para a elaboração deste trabalho – “Origem das Espécies” [196-]. Ela oferece um meio surpreendentemente versátil de esclarecer alguns enigmas proporcionando abordar e explicar dentro do possível alguns pontos, a saber: o que somos realmente? De onde viemos? Como o ser humano chegou a ser o que é hoje? Um ser pensante consciente inteligente... Expor e tentar esclarecer pouco a pouco essas questões é um dos propósitos deste estudo. Certamente essas mesmas indagações podem ser respondidas por alguma religião, crença, misticismo, mitologia. Mas, quando se optou pela teoria evolucionista, se procurou um caminho diferente daqueles tradicionais, levando em conta a ciência como uma forma mais segura de responder essas velhas questões que acompanham a humanidade.

A explicação científica darwiniana leva a uma série de passos graduais para explicar essas questões. Como diz Thomas Burke (2002, p. 14), “vida é um fenômeno essencialmente biológico e, se quisermos compreendê-la de fato, precisamos ir às suas bases mais profundas, às suas raízes, sem fazer concessões”. Continuando, Burke (2002, p. 31-32), reforça essa idéia quando diz que a teoria da evolução de Darwin,

Atualizada pelas modernas teorias genéticas e da complexidade auto-organizante, nos fornece uma sólida e bem fundamentada maneira de compreender, não só o aparecimento, mas também o funcionamento das diferentes espécies de seres vivos e do homem.

E complementa com a seguinte afirmação:

[...] tudo em nossa mente é o produto de uma construção por assimilação interativa entre o sujeito e o meio, no qual nada é definitivo.[...] que a mente, (inteligência, memória, consciência, conhecimento, pensamento, lógica, etc.) talvez possa ser explicada biologicamente [...]. (BURKE, 2002, p. 18).

Além destes, o processo de aprendizagem, é outro aspecto importante a ser considerado. Segundo esse pensador, o processo de aprendizagem tem como essência o estímulo-resposta-reforço detalhadamente estudado pelos behavioristas como Skinner, por exemplo, muito utilizado para ensinar animais e até mesmo o próprio homem, a se comportarem da forma desejada pelo homem. A capacidade de aprender parece se estender a todas as espécies animais, mas é variável no que diz respeito à capacidade de cada uma. Qual seria então a relação entre genes, aprendizagem, máquinas propriamente ditas e “máquinas vivas?” Uma maneira de se traçar uma analogia entre os genes e as máquinas propriamente ditas e suas formas de programações antecipadas mais adequadas de comportamentos futuros em ambientes imprevisíveis, é incluir em ambos, a capacidade aprender.

Ao se propor um modelo de robô que possa ser considerado inteligente, se leva em consideração o seguinte ponto: de que maneira se pode comparar o comportamento dos genes ao das máquinas de forma que suas programações antecipadas de comportamentos futuros em ambientes imprevisíveis sejam as mais adequadas? Uma forma seria incluir não só na programação das máquinas de sobrevivência (máquinas vivas) como na programação das máquinas propriamente ditas, a capacidade de aprender. Segundo Burke (2002), isso é possível através da codificação de instruções do tipo prazerosas e de instruções de coisas desagradáveis. Não é muito difícil de se estabelecer uma relação de coisas que proporcionam prazer, assim como daquelas que são incômodas. Em todo caso, o autor relaciona algumas instruções. Entre as coisas prazerosas, alguns exemplos como, estômago repleto, temperatura agradável, entre tantas outras; e das coisas que incomodam, pode-se citar: dor, desconforto, tristeza, etc. Na realidade, o que isto implica é que aquilo que dá prazer é mais interessante e permite que se repita a experiência, ao contrário daquilo que na maioria das vezes são desagradáveis.

De acordo com Burke (2002), tais atitudes parecem “facilitar” os genes lidarem com diferentes situações ambientais muitas vezes difíceis de prever em detalhes. Dessa forma, os genes não precisarão elaborar tais listas detalhadas de tudo que a máquina de

sobrevivência precisa para crescer, sobreviver, se reproduzir, nas diversas situações que tiver que enfrentar e o mesmo, pode ser estendido a uma máquina propriamente dita.

Em analogia com programas computacionais, o jogo de xadrez parece ser bem apropriado neste momento. É uma maneira de incluir na sua programação a capacidade de aprender. Através de uma série de regras, bem como de operações bem definidas com a finalidade de solucionar problemas por etapas (algoritmos), é permitir ao computador aprender cada vez mais; buscando as melhores alternativas, selecionando os possíveis melhores lances e evitando repetir jogadas que possam comprometer a partida. Seguindo essa idéia, um robô inteligente vai orientar-se através da codificação das instruções evidentemente escritas em uma linguagem formal. Usando a metáfora da lista das coisas prazerosas e da lista das coisas desagradáveis, a tendência é executar tarefas com resultados confiáveis e precisos.

Retomando o início desta reflexão, salienta-se, que os fundamentos da teoria da evolução, base deste estudo, vai mais além. Segundo Dennett (1998), a própria IA têm suas raízes na idéia de Darwin. Quanto a isto, o autor estabelece: “seu nascimento, quase profetizado pelo próprio Darwin, foi assistido por uma das demonstrações mais impressionantes do poder formal da seleção natural [...]”. (DENNETT, 1998, p. 28).

Neste estudo trabalhou-se com o princípio de qualquer artefato inteligente que é o Sistema de Auto-Regulação e no contexto deste trabalho é interpretado nos moldes da homeostasia, como demonstrado no decorrer da discussão.

O desafio desta proposta consiste em mostrar que a teoria de consciência de Damásio, formulada para seres humanos, pode ser formalizada (pelo menos em parte) e implementada em artefatos que possam vir a ser considerados inteligentes.

Este trabalho está alicerçado em alguns cientistas e pesquisadores de renome. Referências a certos autores em especial, cooperaram enormemente para a sustentação desta idéia. A apresentação de alguns conceitos fundamentais sob diferentes pontos de vista, fornecem crédito para uma melhor compreensão desta temática. Em suma, o conjunto de todas essas contribuições, são, por assim dizer, o fio condutor desta proposta.

1.2 Objetivo Geral:

Propor um modelo de consciência possível de ser aplicado em artefatos inteligentes.

1.3 Objetivos Específicos:

- a) Estabelecer o conceito de artefatos inteligentes, usado neste trabalho;
- b) apresentar conceitos de consciência através de uma abordagem transdisciplinar;
- c) discutir modelos de consciência, assim como as características fundamentais da consciência;
- d) discutir os modelos de *self* na visão de António Damásio e estabelecer conexões entre as emoções para o entendimento da individualidade dos diferentes tipos de *self*;
- e) discutir conceitos de mente, como ela surge e como permite ao ser humano ver, pensar, sentir e interagir com o mundo;
- f) propor um exemplo de aplicação do modelo formal de consciência de Damásio em artefatos inteligentes.

1.4 Metodologia

A temática principal desenvolvida neste estudo está orientada ao campo das atividades cognitivas que são ligadas à realização de determinadas tarefas. Assim, essas são norteadas por certos objetivos baseados na representação de certas situações. Num primeiro momento, chamar-se-ia essas atividades de compreensão, raciocínio e resolução de problemas.

Buscando explicações para compreender e esclarecer o funcionamento cognitivo, Richard ([199-], p. 6), explora com suficiente profundidade esta temática, descrevendo da seguinte forma:

O funcionamento cognitivo deve ser considerado como o funcionamento de um sistema. Em um primeiro nível, a descrição do sistema cognitivo pode se apresentar como a descrição das funções utilizadas no sistema e de sua organização. Ela é análoga àquela que se poderia fazer de um sistema artificial de tratamento da informação.

Simplificando, o autor assim se refere à questão: “[...] o sistema cognitivo é descrito pelas atividades que realizam estas funções no homem. (RICHARD, [199-], p. 6).

Este trabalho começa com uma súpula do que se pretendeu desenvolver. Logo após, são apresentados conceitos de artefato de alguns dicionários para uma melhor compreensão deste termo e sua associação com a robótica. Examinaram-se alguns conceitos de mente, de consciência, sob diferentes pontos de vista para, em seguida, discorrer sobre alguns modelos mentais explorados por alguns cientistas, com ênfase ao modelo de consciência exposto pelo neurologista António Damásio. Mais adiante, é apresentada uma proposta que se resume na aplicação de um aspecto do modelo de consciência de Damásio em artefatos inteligentes, seguida das conclusões e da bibliografia utilizada para a feitura deste trabalho.

Apesar do grande interesse transdisciplinar no estudo da consciência, constata-se muitas deficiências. Em geral, são de origem metodológicas. Contudo, os contatos com outras áreas de conhecimento, tais como filosofia, neurociência, física, ciência da computação, IA, biologia, antropologia e mais, permitem aos interessados neste campo de estudo encontrar meios de abordar o fenômeno da consciência de forma mais aprofundada. No caso específico da IA, esta integração é relevante. Desta forma, a variedade de esforços serão, sem dúvida, úteis e prometem contribuir de forma substancial para uma mesma finalidade: esclarecer e motivar essa idéia.

A idéia central deste trabalho consiste em avaliar a concepção que se têm de consciência partindo de algumas indagações que se considera inerentes ou mesmo oportunas para iniciar este estudo. Por exemplo: a consciência existe? O que ela significa? O que se têm em mente quando se pensa a respeito? Acredita-se que esses questionamentos poderão conduzir ao progresso do estudo desta temática.

A preocupação dispensada a este assunto é relativamente recente. Até então bem pouca atenção era dada a este tema e o que está acontecendo hoje, é um grande e renovado interesse nessa área. As abordagens são as mais variadas possíveis.

A amplitude desse campo de estudos acaba gerando sérias controvérsias entre os pesquisadores bem como na literatura de um modo geral, uma vez que cada área de

conhecimento procura explicar a consciência através de sua ótica. O que se propõe aqui, como já mencionado, é abordar esta temática através de uma perspectiva transdisciplinar. Só assim, se acredita ser possível avançar neste assunto.

Os fundamentos metodológicos da presente tese concentram-se no estudo de modelos mentais, a idéia que se têm de consciência, se é possível descrevê-la, o que se pensa sobre ela. É uma pesquisa documental bibliográfica primária e secundária, com a atenção focada principalmente nos seguintes autores: António Damásio, Daniel Dennett, Max Velmans e Steven Pinker, entre outras contribuições.

Dos modelos de consciência estudados, foi eleito o do neurologista António R. Damásio que aborda o problema da consciência da perspectiva da neurobiologia e ressalta a questão do *self* como essencial para a explicação da consciência. Com base em seus fundamentos teóricos, tentou-se aproximar o máximo possível o seu modelo das máquinas, o melhor dizendo, de artefatos inteligentes. Como exemplo de aplicação é apresentado um modelo de robô inteligente com os mecanismos formais da consciência, considerando os aspectos iniciais do *self* - o *proto-self*, porém, restrito a duas estruturas do tronco cerebral, mas não na sua totalidade e ao hipotálamo. Quanto a este último, limitou-se apenas ao equilíbrio energético.

Para demonstrar o funcionamento do modelo proposto, foi elaborada uma simulação computacional, a qual apresentou os pontos principais do funcionamento desse modelo, validando a idéia.

1.5 Resultados Esperados

Pretende-se com o modelo adotado conseguir futuras implementações em artefatos inteligentes de um modo geral e verificar a sua aplicabilidade.

O que se pretende neste trabalho consiste basicamente em:

- a) Discutir a questão da mente e da consciência através de uma visão transdisciplinar;

- b) esclarecer o conceito de artefato associado à robótica;
- c) apresentar alguns modelos mentais;
- d) selecionar um modelo de consciência para aplicação em artefatos inteligentes;
- e) propor uma estrutura lógica capaz de representar as bases da consciência.

2 ROBÔS COMO ARTEFATOS

“[...] as mensagens entre o homem e as máquinas, entre as máquinas e o homem, e entre a máquina e a máquina, estão destinadas a desempenhar papel cada vez mais importante”.
(WIENER, 1968).

Antes de discorrer sobre robôs, considera-se pertinente neste momento, colocar em discussão o conceito de *artefato* e demonstrar como essa palavra se relaciona com a robótica. Tais termos, aparentemente parecem ser distintos, justamente porque a idéia inicial que se tem de artefato é que se trata de alguma coisa elaborada artesanalmente, mais rudimentar. Em geral, não é bem assim. Pode-se observar que existem outras perspectivas a serem adotadas.

2.1 Discutindo artefato

Sobre o significado do termo artefato utilizado nesta proposta, buscou-se suporte em alguns dicionários,⁵ como segue:

Autor	Conceito de artefato
Bueno (1983).	Produto da indústria.
Ferreira e Luz ([198-]).	a) Produto da indústria. Var. de artefato; b) Do lat. Arte factu, ‘feito com arte’; var. de artefacto.
Ferreira (1999).	a) Qualquer objeto manufaturado; peça; b) Observação ilusória durante uma medição ou experiência científica e que se deve a imperfeições no método ou na aparelhagem.

⁵ Os dicionários não necessariamente contemplam definições técnicas, todavia se foi buscar de outras fontes para ajudar a esclarecer temas como: artefato, mente, consciência, memória que são tratados neste trabalho.

Continuação do quadro 1.

Merriam-Webster (2004) ⁶ .	<p>a) <i>Something created by humans usually for a practical purpose; especially: an object remaining from a particular period <caves containing prehistoric artifacts>;</i></p> <p>b) <i>something characteristic of or resulting from a human institution or activity <self-consciousness ... turns out to be an artifact of our education system – Times Literary Supplement>;</i></p> <p>c) <i>a product of artificial character (as a scientific test) due usually to extraneous (as human) agency - ar.ti..fac.tu.al adj.</i></p>
Houaiss (2001).	<p>a) Produto de trabalho mecânico; objeto, dispositivo, artigo manufaturado;</p> <p>b) aparelho, engenho, mecanismo construído para um fim determinado [...].</p>

Quadro 1. Classificação de artefato.

Ferreira (1999), inicia a explicação dizendo que artefato pode ser “qualquer objeto manufaturado [...]”. Verifica-se então, como ele se refere à manufatura:

Do lat. med. manufatura.

S. f.

- a) Trabalho manual;
- b) obra feita à mão;
- c) grande estabelecimento industrial; fábrica, indústria;
- d) produto de estabelecimento dessa espécie; artefato.

Em geral, as interpretações apresentadas mostram algo em comum. Neste caso, utiliza-se aquelas do Dicionário Houaiss (2001), que são consensuais com as demais.

Se artefato é qualquer objeto feito à mão, então se deduz que artefato pode ser várias coisas. Com efeito, as explicações ora apresentadas são consideradas significativas quando se associa artefato à robótica, bem como ajudam a esclarecer, inclusive, o título deste trabalho.

⁶ a) Alguma coisa criada pelo homem, geralmente para uma finalidade prática; especialmente: um objeto remanescente de um período específico (cavernas contendo *artefatos* pré-históricos); b) alguma coisa característica de, ou resultante de uma atividade ou instituição humana – *self-consciousness...* resulta num *artefato* de nosso sistema de educação – Times Literary Supplement; c) um produto de caráter **artificial** (assim como em um teste científico) geralmente devido a uma ação externa (humana). (MERRIAM-WEBSTER, 2004. Tradução livre).

À vista disso, recorre-se à história para tornar mais compreensível esta polêmica com o seguinte questionamento: a partir de quando o homem começou a construir artefatos? Uma resposta imediata seria: a construção dos primeiros artefatos que se tem notícia, remonta à história da origem do comportamento humano e à evolução da inteligência e Wilson (1975 apud BURKE, 2002, p. 179-180), resume bem toda essa trajetória quando diz que:

Os homens mais primitivos, ou homens-macacos, começaram a andar eretos quando passaram a viver a maior parte ou a totalidade do tempo no chão. Suas mãos ficaram livres, a manufatura e manipulação de artefatos tornou-se mais fácil e a inteligência cresceu à medida que o hábito de utilização de ferramentas foi aprimorado. Com a capacidade mental e a tendência a usar artefatos aumentando mutuamente, toda a cultura material expandiu-se. A espécie dirigiu-se, então, para a trilha dupla de evolução: a evolução genética pela seleção natural ampliou a capacidade de desenvolvimento da cultura, e a cultura aumentou a aptidão genética daqueles que dela faziam máximo uso. A cooperação durante a caça foi aperfeiçoada e proporcionou um ímpeto novo à evolução da inteligência, a qual, por sua vez, permitiu sofisticação ainda maior no uso de ferramentas, e assim por ciclos repetidos de causalidade. A distribuição das atividades de caça e de coleta de outros alimentos contribuiu para aguçar as habilidades sociais.

Ilustrando esta citação, menciona-se algumas cenas do filme de Kubrick - “2001: Uma Odisseia no Espaço” (1968), quando um macaco faz uso de um pedaço de osso da carcaça de um animal e ao bater com ele com uma das mãos, descobre a partir daí, a ampliação do poder da sua força. A aptidão para manipular e criar outros instrumentos equivalentes e utilizar para determinados fins demonstra já ter adquirido a capacidade de abstração, dando início à construção do edifício da civilização. O ato de manipular aquele objeto e fazer uso dele, não vem sozinho. Ele utiliza o seu cérebro, as suas mãos, para executar aquela tarefa. Em outras palavras, o resultado da força daquele ancestral do homem, revela que ele já dispõe dos primeiros equipamentos cognitivos para realizar algumas atividades mentais com funções essenciais à sobrevivência: do acaso à necessidade, a vida fez emergir a consciência. São cenas inusitadas que resumem graficamente o texto antes citado.

De fato, ao longo do processo evolucionário, o homem desenvolveu seu cérebro, sua inteligência, sua capacidade de raciocínio, a linguagem e outras habilidades bem mais poderosas e complexas do que qualquer outra espécie. Isso quer dizer que o homem atingiu um certo nível de conhecimento o que é fundamental para a sua sobrevivência, assim como para qualquer animal.

O conhecimento permitiu ao homem a capacidade de construir desde uma simples lança para abater uma caça para o seu sustento e de sua família, ao mais sofisticado projeto de uma bomba atômica. Refletindo sobre tudo isso, destaca-se a questão do conhecimento como condição primordial para a construção de artefatos de um modo geral.

Ampliando um pouco mais essa discussão, Dennett (1998, p. 151), complementa:

Se isso estiver certo, então todas as realizações da cultura humana – linguagem, arte, religião, ética, a própria ciência – são artefatos (ou artefatos de artefatos...) do mesmo processo fundamental que desenvolveu as bactérias, os mamíferos e o *Homo sapiens*.

Seu pensamento é corroborado por Burke (2002, p. 260).

Em conformidade com o historiador Burns (1972), a história registra que os primeiros artefatos criados pelo homem aparecem no período do Paleolítico Inferior, quando o homem de Neanderthal já fazia uso de alguns instrumentos como armas e utensílios que suprissem as deficiências da força muscular. A princípio, eram simples galhos de árvores utilizados como porretes. Depois, descobre que lascando as pedras poderia dar-lhes gumes cortantes. A parte mais grossa da pedra (o que sobrava), era segurada na palma da mão, dando origem ao machado manual desempenhando as funções de rachador, serra, faca e raspador. No final desse período, surgem métodos mais aperfeiçoados de lascar a pedra. Passa a utilizar as próprias lascas dando início à manufatura de pontas de lanças, facas, perfuradores e raspadores bem mais eficientes.

No Paleolítico Superior, o Homem de Cro-Magnon convive com instrumentos e utensílios mais aperfeiçoados e com mais variedades. Utiliza além das lascas de pedra e hastes de ossos, outros materiais como o chifre de rena e o marfim. Exemplos de artefatos mais complicados começam a surgir - a agulha de osso, o anzol, o arpão e a flecha. O uso de roupas (feitas de peles de animais costuradas umas às outras) já aparece, visto o homem desse período ter feito botões de ossos e de chifres e por ter inventado a agulha.

É provável que o homem de Cro-Magnon utilizava adornos feitos de dentes de animais e conchas perfurados. Contudo, a suprema realização do Homem de Cro-Magnon, foi a sua arte - escultura, pintura, entalhe e gravação - se acham bem representados em uma clara

evidência de que está registrando os seus construtos, o que já pode diferenciá-lo de outros animais. (BURNS, 1972). Neste contexto, infere-se que:

Pela arte o homem primitivo teria começado a refletir, dando um enorme salto no desenvolvimento cognitivo, desenvolvendo um cérebro com um excesso de possibilidades criativas, usadas para a solução de problemas mais complexos e para a arte. Com isso vão aparecendo as várias subjetividades no ser humano. Os padrões rígidos coletivos sendo alterados em várias culturas, com valores e modos de viver diversos. (PACHECO; SILVA FILHO, 2004).

No período Neolítico, as armas e os instrumentos de pedra passaram pelo método do polimento através do atrito, ao contrário dos períodos anteriores, quando utilizava o sistema de fratura e separação de lascas. O nível de progresso material é bem mais expressivo, sobretudo no que diz respeito ao desenvolvimento da agricultura e da domesticação de animais.

O homem do neolítico era produtor de alimentos. Tais circunstâncias demonstram que o homem desse período começa a sedentarizar-se. O aumento mais rápido da população torna-se viável favorecendo o desenvolvimento das instituições: a família, a religião e o estado. É provável que uma das causas da origem do estado, talvez a mais importante, remonta no desenvolvimento da agricultura. Inventou os primeiros barcos e jangadas, o que contribuiu para a sua difusão para várias partes do mundo. Destacam-se ainda as artes de tecer e fiar pano. Foi o primeiro a fabricar cerâmica e descobriu o fogo através do atrito. Observa-se que a faculdade inventiva do homem do neolítico era bem mais aguçada do que a dos seus antepassados. Novos instrumentos e habilidades técnicas são acrescentados ao seu arsenal. Construiu casas de madeira e barro secado ao sol e no final desse período, descobriu a possibilidade do uso dos metais e já apareciam alguns instrumentos de cobre e ouro entre os demais artefatos do seu cotidiano. Em resumo, segundo Burns (1972), as verdadeiras pedras angulares da cultura neolítica foram, sem dúvida, a domesticação de animais e o desenvolvimento da agricultura.

Um grande passo no desenvolvimento da espécie humana foi a possibilidade de usar uma linguagem. A invenção da escrita tornou possível estocar informação e conhecimento fora do cérebro humano e tudo leva a crer que num certo sentido, a invenção da linguagem escrita indica o nascimento da ciência. Entretanto, não se pretende aprofundar esta

discussão porque tende a ultrapassar as fronteiras desta proposta, ou seja, trabalhar com o conceito de *artefato*, termo tão utilizado e nem sempre bem compreendido, porém, não no sentido lato, mas restrito à construção de objetos de uma maneira geral.

Esse retrospecto histórico é importante na medida que favorece o reconhecimento que homem, ao longo do seu processo evolutivo, atingiu uma enorme capacidade intelectual. Isso lhe permitiu desenvolver uma extraordinária cultura e a tendência, é avançar sempre porque a busca do conhecimento não cessa e não pode ser interrompida; faz parte da natureza humana.

No princípio, os procedimentos eram extremamente simples e rudimentares e nem poderia ser diferente. Entretanto, quando o homem foi se tornando mais criativo e exigente, esses mesmos artefatos evoluem e adquirem contornos mais sofisticados, com outras utilidades e com mais aplicações até atingir o atual nível tecnológico. Afinal, eles foram e devem continuar sendo criados para cumprir um objetivo. Como salienta Dennett (1998, p. 24), “[...] a meta ou o propósito de um artefato é a função a que ele deve servir designada pelo seu criador”.

Quando se trata de procurar os antepassados de todo esse arsenal tecnológico tal como hoje é visto, sentido e usufruído, não se pode esquecer que todas essas descobertas possuem efeitos multiplicadores, já que se repercutem em muitas outras ações, bem diferentes e mais aprimoradas.

Depois de tudo que foi analisado, retoma-se à questão inicial, ou seja, quando se associa artefato à robótica a partir das explicações dadas, torna-se mais fácil compreender que um robô é apenas um exemplo de artefato, aliás, é o artefato mais moderno e mais em voga hoje. O que foi apresentado é o ponto de partida para uma compreensão mais facilitada da robótica, das suas aplicações e de suas inter-relações com a sociedade.

Considerando que artefatos podem ser várias coisas, diz-se ainda que eles podem ser ou não, inteligentes. A propósito, a questão da inteligência, hoje embutida no conceito de artefato, é fruto da época contemporânea e será esclarecido mais adiante, especialmente quando forem mencionados os robôs atuais. Contudo, antes de falar sobre inteligência,

toma-se à dianteira com as manifestações de Piaget (apud CALVIN, 1998, p. 11): “[...] inteligência é aquilo que você utiliza quando não sabe o que fazer [...]”. Esta ênfase de Piaget, aparentemente simples, por si só pode ajudar a compreender que inteligência não é simplesmente uma aptidão inata defendida e apregoada por muitos, isto é, somos ou não inteligentes. Ela envolve esperteza, criatividade, improvisação, intuição, capacidade crítica, tomada de decisão, capacidade de memorização e outros atributos mais. Como arremata Calvin (1998, p. 23), “a inteligência diz respeito ao *processo* de improvisação e aprimoramento na escala temporal do pensamento e da razão”.

Certamente é isso que se deseja das nossas máquinas ditas inteligentes. As pesquisas em IA caminham nessa direção. Sem dúvida é um desafio, porém, não é de hoje que os cientistas defrontam-se com grandes desafios em todo o campo científico que tendem a ressurgir com mais força, à medida que a ciência avança cada vez mais para tentar explicar os mistérios da mente humana.

Esta introdução é o ponto de partida para uma compreensão da robótica, para clarear a idéia de robô, a grande variedade deles e, sobretudo, para as finalidades para as quais são projetados e suas implicações tecnológicas. Na seqüência, será examinado o início desse processo.

2.2 Histórico da Robótica

O desejo veemente de construir robôs não é de hoje. Alguns fatos remetidos à história mostram que a idéia é muito antiga e, se levado às últimas conseqüências, ver-se-á que o conceito de robô acompanha a história do homem, ou seja, desde quando os mitos faziam alusão a certos mecanismos que passavam a ter vida. Desta feita, os primeiros registros de seres artificiais com capacidades humanas, envolvem mitos e lendas. A história ilustra com alguns fatos muito significativos.

Segundo Pazos (2002), no Egito antigo sacerdotes construíram os primeiros braços mecânicos que eram utilizados em estátuas de deuses com a intenção de atuar sob a “inspiração” daqueles, como meio de impressionar o povo. Na Grécia antiga, há registros de estátuas que operavam hidraulicamente. Na Idade Média, havia relógios no cume das

igrejas e exibiam uma figura humana de tamanho natural, às vezes em forma de anjo, ou mesmo de demônio, fazia movimentos com um martelo que batia num sino para marcar as horas.

A lenda de Golém, por exemplo, é um dos fatos mais interessantes do passado mítico. Conta a lenda que:

Joseph Golém era um homem artificial que teria sido criado no fim do século XVI por um rabino de Praga, na Tchecoslováquia, que resolvera construir uma criatura inteligente, capaz de espionar os inimigos dos judeus – então confinados no gueto de Praga. O Golém teria sido criado a partir de um boneco de areia esculpido pelo rabino, que lhe concedeu também o dom de falar e raciocinar. A lenda diz que o Golém era de fato um ser inteligente, mas que um dia se revoltou contra seu criador, o qual então lhe tirou a inteligência e o devolveu ao mundo do inanimado. (TEIXEIRA, 1990, p. 17).

Nos séculos XVII e XVIII, proliferaram muitos mitos e lendas a respeito de seres artificiais. O caso do flautista mecânico, do célebre “pato de Vaucanson”, o leão animado de Leonardo da Vinci e seus esforços para fazer máquinas que reproduzissem o vôo das aves, são alguns exemplos. Porém, eram artefatos muito limitados (para nós, hoje), pois não podiam realizar mais do que uma tarefa, ou um número bem reduzido delas. Mas talvez resida aí o início dessa inquietação humana.

Houve muitas outras invenções mecânicas durante a revolução industrial sendo a grande maioria, direcionada aos interesses da produção têxtil. A máquina de fiar de Crompton de 1779 (PAZOS, 2002, p. 7), é um exemplo entre tantas outras.

Em 1805, a boneca construída por Henri Maillardet em Londres, escrevia e desenhava com precisão. “Levava uns cinco minutos para executar uma tarefa, e tinha vários itens no seu repertório (armazenados numa memória mecânica) que podiam ser selecionados”. (PAZOS, 2002, p. 6). Hoje ela pode ser vista no Franklin Institute de Pensilvânia – Estados Unidos.

O conceito de robótica há muito convive conosco. Ele evoluiu do conceito de automação. Derivada do grego, automação significa: “*having motion within itself*”.⁷ (HURST; MORTIMER, 1987, p. 1).

O termo robótica aplica-se ao estudo, à construção e à utilização de robôs em geral. Foi expresso pela primeira vez em 1942, pelo cientista e escritor Isaac Asimov, numa história chamada “Runaround”. (HISTÓRIA DA ROBÓTICA, 1998). Na verdade, Asimov começou a escrever histórias sobre robôs em 1939, embutidas de salvaguardas. Tais salvaguardas foram formalizadas em três leis para a robótica, “hoje tidas como código de ética dos profissionais da área”. (ALVES, 1988, p. 1). São as seguintes:

- 1ª Lei: Um robô não pode prejudicar um ser humano ou, por omissão, permitir que o ser humano sofra dano;
- 2ª Lei: Um robô tem de obedecer às ordens recebidas dos seres humanos, a menos que contradigam a primeira lei;
- 3ª Lei: Um robô tem de proteger sua própria existência, desde que essa proteção não entre em conflito com a primeira e a segunda leis. (ASIMOV, 1997, p. 9).

Mais tarde, Asimov (1984, apud SEJA BEM-VINDO..., 2004), acrescentou a quarta e última lei - a Lei Zero: “Um robô não pode causar mal à humanidade nem permitir que ela própria o faça”.

As leis propostas são vistas hoje através de uma perspectiva puramente relacionada à ficção, uma vez que na época em que foram escritas, não se poderia prever o avanço vertiginoso nesta área.

Entretanto, duas tecnologias desenvolvidas mais recentemente e consideradas como o antecedente imediato da robótica, merecem destaque: o comando numérico (final da década de 40 e início de 50) e o telecomando. A primeira se baseia no trabalho original de John Parsons (apud PAZOS, 2002). Essa tecnologia

é utilizada para controlar as ações de uma máquina operatriz, a qual é programada por meio de números, que podem ser introduzidos através de um teclado ou pela leitura de um cartão perfurado. Esses números podem

⁷ Aquilo que se movimenta por si mesmo. Tradução livre.

especificar, por exemplo, as diferentes posições das ferramentas da máquina para efetuar uma usinagem adequada numa peça. (apud PAZOS, 2002, p. 7).

A segunda tecnologia, o telecomando,

trata do uso de um manipulador remoto controlado por um ser humano. O manipulador é um dispositivo, em geral eletro-mecânico, que pode ser uma garra, um braço mecânico ou ainda um carro explorador, que reproduz os movimentos indicados por um operador humano localizado num local remoto. Esses movimentos podem ser indicados pelo operador através de um *joystick* ou algum outro tipo de dispositivo adequado. O telecomando é especialmente útil no manuseio de substâncias perigosas, tais como materiais radiativos, a altas temperaturas, tóxicos ou explosivos. O operador pode ficar num lugar situado a uma distância segura, e manipular o material observando e guiando os movimentos do manipulador através de uma janela ou de um circuito fechado de televisão. (PAZOS, 2002, p. 7).

Uma aplicação do telecomando muito utilizada hoje é na medicina, em cirurgias realizadas em órgãos pequenos, como por exemplo, olhos e ouvidos, o que permite maior precisão de movimentos.

A base do robô moderno encontra-se na combinação de telecomando e comando numérico. Contudo, é tão somente no início do século XX, que a idéia de construção de robôs ganha corpo devido à necessidade de aumentar a produção e da melhora da qualidade dos produtos. E é nesse período que o robô industrial encontrou suas primeiras aplicações.

Em 1950, Asimov publicou o livro “*I Robot*”, um verdadeiro clássico da ficção científica. Por muito tempo a robótica não passou disso. Os robôs eram vistos em história em quadrinhos, filmes, livros e até mesmo em peças teatrais. A propósito, a palavra robô tem origem numa das suas mais prestigiadas peças de teatro do autor tcheco *Karel Capek*, apresentada em Praga no início do século XX, intitulada R.U.R. (Rossum’s Universal Robots)⁸.

A palavra robô, de origem tcheca – *robota* - quer dizer trabalhador forçado, que na obra de Karel Capek, se refere ao robô Rossum (cientista) e seu filho, criados para prestar serviços à humanidade de forma obediente e servil vindo este termo, posteriormente, a generalizar-se na indústria por causa da evolução introduzida pela automação. No desenrolar da

⁸ Os Robôs Universais de Rossum.

tragédia tais “criaturas” se rebelam contra seus criadores assumindo o comando. É a imaginação do autor utilizada para criticar o progresso tecnológico introduzido na Europa pelos norte-americanos.

A exemplo desta tão famosa peça teatral, a ficção científica ganha corpo e inúmeros filmes do gênero foram produzidos. Entre os mais famosos estão: ‘O dia em que a terra parou’ (1951), ‘2001: Uma odisséia no espaço’ (1968), ‘Guerra nas estrelas’ (1977), entre tantos outros. E, bem recentemente, o filme “AI” de Spielberg, que trata de um robô dotado de consciência. Mas, não é esse tipo de robôs mágicos da ficção científica que a robótica trata, pelos menos, até agora. Na verdade, os roboticistas concentram suas pesquisas na produção de artefatos e no desenvolvimento de robôs como máquinas informáticas, com sistemas complexos com funções interligadas, com a finalidade de processar informações. Suas ações dependem da variedade de informações que elas consigam processar. Neste contexto, de acordo com Martins (1993, p. 10), “robótica é a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou mesmo nenhuma intervenção humana”.

Para conceber os mais variados dispositivos robóticos, esta ciência é uma área transdisciplinar em grande expansão. Necessita de conhecimentos de vários campos científicos: da microeletrônica, da engenharia mecânica, da engenharia elétrica, da matemática e de outras ciências e, como não se poderia deixar de mencionar, da IA. Busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e algoritmos para a criação de artefatos inteligentes ou não, sendo o artefato de maior popularidade hoje, o robô. É esta sintonia com várias áreas do conhecimento, requerida pela robótica, que tem possibilitado o avanço nesse campo.

Para uma melhor compreensão da robótica e seu relacionamento com a sociedade é importante esclarecer, dentro do possível, o que significa um robô e porque estas criações de laboratórios de IA se distinguem de outras máquinas. Algumas definições são de origem mais abstratas e vêem os robôs como sistemas que interagem com o mundo real. Outras, mais técnicas, os consideram como verdadeiras máquinas animadas, porém, outras ainda mais detalhadas ajudam a sintetizar suas principais características não só dos já existentes, bem como dos que ainda estão por vir.

Na verdade, inúmeras definições têm surgido como é o caso desta, por exemplo, baseada na idéia francesa de robô, assim expressa: “Robô é um dispositivo automático adaptável a um meio complexo, substituindo ou prolongando uma ou várias funções do homem e capaz de agir sobre seu meio”. (MARTINS, 1993, p, 13). Este conceito pode ser comparado com a moderna interpretação do pesquisador canadense, Marshall McLuhan, ao afirmar que: “todo produto da tecnologia, de alguma forma, faz estender nossos sentidos e nervos”. (apud MARTINS, 1993, p. 13). Neste contexto, alguns exemplos como o automóvel e outros meios de transporte seriam extensões de nossos pés, assim como os meios de comunicação, rádio, tv, etc., estendem as capacidades do nosso SNC (Sistema Nervoso Central), fala, audição e visão.

Assim são os robôs quando substituem ou prolongam uma ou mais funções humanas ao agirem nos ambientes para os quais foram projetados e tem impulsionado enormemente o desenvolvimento da robótica. Entre outras aplicações, os robôs são utilizados para pintar automóveis a pistolas (a *spray*), para fundir metais ou plásticos, para misturar produtos químicos, para desativar bombas, na pesquisa científica e educacional, etc.

Entre as definições de robô apresentadas, salienta-se aquela que é oficializada pela Associação das Indústrias de Robótica (antigo RIA – *Robot Institute of América*), que o define como: “*a programmable, multifunction manipulator designed to move material, parts, tools, or specific devices through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks*”.⁹ (ROUSSEL; NORVIG, 1995, p. 773).

Este conceito, um pouco mais abrangente, coloca em evidência os termos ‘manipulador’ e ‘programável’, característicos do robô propriamente dito excluindo, assim, certas máquinas que não são robôs como, os eletrodomésticos de um modo geral, que para muitos se confundem com eles. Entretanto, este conceito é válido para os robôs da segunda geração.

De acordo com Martins (1993, p. 15-16), esses conceitos parecem não satisfazer os pesquisadores da área da robótica, argumentando que são por demais simplificados e

⁹Um robô é um manipulador programável, multifuncional projetado para manipular materiais, peças, instrumentos, ou dispositivos específicos através de vários movimentos programados para desempenhar uma variedade de tarefas. (ROUSSEL; NORVIG, 1995, p. 773. Tradução livre).

incompletos e por não se referirem às características fundamentais dos robôs atuais, ou seja:

- a) Sensitividade;
- b) capacidade de excluir por inspeção;
- c) capacidade de identificar peças;
- d) capacidade de posicionar peças.

No entanto, existem controvérsias por parte da *Japan Industrial Robot Association* (JIRA), que defende que máquinas operadas pelo homem podem ser consideradas robôs, independentemente da complexidade delas. Como pode-se observar, as divergências entre os profissionais desta área são visíveis. Porém, independente dos desacordos, seria possível uma definição que possa ser adotada mundialmente? O que se pode adiantar, é que a robótica ainda se mostra incipiente e o caminho a ser percorrido é longo e árduo.

A chegada dos robôs propriamente ditos é muito recente; deu-se nos inícios dos anos 60, agindo no complexo mundo da produção industrial. Desde então, vem ganhando espaço e desempenhando tarefas geralmente difíceis de altíssimo risco para o homem ou extremamente cansativas.

2.3 Gerações de robôs

Aqui serão consideradas três gerações de robôs (informação oral¹⁰), a saber:

Primeira Geração: Robô *Pick-and-Place*;

Segunda Geração: Robô *Play-Back*; e,

Terceira Geração: Robô Inteligente.

Importante ressaltar que, dessas, as duas primeiras gerações continuam a ter aplicações generalizadas. A terceira geração, os chamados Robôs Inteligentes não apenas têm limitação em aplicações, como também carece de consenso sobre suas reais características, uma vez que a própria palavra "inteligente" ainda é objeto de debate em várias áreas do

¹⁰ Obtida em palestra sobre Robótica, proferida pelo Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr., no RExLab/UFSC, no dia 14 de outubro de 2005.

conhecimento, da psicologia à tecnologia. No entanto, aqui será levado a cabo o fato de que essa terceira geração de robôs é necessária, como será visto na breve descrição de cada uma delas, a seguir.

2.4 Primeira geração: Robô *Pick-and-Place*

A primeira geração de robôs, *Pick-and-Place*, é caracterizada por movimentos simples de ida e volta, com o efetuator (garra, etc.) abrindo-se e fechando-se para a realização de tarefas como manipulação repetitiva de materiais. Nesta categoria encontram-se os alimentadores de papel em gráficas, manipuladores de materiais incandescentes em metalúrgicas, etc.

O controle dos robôs de primeira geração é feito por curso e parada mecânica, através de parafuso sem fim, o que equivale dizer que a programação de uma tarefa para esses robôs é quase inflexível, e feita com muito pouca liberdade de mudança. Em outras palavras, os robôs de primeira geração não possuem flexibilidade de programação de novas tarefas, o que limita muito sua aplicação em células flexíveis da manufatura. Grosso modo pode-se afirmar que (os robôs de primeira geração) têm um número bastante reduzido de tarefas diferentes as quais pode executar. Além disso, os robôs de primeira geração não possuem sensores externos para monitoração de seu ambiente de trabalho. Com isso, se alguma mudança ocorrer em seu ambiente, a mesma não é detectada pelo robô. Por exemplo, se a peça que o robô deveria pegar para deslocá-la para outro lugar não estiver no devido lugar, o robô se comporta como se a mesma lá estivesse. Isso pode ocasionar paradas obrigatórias, em uma linha de produção.

2.5 Segunda geração: Robô *Play-Back*

A segunda geração de robôs (*Play-Back*) conseguiu superar a limitação observada nos robôs de primeira geração, ampliando significativamente o número de tarefas diferentes as quais pode executar. Tendo seu controle efetuado por computador digital, a programação de uma tarefa é armazenada em um programa de computador, escrito em uma linguagem dedicada ao robô alvo. Isso significa que mudança de tarefa equivale à mudança do programa correspondente. Essa flexibilidade é a principal característica que diferencia a primeira da segunda geração de robôs.

É comum se ver nos pátios de montadoras de veículos automotores os robôs de segunda geração, com aplicações em pintura, solda, montagem, etc. Se um robô de segunda geração está executando uma tarefa de solda a ponto na linha de produção de um modelo de automóvel, por exemplo, a mudança de sua tarefa para um outro modelo se dá através da mudança do programa que fará o robô executá-la.

Importante salientar, no entanto, que os robôs de segunda geração não necessariamente possuem sensores externos, que o fariam capazes de monitorar mudanças em seu ambiente de trabalho. Nisso, os robôs de segunda geração se igualam aos de primeira geração. Há casos, é verdade, em que alguma forma de sensoriamento é agregada ao efetuidor do robô, trazendo alguma facilidade na execução de tarefas. Mas isso representa uma exceção, não a regra, isto é, o robô de segunda geração não é capaz de descobrir, por si só, se o modelo de automóvel não é mais o mesmo e, sozinho, tomar a decisão de mudar o programa (tarefa) para atender a esta mudança. Evidentemente que, se o número de modelos é pequeno, pode-se até prever algumas (poucas) situações em que tal mudança pudesse efetuar-se. Mas, ainda assim, isso teria um custo elevado. Também, isso seria exigir demais da segunda geração de robôs, pois alguma coisa parecida com inteligência (seja isso o que for) estaria presente. Daí a necessidade de uma nova geração de robôs, a terceira, os chamados robôs inteligentes.

2.6 Terceira geração: Robô Inteligente

A necessidade de se dotar um robô de capacidade de tomar decisão em situações não previstas leva, necessariamente, a uma nova geração de robôs, a qual se convencionou chamar de *robô inteligente*. Note que, para a mudança da primeira para segunda geração de robôs, a área tecnológica foi auto-suficiente. Mas, da segunda para a terceira geração, isso não é possível. Uma das razões para isso é o fato da área tecnológica ser extremamente eficiente em “como fazer”, e não necessariamente em “o que fazer”.

O nome, inteligente para a terceira geração de robôs, deve ser explicitado, o que é feito a seguir:

Do latim, *intellegere*, significa aprender, mas ela é muito mais que a capacidade de aprender. Além da capacidade de aprender, é preciso levar em

conta uma série de outros atributos, tais como: raciocínio, memorização, adaptação ao meio e, ainda, a motivação e o esforço. Verifica-se, então, como John McCarthy (2001), conceitua inteligência: *"intelligence is the computational part of the ability to achieve goals in the world. Varying kinds and degrees of intelligence occur in people, many animals and some machines"*¹¹.

A inteligência é um processo. Se fosse possível chegar a um consenso sobre o conceito de inteligência, provavelmente facilitaria a árdua tarefa de caracterizar os assim chamados robôs inteligentes. Essa complexidade da inteligência dificulta não só a compreensão da inteligência propriamente dita, como também a ampliação dessa compreensão para os robôs.

A evolução presenteou a nós, seres humanos, com capacidade de tomada de decisão. E, também, aos animais e, até certo ponto, aos vegetais. Mas, principalmente, aos seres humanos. Aprender um pouco o que significa essa capacidade pode ser o "caminho das pedras" para a mudança da segunda para a terceira geração de robôs. E essa é uma tarefa não trivial, uma vez que, a área tecnológica sozinha, não é capaz de tal façanha. Como diz o poeta, "vamos precisar de todo mundo": psicologia, pedagogia, evolução, etologia, engenharia, educação, etc., e, principalmente, a neurociência, pois ela é que têm nos presenteado (neste início de milênio), com pesquisas sobre novos modelos mentais. Tais modelos podem ser de grande utilidade para dotar os robôs de terceira geração de capacidade de tomada de decisão em situações não previstas.

Em resumo, a principal característica da terceira geração de robôs (robô inteligente) é a sua capacidade de monitorar seu ambiente e, em função de mudanças ambientais, tomar decisões que podem, inclusive, modificar este próprio ambiente. Em outras palavras, o robô inteligente terá que descobrir, sozinho "o que fazer" em certas situações. Isso já é suficiente para ter-se uma idéia da complexidade envolvida em projetos de robôs de terceira geração. Não é a toa que a robótica, literalmente, parou na segunda geração. Não

¹¹ Inteligência é a parte computacional da habilidade de alcançar metas no mundo. Variados tipos e graus de inteligência ocorrem em pessoas, muitos animais e em algumas máquinas. (MACCARTHY, 2001. Tradução livre).

há nada de novo na área (DYSON, 1999), preocupando-se apenas a desenvolver brinquedos para ricos.

É imperativo, portanto, que trabalhos como este ganhem espaço no meio científico, pois uma vez que novos modelos mentais são disponibilizados pela neurociência, podem ser colocados em uma linguagem formal e, a partir daí, poderem ser tentados em robôs, agora sim, de terceira geração.

2.7 Um pouco mais sobre robôs

As três gerações de robôs contemplam a totalidade dos robôs implementados hoje. Sejam fixos ou móveis, antropomórficos ou não. Aliás, algumas pesquisas em robôs antropomórficos, como os que auxiliam no estudo do equilíbrio de bípedes (que não pode ser considerado um problema trivial, também), podem ser de grande ajuda para pessoas com dificuldade de locomoção, como falou o Prof. Jorge Muniz Barreto, Dr.¹² É interessante, também, colocar o robô, independente de sua geração, como mais um artefato de automação. Nada mais que isso. É a capacidade do ser humano de exercer as funções superiores de sua mente em ação: procurar facilitar a vida.

Um dos segmentos mais importantes da robótica é a disposição de braços robóticos para a realização de tarefas pré-estabelecidas como, por exemplo, o movimento de objetos. Tais tarefas devem ser executadas em um tempo determinado num percurso muito preciso. Daí a importância e a necessidade de um robô com atitudes inteligentes quando executa as tarefas requisitadas.

¹² Professor Titular do Departamento de Informática e de Estatística do Centro Tecnológico (CTC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

3 SOBRE CONSCIÊNCIA

“Às vezes os problemas da ciência são facilitados acrescentando-se complicações”.
(Dennett, 1998).

Nos últimos anos as pesquisas, em torno do problema da consciência, vem crescendo de forma vertiginosa atingindo vários domínios do campo científico. Na realidade, a questão da consciência sempre foi muito inquietante e tem suscitado muitas controvérsias entre os estudiosos. Devido à complexidade desse campo de estudo, é preciso adotar diversos pontos de vista.

Pode-se perguntar porque este tema desperta interesse a muitos pesquisadores. Talvez porque o assunto por si só seja um desafio e também devido à experiência pessoal, ou seja, sempre foi inculcido às pessoas de um modo geral que elas têm consciência. Por exemplo: “você está com a consciência em paz, portanto, não têm o que temer”; “sua atitude foi consciente”. Estas entre outras frases são tão comuns, que permitem alguns questionamentos. Se o ser humano é possuidor de consciência, ele a experimenta e até se pode achar que é a própria consciência. Mas seria a consciência simplesmente isso? Puramente moral? Aquilo que o pune por determinadas atitudes que são contra certas regras ou valores impostos pela sociedade? Ou como Damásio (2000, p. 19) coloca: “[...] talvez a consciência seja a função biológica crítica que nos permite saber que estamos sentindo tristeza ou alegria, sofrimento ou prazer, vergonha ou orgulho [...]”.

A questão é muito mais profunda do que possa parecer. Portanto, se é de interesse fazer progresso neste campo é preciso pensar sobre ele, dialogar a respeito e estudá-lo dentro de uma variedade de pontos de vista, o que é possível através de uma visão transdisciplinar.

Para alguns teóricos, este é um campo de estudo que está apenas começando e muitas das contribuições, embora úteis, parecem ainda improváveis de serem aceitas. Ocorre que o assunto em questão envolve uma conceitualização ampla. Fala-se, inclusive, em consciência moral, política, ecológica e assim por diante, mas o que se tenciona é debater o tema proposto dentro de vários pontos de vista como, por exemplo, das ciências cognitivas.

O que se pretende aqui foi ir além dos conceitos morais de consciência. Para tanto, foram selecionadas algumas definições de alguns estudiosos que tratam dessa temática. Antes, porém, investiga-se uma explicação biológica para a evolução da mente e da consciência.

3.1 Mente, consciência e evolução: as primeiras formas de vida na terra

De acordo com Capra (1982), as primeiras formas primitivas de vida na terra apareceram por volta de meio bilhão de anos após a formação do planeta. Eram organismos unicelulares sem um núcleo celular, chamados de procariotos que viviam sem oxigênio. Com o passar do tempo, começaram a modificar seu ambiente e criar condições propícias para a continuidade do processo evolutivo da vida, de tal forma, que alguns desses procariotos passaram a produzir oxigênio através da fotossíntese, cujo nível se mantém até hoje. Na verdade, estes organismos prepararam o ambiente para o aparecimento de outros mais complexos – os multicelulares.

Seguindo o processo evolucionário da vida, surgem os eucariotos, organismos unicelulares, mas que já possuem núcleo, no qual contém “em seus cromossomos o material genético do organismo”. (CAPRA, 1982, p. 283).

De acordo com Lynn Margulis, co-autor da hipótese de Gaia, as células eucarióticas originaram-se a partir de uma simbiose entre numerosos procariotos que continuaram vivendo como organelas dentro do novo tipo de célula. Mencionamos os dois tipos de organelas – mitocôndrios e cloroplastos – que regulam os mecanismos da respiração complementar de animais e plantas. Eles nada mais são do que os antigos procariotos, os quais continuam gerindo a casa de força que abastece de energia o sistema planetário Gaia, como fizeram nos quatro bilhões de anos passados. (apud CAPRA, 1982, p. 283).

Dando continuidade à marcha da evolução da vida, aparecem duas novas etapas que aceleraram esse processo evolutivo e uma grande quantidade de novas formas começaram a aparecer.

A primeira delas foi desenvolvimento da reprodução sexual, a qual introduziu uma extraordinária variedade genética. A segunda etapa foi o surgimento da consciência, que tornou possível substituir os mecanismos genéticos da evolução por mecanismos sociais, mais eficientes, baseados no pensamento conceitual e na linguagem simbólica. (CAPRA, 1982, p. 283).

Ampliando um pouco mais essa discussão, considera-se fundamental uma dedicação referente a dois fenômenos: da mente e da consciência. É importante salientar que ambos os fenômenos não podem ser dissociados para que se entenda a questão da consciência embora, segundo Damásio (2000), consciência e mente são distinguíveis. Sobre esse ponto, será visto mais adiante.

Segundo Rose (1984, p. 37), “a consciência e a mente são vistas como uma inevitável conseqüência da evolução de estruturas cerebrais específicas que se desenvolveram numa série de alterações evolucionárias no caminho da emergência da humanidade”. Para facilitar a compreensão desses dois fenômenos, se entende que é preciso conceituá-los. Como ponto de partida, considerou-se a definição do dicionário, o ponto de vista da filosofia e, em seguida, ressalta-se a opinião de alguns teóricos ao referirem-se à mente e em seqüência, à consciência.

Mente:

- a) Do lat. Mente;
- b) s. f. Intelecto, pensamento, entendimento; alma, espírito;
- c) concepção, imaginação;
- a) intenção, intuito, desígnio, disposição, tenção [...].(FERREIRA, 1999).

Para a Filosofia:

- b) Lat. mens);
- c) o mesmo que intelecto (v.);
- d) o mesmo que espírito, isto é, o conjunto de funções superiores da alma, intelecto e vontade [...]. (ABBAGNANO,1982).

Para Damásio (2000, p. 426-427), mente

Abrange operações conscientes e inconscientes. Refere-se a um processo, e não a uma coisa. O que conhecemos como mente, com a ajuda da consciência, é um fluxo contínuo de padrões mentais, e muitos deles se revelam logicamente inter-relacionados. O fluxo avança no tempo, depressa ou devagar, ordenadamente ou aos saltos e, ocasionalmente, move-se ao longo não de uma mas de várias seqüências. Às vezes as seqüências são concorrentes, outras vezes convergentes e divergentes, ou mesmo sobrepostas.

Ainda sobre o ponto de vista de Damásio (1998),

Aquilo que chamamos “mente” é uma coleção de processos biológicos. E dado que estes processos são físicos, a mente é necessariamente um processo físico. Mas é preciso pensar que a física desses processos biológicos não é necessariamente a física corrente. Ter uma mente em funcionamento não é o mesmo do que ter um pedaço de mármore. Um dos grandes problemas que as pessoas têm é que quando pensam em matéria, quando pensam em qualquer coisa de físico, a imagem a que recorrem é a do cimento, da parede, da pedra, do pedaço de metal. É evidente que o processo mental – é um processo, note-se, um constante desenrolar de acontecimentos, e não uma coisa – não pode ser concebido como esse tipo de matéria.

Para os pesquisadores de IA, “a mente humana funciona como um computador, e por isso o estudo dos programas computacionais é a chave para se compreender alguma coisa acerca de nossas atividades mentais”. (TEIXEIRA, 1990, p. 10).

Rose (1984, p. 36), define a mente como equivalente “a soma total da atividade do cérebro, para discussões dentro do universo do discurso num nível hierárquico acima do da descrição fisiológica da interação de células e abaixo da análise social”. Em outras palavras, “[...] a mente é a descrição da atividade cerebral em um nível hierárquico específico [...]”. (ROSE, 1984, p. 37). O autor diante dessa afirmação reconhece que está adotando uma versão particular do que é conhecido como a *hipótese da identidade* que, em algumas versões dessa hipótese, esta seria uma afirmação puramente reducionista, ou seja, “a mente está reduzida a ser meramente uma forma menos precisa de falar sobre o cérebro”. (ROSE, 1984, p. 57). Ele explica as suas razões, mas não cabe aqui discutir o seu ponto de vista.

Gregory Bateson (1972, apud CAPRA, 1982, p. 283-284), propôs que:

A mente fosse definida como um fenômeno sistêmico característico de organismos vivos, sociedades, e ecossistemas [...]. A mente é uma consequência necessária e inevitável de uma certa complexidade que começa muito antes de os organismos desenvolverem um cérebro e um sistema nervoso superior. [...].

Bateson (1972, apud CAPRA, 1982), estabelece uma série de critérios importantes para permitir que a mente ocorra. Uma vez que qualquer sistema satisfaça tais critérios, este mesmo sistema será capaz de processar informações e desenvolver os fenômenos que geralmente se associa à mente: pensamento, aprendizagem, memória, são alguns exemplos. Esse novo conceito auxilia a compreender ao que diz respeito à velha concepção cartesiana, isto é, mente e matéria como duas categorias fundamentalmente distintas, já não cabe mais.

Do ponto de vista biológico, o filósofo (como se intitula) Daniel C. Dennett (1997, p. 8), assim se refere a esta questão:

Nossas mentes são tecidos complexos, criados com muitas fibras diferentes e que incorporam muitos padrões diferentes. Alguns desses elementos são tão antigos quanto a própria vida e outros tão novos quanto a tecnologia de hoje. Nossas mentes são exatamente como as mentes de outros animais em muitos aspectos e completamente diferentes em outros. Uma perspectiva evolutiva pode ajudar-nos a ver como e por que esses elementos das mentes chegaram às formas que possuem hoje, mas nada de uma corrida em linha reta através do tempo, “dos micróbios até o homem”, que revele o momento da incorporação de cada componente novo.

Poder-se-ia ir mais além. Entretanto, se entende que as várias opiniões apresentadas, a princípio, satisfazem e demonstram que o problema é verdadeiramente difícil. Observa-se que cada área de conhecimento procura focar a discussão através de uma visão particular, mas no geral, não perdem de vista a perspectiva evolutiva.

3.2 Onde surge a consciência durante a evolução?

Não existe ainda um consenso entre os cientistas a respeito do estágio evolucionário sobre o surgimento da consciência. Contudo, materialistas e mecanicistas alegam que a consciência se limita a organismos vivos e que reclama a presença de um sistema nervoso central amplamente desenvolvido. Portanto, para esses, “a consciência é vista, pois, como sendo um produto da matéria altamente organizada – o sistema nervoso central – e como um epifenômeno dos processos fisiológicos do cérebro”. (GROF, 1987, p. 14).

Por muito tempo acreditou-se que a consciência era especificamente humana. Até certo ponto essa idéia pode ser verdadeira no momento em que se concorda que os humanos possuem uma qualidade chamada consciência

como a expressão da atividade total do cérebro a partir de certo ponto do desenvolvimento do indivíduo até o presente, em interação com o meio ambiente. Nos humanos esta realidade é mostrada através do pensamento e da auto-consciência. (ROSE,1984, p. 190).

Isto implica que os humanos possuem uma característica – “a consciência” – num grau bem mais elevado que as outras espécies, que para alguns teóricos, quer dizer autoconsciência. Quanto a esta, se pretende dizer: a experiência consciente, o pensamento conceitual, a linguagem simbólica, os sonhos, a arte, a criação de cultura, senso de valores, interesse no passado remoto e preocupação com o futuro distante. Parte dessas características existe em várias espécies de animais, porém, de forma rudimentar e, num alto grau de refinamento, unicamente na espécie humana. Neste particular, remete-se a Damásio (2000, p. 251), que fornece a seguinte informação:

Quando cometemos o deslize de dizer que a consciência é uma qualidade distintamente humana, estamos pensando na consciência ampliada em seus níveis mais elevados, não na consciência central, [...]: a consciência ampliada é de fato uma função prodigiosa e, em seu ápice, ela é exclusivamente humana.

A afirmação, acima, deixa claro a separação da consciência em dois tipos: consciência central e consciência ampliada que serão esclarecidas no capítulo 5.

Essa consciência como consequência do processo evolutivo que tem se mostrado até então bem sucedido refletido no desenvolvimento de representações comportamentais cada vez mais flexíveis, sujeito a modificações constantes, foi possível com o aumento do volume do cérebro e da interação entre suas estruturas. A crença de que a consciência é produto do cérebro não é por acaso. Ela está fundada em várias observações oriundas em estudos que envolvem a psiquiatria e a neurologia experimental, que apontam várias evidências entre vários aspectos da consciência e processos fisiológicos e patológicos do cérebro, tais como, trauma, tumores, infecções, etc.

O aparecimento da consciência proporcionou um salto evolucionário qualitativo, dando origem a uma diferenciação acentuada entre os humanos e as outras espécies, permitindo

assim, aos humanos se tornarem mais variados e mais sujeitos a interações complexas do que é possível em outros organismos. O surgimento da consciência altera qualitativamente a maneira de viver do ser humano, que envolve uma nova ordem de complexidade, isto é, uma organização hierárquica.

3.3 Definindo Consciência

Antes de prosseguir esta discussão é importante esclarecer, dentro do possível, o que quer dizer uma palavra que vem sendo empregada com frequência neste estudo, cujo significado geralmente é de difícil compreensão.

O tema em debate está relacionado a comentários e experiências de teóricos que conduzem ao ponto de partida para algumas definições de consciência e que variam notavelmente entre os estudiosos. Algumas delas preservam a fenomenologia comum enquanto permitem o significado de consciência, com o propósito de aprofundar os procedimentos de investigação científica. No decorrer da discussão são apresentadas definições usuais que são, na maioria das vezes, teorias dirigidas ao invés de seguirem os contornos da experiência habitual. Algumas vezes, elas se apresentam de forma demasiado amplas ou muito limitadas e, muitas vezes, não são definições absolutamente objetivas.

Tendo em vista essa realidade, sugere-se uma abordagem reflexiva, mais abrangente, para o problema da consciência que seja consistente com a ciência e com o senso comum. O progresso para a compreensão da consciência depende da maneira que o problema possa ser enfrentado e de como defini-la para tentar entendê-la.

Definir consciência é algo realmente difícil. Dificuldade essa que parece causar uma grande sensação de impotência quando se tenta compreendê-la. O que ela significa é, em parte um assunto de definição arbitrária e muita confusão na literatura tem resultado em diferentes definições e interpretações. A princípio, leva-se em conta o significado de acordo com o dicionário:

Do lat. Conscientia:

S. f.

- a) Filos. Atributo altamente desenvolvido na espécie humana e que se define por uma oposição básica: é o atributo pelo qual o homem toma em relação ao mundo (e, posteriormente, em relação aos chamados estados interiores, subjetivos) aquela distância em que se cria a possibilidade de níveis mais altos de integração;
- b) p. ext. Conhecimento desse atributo;
- c) faculdade de estabelecer julgamentos morais dos atos realizados.
- d) Conhecimento imediato da sua própria atividade psíquica ou física;
- e) conhecimento, noção, idéia;
- f) cuidado com que se executa um trabalho, se cumpre um dever; senso de responsabilidade;
- g) honradez, retidão, probidade [...]. (FERREIRA, 1999).

Para a filosofia,

Consciência “[...] é uma relação da alma consigo mesma, de uma relação intrínseca ao homem, “interior” ou “espiritual”, pela qual ele pode *conhecer-se* de modo imediato e privilegiado e por isso *julgar-se* de forma segura e infalível”. (ABBAGNANO, 1982).

Do ponto de vista de alguns cientistas,

A consciência, [...], é um produto do cérebro (enquanto conteúdo) e uma função (enquanto forma). O processo pela qual é engendrada depende basicamente da sincronização momentânea de populações de neurônios que representam diferentes aspectos do mundo externo, interno, concreto e abstrato. Seu surgimento está vinculado a um estilo analógico de processamento de informações (código de barras, sincronização), que reúne em departamentos virtuais unidades, assembléias ou módulos de diversos departamentos cerebrais concretos. (DEL NERO, 1997, p. 125).

Reconhece-se que uma das maiores dificuldades para melhor compreender o significado da palavra consciência, reside na própria raiz do termo. Nas línguas neolatinas, o termo está relacionado com juízo de valor, com consciência moral e dispõe-se apenas de uma única palavra para ir além destes significados, tornando mais limitado o entendimento da

totalidade de caracteres que abrangem a idéia geral da palavra, considerada quanto à extensão da sua significação. O mesmo não ocorre em idiomas anglo-saxônicos, onde existem dois termos para designar consciência moral e consciência. Na língua inglesa, por exemplo, *conscience* se refere à consciência moral, enquanto *consciousness* quer dizer tomada de conhecimento da realidade. E é sobre este último, que se tenta conduzir este trabalho com base na idéia de Damásio (2000, p. 390), assim expressa:

Na minha concepção, porém, a consciência permite à mente desenvolver as propriedades que tanto admiramos, mas ela não é a substância dessas propriedades. Consciência *não* é consciência moral. *Não* é o mesmo que amor, honra e misericórdia, generosidade e altruísmo, poesia e ciência, matemática e invenção técnica. A propósito, torpeza moral, angústia existencial e falta de criatividade também não são exemplos de estados de consciência ruins. A consciência da maioria dos criminosos não está comprometida. Sua consciência moral pode estar.

Continuando com Damásio (2000, p. 27), “a consciência, como usualmente a concebemos, de seus níveis elementares aos mais complexos, é o padrão mental unificado que reúne o objeto e o *self*”. “A consciência é um fenômeno inteiramente privado, de primeira pessoa, que ocorre como parte do processo privado, de primeira pessoa, que denominamos mente”. (DAMÁSIO, 2000, p. 29). E mais:

Consciência é o termo abrangente para designar os fenômenos mentais que permitem o estranho processo que faz você o observador ou o conhecedor das coisas observadas, o proprietário dos pensamentos formados de sua perspectiva, o agente em potencial. (DAMÁSIO, 2000, p. 169).

Independente das dificuldades de conceitualização, como bem argumenta Calvin (1998, p. 53), “um dia acabamos por perceber que uma palavra por si só é uma aproximação muito pobre do processo que ela representa”.

Velmans (2002), quando se refere à consciência, diz que os seus conteúdos incluem tudo aquilo que faz de nós cômicos de, cientes de, e a própria experiência. Estes abrangem não apenas experiências que comumente se associam conosco, tais como, pensamentos, sentimentos, imagens, sonhos, experiências corporais, mas também o mundo tri-dimensional experimentado (o mundo fenomenal).

Para alguns teóricos da área, a exemplo de Velmans (2002), consciência aparece como sinônimo de mente. Contudo, dada a evidência extensiva para o processamento mental não

consciente, essa definição de consciência é muito ampla. Já para outros (apud VELMANS 2002), consciência é sinônimo de consciência de si. Considerando que alguém pode ser consciente de muitas coisas além de si mesmo (outras pessoas, o mundo externo, etc.), esta definição é muito limitada. Neste estudo, consciência de si é vista como uma forma especial de consciência reflexiva em que o objeto da consciência é o *self*, ou algum aspecto do *self*.

O termo consciência é também comumente usado para relatar um estado de vigília. Estando desperto ou adormecido, ou em outro estado, tal como coma, claramente influencia que alguém pode estar consciente, o que não é o mesmo que consciência no sentido de cômico, ou tomada de consciência. Quando dormindo, por exemplo, alguém pode ter na forma de sonhos experiências visuais bem como de expectador. De modo inverso, quando desperto existem muitas coisas num momento dado qualquer que alguém não experimenta. Assim, é preciso ter cuidado com certas terminologias muitas vezes confusas. Expressões como: estado de alerta [*alertness*], cômico, ciente [*awareness*], de vigília [*wakefulness*] e ativação [*arousal*], que muitas vezes são usadas como sinônimo de estado de vigília, atenção e até mesmo de *consciência*.

À medida que os conhecimentos se aprofundam, a compreensão acerca da consciência também aprofunda. Uma mudança similar de significado (com o crescimento do conhecimento), ocorre com termos básicos na física, tais como energia e tempo. Em outras palavras, a estratégia utilizada foi adotar definições ditadas pela ciência, mas que são de certa forma familiar ao uso comum.

As definições antes mencionadas são bem aceitas na literatura científica contemporânea, embora muitos pesquisadores continuam usando o termo de maneira muito particular. Considerar as diversas definições é importante, pois a partir do momento que se faz alusão ao fenômeno da consciência e seu relacionamento entre certas coisas e acontecimentos, é possível dizer que a investigação de sua natureza já começou, assim como o significado ou o sentido do termo recebe uma nova interpretação. Assim, para entender o que realmente ela é, é importante entender o que ela causa, qual sua função, de que forma ela se refere ao processamento não consciente no cérebro. À medida que o nosso entendimento da natureza

da consciência progride, da mesma forma com o tempo, sua definição aos poucos tende a tornar-se mais detalhada e precisa e da maneira que se vai utilizar.

Aparentemente, a questão da consciência parece ser fácil por ser algo que todos a possui. Mas se assim o fosse, os resultados seriam definitivos. Como esse tema vem intrigando filósofos, cientistas e pesquisadores a ciência, hoje, já possui alguns argumentos para explicar as causas da consciência, suas funções, como ela se refere ao processamento não consciente, etc., contribuindo enormemente para aprofundar esta compreensão não apenas a respeito da consciência, como também de muitas outras coisas, pois se entende que aí está o ponto de partida.

Se o ser humano é possuidor de consciência, então se pode perguntar: Em que lugar do corpo ela está? Segundo Velmans (2002), em conformidade com Descartes, o mundo material é composto de *res extensa*, uma substância que tem lugar e extensão no espaço. Assim, para os dualistas e reducionistas, a consciência é formada fora da *res cogitans*, uma substância que pensa, mas que não tem lugar ou extensão no espaço. Se isto é certo, então ninguém pode localizar a consciência, uma vez que ela não está em nenhum lugar. Ou melhor, alguém pode ser capaz de apontar para o lugar onde a consciência interage com o mundo material. Para Descartes, era a glândula pineal, localizada no centro do cérebro.

Para os filósofos modernos como, por exemplo, Daniel Dennett e Searle, (apud VELMANS, 2002), a consciência nada mais é que um estado ou função do cérebro. Pode ser difícil indicar com alguma precisão tais estados ou funções, uma vez que eles são, provavelmente, propriedades distribuídas de grandes populações neuronais. Contudo, se alguém tivesse que indicar um lugar, indicaria o cérebro. Em resumo, dualistas e reducionistas clássicos discordam veementemente sobre o que é consciência, mas eles concordam, mesmo sem uma resposta definitiva, onde ela está, isto é, em algum lugar no cérebro.

Das definições apresentadas, foi selecionada aquela que se vai fazer uso, que no caso, é a de António Damásio. Sua teoria trata da natureza física da consciência e de que maneira ela é construída no cérebro humano que tentar-se-á empregá-la como modelo em artefatos inteligentes.

3.4 Consciência e senso comum¹³

Sob esse aspecto, Velmans (2002), tece algumas considerações. Para ele, esta visão correntemente popular não possui qualquer base científica. A fim de decidir onde a consciência está (se é que ela está em algum lugar), é preciso prestar atenção na sua fenomenologia.

É certo que existem algumas experiências as quais parecem estar insuficientemente localizadas no espaço, ou no melhor dos casos, localizadas em algum lugar na cabeça ou cérebro, exatamente como os dualistas e os reducionistas alegam. Exemplos incluem pensamentos e sentimentos vagos, tais como, pensamentos verbais, sentimentos de interpretação pessoal, entre outros. Contudo, a maior parte das experiências tem uma fenomenologia muito diferente, como por exemplo, experiências pessoais ou do mundo externo.

O autor em referência ilustra esta discussão com um exemplo muito simples. Se uma pessoa espetar um alfinete num dedo, ela vai sentir uma dor aguda. Para a filosofia da mente dor, geralmente é considerada como um paradigma de um evento mental e consciente. Neste caso, onde está a dor? Pelas pressuposições teóricas dos dualistas e reducionistas, esta é uma questão muito difícil. Contudo, se eles tivessem que especificar o local da dor, eles apontariam o cérebro. Para Velmans (2002), no entanto, esta é uma questão muito simples; a dor se localiza no dedo. Esclarecendo melhor, para o autor, a divergência de opiniões é quanto à experiência de dor e não no que se refere as causas físicas antecedentes (a deformação e o dano produzido na pele pelo alfinete), nem sobre as causas neurais e correlatas de dor que estão, sem dúvida, localizadas no cérebro.

Contudo, em ciência, as causas ou relação mútua de um dado evento não são ontologicamente idênticas para aquele evento. Por exemplo, o movimento de uma corda (de um instrumento musical) através de um campo magnético ocasiona uma corrente elétrica resultante da corda. Mas isso não significa que a corrente elétrica seja ontologicamente idêntica ao movimento da corda devido ao campo magnético. Mesmo se alguém inverter esse experimento, é correto dizer que a corrente que alguém passa através

¹³Para melhor entender senso comum, ver Marilena Chauí. Convite à filosofia, 1997, p. 247.

de uma corda é ontologicamente idêntica ao campo magnético adjacente produzido como um resultado. A corrente está na corda e o campo magnético é distribuído no espaço ao redor da corda. Elas não podem ser a mesma coisa, pela simples razão que elas estão em lugares diferentes. Similarmente, a inervação de apropriado circuito de dor no cérebro pode causar uma experiência de dor no dedo. Estas não podem ser a mesma coisa porque elas estão em lugares diferentes.

A consciência abrange alguns processos mentais extremamente importantes, tais como: memória, aprendizado, inteligência que serão tratados a seguir. Quanto à emoção, esta será objeto de descrição no capítulo 5.

3.5 Memória e aprendizado

Segundo Luria (1981), o interesse pelo estudo da organização cerebral da memória é recente. Por muito tempo foi um dos campos menos explorados da psicofisiologia. No início do século XX, tudo o que se sabia a respeito da natureza e do substrato material da memória mostra que havia muito pouco de valor científico. Até mais ou menos a primeira metade desse mesmo século, os estudos basearam-se na discussão da natureza e dos fundamentos fisiológicos da memória.

A memória é claramente um fenômeno complexo e algumas opiniões foram selecionadas para auxiliar a esclarecer o seu significado. Segundo Rose, (1984, p. 255),

As memórias são os registros armazenados na experiência do indivíduo. Representam a função plástica do cérebro no seu ponto mais alto e mais desenvolvido, e são fundamentais para nossa compreensão do cérebro, pois são uma das principais razões da sua existência.

Na verdade, a própria palavra (de origem latina), implica em um conjunto de processos que pode ser descrito como: aprendizado, recordação ou lembrança. De acordo com o dicionário, quer dizer:

- a) Faculdade de reter as idéias, impressões e conhecimentos adquiridos anteriormente.
- b) Lembrança, reminiscência, recordação [...]. (FERREIRA, 1999).

Para Chaui (1997, p. 125), “a memória é uma evocação do passado. É a capacidade humana para reter e guardar o tempo que se foi, salvando-o da perda total. A lembrança conserva aquilo que se foi e não retornará jamais”.

Na visão de Minsky (1989, p. 154), “memórias são processos que fazem alguns de nossos agentes agirem do mesmo modo que o fizeram em vários momentos do passado”.

Com efeito, é um fenômeno cognitivo altamente importante. É a memória que dá o suporte para a aprendizagem e é esta íntima associação (memória e aprendizagem), que sustenta o nosso conhecimento permitindo que as pessoas orientem-se no tempo, considerando o passado, fazendo-as situarem-se no presente e prever o futuro. É, através da memória, que se retêm informações de experiências vividas e é esse processo de retenção de informações que faz com que as experiências que se adquire, sejam arquivadas e recuperadas quando são evocadas.

Segundo Rose (1984), do aprendizado à lembrança deve envolver alguma coisa fisicamente presente dentro do sistema e que representa a memória aprendida antes de ser lembrada. “Alguma coisa” pode ser chamada de traço de memória, engrama, o mnemon (ou unidade de memória). Uma vez que o aprendizado e a lembrança são processos, o traço quer dizer uma coisa permanente, um estado do cérebro que codifica o evento lembrado.

A capacidade de aprender parece atingir todas as espécies animais, embora se manifesta em graus variáveis entre elas; isso implica na aptidão de aprender de cada espécie. Wilson (1981, apud BURKE, 2002, p. 114), diz que:

O potencial de aprendizagem de cada espécie parece estar inteiramente programado pela estrutura do cérebro, pela seqüência de liberação de seus hormônios, e, fundamentalmente, pelos genes. Cada espécie animal está ‘preparada’ para aprender certos estímulos, impedida de aprender outros, e é neutra com respeito aos demais.

Entretanto, parece não existir dúvidas quanto a capacidade do ser humano de aprender ser bem maior do que a dos outros animais, a ponto de se supor que seja ilimitada. Como resultado da seleção natural, a capacidade de aprender através da própria experiência faz parte da luta pela sobrevivência e reprodução e, além disso, “pode, de certa forma, *dirigir* a

evolução no sentido do desenvolvimento de redes neurais, tendo tido, provavelmente, um papel importante no desenvolvimento dos cérebros”. (BURKE, 2002, p. 115). Neste raciocínio, “[...] à medida que os cérebros tornaram-se mais altamente evoluídos assumiram cada vez mais as decisões reais sobre os planos de ação, usando, ao fazê-lo, truques tais como a aprendizagem e a simulação”. (DAWKINS, 2001, p. 83).

Quanto ao aspecto da aprendizagem, torna-se quase que obrigatório mencionar os trabalhos de Ivan Pavlov e de Skinner, por exemplo, que abrem caminho para novas áreas de pesquisa sobre sistemas centrais de aprendizado, considerada não abordável até então pela psicologia e neurofisiologia. Na concepção de Rose (1984), o trabalho de Ivan Pavlov com cães sobre a fisiologia da digestão, está entre as primeiras tentativas bem sucedidas de experiência com o problema da natureza do aprendizado e da memória. Sua experiência relaciona-se basicamente com um tipo de aprendizado chamado de *condicionamento associativo*, ou seja, o processo de adquirir capacidade de responder a um determinado estímulo com o reflexo apropriado de outro estímulo – o reforço – isto é, quando dois estímulos são aplicados simultaneamente. “Estes experimentos foram os precursores dos labirintos, *shuttleboxes* e caixas de Skinner [...]”. (ROSE, 1984, p. 258). Portanto, a pesquisa de Skinner,

Reconheceu que os animais mais evoluídos revelavam, na verdade, novas formas de comportamento, que ele denominou de “operantes”. [...] as descobertas de Skinner tiveram uma influência descomunal na psicologia e na educação, contudo jamais levaram à explicação de como os cérebros produzem novos operantes. Ademais, poucas destas experiências com animais lançaram muita luz no modo como os seres humanos aprendem a formar e a executar seus planos complexos; o problema é que os outros animais não têm condições de aprender nada disso. Estes conceitos geminados – *recompensa/sucesso e castigo/fracasso* – não explicam o suficiente sobre como as pessoas aprendem a produzir novas idéias que as capacitam a solucionar problemas difíceis que não poderiam, se assim não fosse, ser solucionados sem muitos períodos de vida de tentativas e erros ineficientes. (MINSKY, 1989, p. 75).

Além desses, pode haver outros tipos de aprendizado latente,

Onde os estímulos são associados sem uma recompensa óbvia, e um tipo melhor resumido como *insight*, onde uma resposta é o resultado da compreensão de novas relações, ou ainda o aprendizado negativo (*não* fazer alguma coisa para não ser punido), às vezes conhecido como condicionamento de fuga. (ROSE, 1984, p. 259).

Assim, se deduz que para todos esses tipos de aprendizado, o mecanismo suposto é semelhante; de forma substancial se o aprendizado representa a abertura de novos caminhos funcionais dentro do cérebro. Em vista disso, se tira a seguinte conclusão; “que o traço de memória é ele próprio, o novo caminho; cada memória é codificada de alguma forma por um único caminho”. (ROSE, 1984, p. 259).

Para Luria (1981), esta abordagem dos processos de memória mostra, naturalmente, que o processo de recordação é de natureza complexa e ativa. Sobre isso, o autor ilustra da seguinte maneira: quando alguém necessita lembrar-se de alguma coisa, exhibe uma estratégia de lembrança definida, selecionando os meios necessários, especificando os sinais importantes e inibindo os menos importantes, escolhendo, dependendo do objetivo, os componentes sensoriais ou lógicos do material estampado e os introduzindo em sistemas apropriados.

Esta abordagem aproxima o processo de lembrança de uma *atividade investigadora complexa e ativa*, permite ao indivíduo usar as atividades de linguagem [...] e, na opinião da maioria dos investigadores, constitui o elo essencial na transição da memória de *curta duração* para a de *longa duração* [...]. (LURIA, 1981, p. 249).

Essas pesquisas demonstram que grande parte das controvérsias e ansiedades em torno da estrutura psicológica dos processos mnemônicos humanos é de difícil solução. Todavia, graças a elas muita coisa foi esclarecida sobre os mecanismos cerebrais que se deve buscar quando se inicia a investigação neuropsicológica da memória.

3.6 Áreas cerebrais envolvidas nos diversos tipos de memória

De acordo com Cardoso (2003), a memória não se encontra em uma parte específica do cérebro. Pelo contrário, ela funciona em concerto com vários sistemas cerebrais e cada um desses sistemas contribui de forma específica para a organização dos processos mnêmicos. As áreas cerebrais responsáveis pelos vários tipos de memórias são assim relacionadas:

- a) O lobo temporal – é uma região no cérebro que apresenta um significativo envolvimento com a memória. Está localizado abaixo do osso temporal (acima das orelhas), assim chamado porque os cabelos nesta região freqüentemente são os

- primeiros a se tornarem brancos com o tempo. As evidências apontam essa região como sendo particularmente importante para armazenar eventos passados;
- b) o hipocampo – (uma região cortical filogeneticamente antiga, localizada no lobo temporal) é a estrutura central onde se dá a formação de memórias declarativas;
 - c) a amígdala – se comunica com o tálamo e com todos os sistemas sensoriais do córtex, através de suas extensas conexões. Os estímulos sensoriais vindos do meio externo como som, cheiro, sabor, visualização e sensação de objetos, são traduzidos em sinais elétricos, e ativam um circuito na amígdala que está relacionado à memória, o qual depende de conexões entre a amígdala e o tálamo. Conexões entre amígdala e hipotálamo, onde as respostas emocionais provavelmente se originam, permitem que as emoções influenciem a aprendizagem, porque elas ativam outras conexões da amígdala para as vias sensoriais, por exemplo, o sistema visual;
 - d) o córtex pré-frontal – exhibe também um papel importante na resolução de problemas e planejamento do comportamento. Uma razão para se acreditar que o córtex pré-frontal esteja envolvido com a memória, é que ele está interconectado com o lobo temporal e o tálamo.

Segundo Chauí (1997, p. 129), existem seis grandes tipos de memória, a saber:

- a) A memória perceptiva ou reconhecimento, que nos permite reconhecer coisas, pessoas, lugares, etc. e que é indispensável para nossa vida cotidiana;
- b) a memória-hábito, que adquirimos por atenção deliberada ou voluntária e pela repetição de gestos ou palavras, até gravá-los e poderem ser repetidos sem que neles tenhamos que pensar;
- c) a memória fluxo-de-duração-pessoal, que nos faz guardar a lembrança de coisas, fatos, pessoas, lugares cujo significado é importante para nós, seja do ponto de vista afetivo, seja do ponto de vista de nossos conhecimentos;
- d) a memória social ou histórica, que é fixada por uma sociedade através de mitos fundadores e de relatos, registros, documentos, monumentos, datas e nomes de pessoas, fatos e lugares que possuem significado para a vida coletiva. [...], essa

memória é objetiva, pois existe em objetos (textos, monumentos, instrumentos, ornamentos, etc.) e fora de nós;

- e) a memória biológica da espécie, gravada no código genético das diferentes espécies de vida e que permitem a repetição da espécie;
- f) a memória artificial das máquinas, baseada na estrutura simplificada do cérebro humano.

Fialho (2001), relata, que é comum as pessoas fazerem uma associação direta entre memória e visão. Entretanto, existem indicações que há uma clara e forte relação desta com os outros sentidos. A complexidade do tema abre caminho para identificar a ocorrência de vários tipos de memória, como se observou antes, mas ao mesmo tempo, “temos uma só memória, que é a integração destas todas no que denominamos por “experiência vivida”. (FIALHO, 2001, p. 79).

Examinando-se o conteúdo que revelam, há basicamente dois grandes tipos de memórias: uma de curto prazo e uma de longo prazo. A primeira pode armazenar até sete itens de informação. É aquela que se usa, por exemplo, quando se vai fazer uma ligação telefônica se guarda o número “de cabeça” sendo, que instantes depois esse é esquecido. Ela é temporária. Já a memória de longo prazo, ao contrário, é aquela que estabelece emgramas ou traços duradouros, que podem durar dias, semanas, meses ou mesmo anos. Sua capacidade é muito mais ampla. Entender a relação entre essas duas memórias é fundamental para a compreensão de certas peculiaridades do cérebro humano.

Alguns distúrbios podem ser responsáveis pela perda da memória: certas doenças neurológicas (doença de Alzheimer, por exemplo), distúrbios psicológicos (stress, ansiedade e a depressão), etc., além de certos fatores que podem causar perda total ou parcial da memória: alcoolismo crônico, traumatismo do cérebro (concussão), amnésia, tumor cerebral, encefalite, etc. Assim, em todos os momentos da nossa vida consciente a memória exerce papel fundamental e permite que se navegue no tempo e no espaço. Sob esse aspecto,

Se a consciência é palco onde se desenrola a ação mental, a memória é a protagonista por excelência. [...] A consciência enquanto processo é, na verdade, uma atualização de memórias num fluxo único. [...]. Quaisquer anomalias que interfiram com a memória, seja de curto, seja de longo

termo, acabarão por afetá-la, de uma maneira ou de outra, em seu processo de contínua atualização. (DEL NERO, 1997, p. 346).

É a memória que permite lembrar e recordar. A diferença entre uma e outra é sutil, mas existe. As lembranças são trazidas à tona de forma espontânea ou através de um esforço deliberado da consciência. Diz-se que a lembrança é espontânea quando, por exemplo, diante de uma situação presente vem à lembrança algum acontecimento passado. Quanto à recordação, esta se dá quando se esforça para lembrar. Contudo, a memória não significa apenas lembrar ou recordar, “mas revela uma das formas fundamentais de nossa existência, que é a relação com o tempo, e, no tempo, com aquilo que está invisível, ausente e distante, isto é, o passado”. (CHAUI 1997, p. 130).

Para Izquierdo, (2004),

Talvez nunca consigamos conhecer com precisão a índole das memórias humanas, sua natureza íntima que faz com que cada um de nós seja exclusivamente quem é, aquela cuja importância real às vezes só compreendemos quando as memórias, com o correr do tempo, esvaecem.

3.7 Uma hierarquia da memória

Segundo Skyttner (1996), um ponto importante deve ser considerado no desenvolvimento da raça humana, ou seja, o desenvolvimento da linguagem. A partir daí, o ser humano torna-se desobrigado de aprender simplesmente através da sua própria experiência e passa a ser considerado como um novo e avançado tipo de processador de informação. O uso da linguagem natural presume uma memória ampla, o que significa a base para o sucesso e sobrevivência humana.

No passado, aqueles que possuíam habilidades para ler e escrever, não possuíam outro lugar para estocar e recuperar informação que não fosse o cérebro. A memória se conservava através da transferência de pai para filho e utilizavam certas técnicas para facilitar este processo. Essas pessoas eram conhecidas como ‘contadoras de histórias’. Possuidoras de uma memória viva utilizavam-se de certos truques como, ritmo e rima, para ajudar no processo de lembrança. São essas habilidades que favoreceram o alvorecer da poesia e literatura.

As técnicas especiais de memória (mnemônicas), que se têm notícia, foram inventadas na pré-história entre os gregos, que possuíam cursos formais na arte de recordação. Utilizavam vários métodos e era fundamental para cada um deles a organização do material a ser lembrado, assim que ele pudesse ser recuperado quando necessário. A variedade de técnicas usadas inclui:

- a) O método de lugares (onde alguma localização geográfica é usada como uma sugestão para recuperar itens);
- b) o método de associações (onde simples associações são obtidas entre cada um dos itens fazendo a devida conexão com uma história significativa);
- c) o método de palavras-chave (onde itens diferentes não relacionados são ligados a números). (SKYTTNER, 1996, p. 166).

Na verdade, pessoas com talento especial para lembrar, reconhecidas como portadoras de uma memória eidética, sempre existiram. Elas são mencionadas na literatura pela capacidade que têm de recordar literalmente tudo com que entram em contacto.

Com a invenção de artefatos de auxílio à memória e à arte de escrever, foi possível estocar informação e conhecimento além do cérebro humano. Assim, a memória e a inteligência humanas puderam ser liberadas da tarefa de recordar, para serem usadas na criação e desenvolvimento de conhecimento. Neste sentido, a invenção da linguagem escrita indica o nascimento da ciência.

Uma análise mais precisa dos muitos aspectos de informação determinarão a natureza do que realmente pode ser lembrado e estocado nos vários tipos de memória. Os termos que seguem são usados total e diferentemente, dependendo do contexto e intenção:

- a) Capta;
- b) dados;
- c) informação;
- d) conhecimento;
- e) sabedoria (SKYTTNER, 1996, p. 167).

O arranjo pode ser visto como um *continuum*, cujas partes atuam em seqüência, cada uma representando um passo ascendente no funcionamento cognitivo humano.

Se um evento básico no mundo adjacente for registrado como uma mudança no estado de um sensor como, por exemplo, um neurônio, faz sentido falar de *capta*. Esta mudança pode ser preservada por um certo período sendo experimentada, por exemplo, como uma sensação de calor. Quando algumas regras forem aplicadas para organizar tais representações básicas de eventos, dados são gerados. Os numerais e o alfabeto são tais representações e, o calor, pode ser expresso em uma escala de temperatura – Celsius, Fahrenheit, Kelvin, etc. Naturalmente, os dados podem ser registrados e apresentados total e mecanicamente, sem a percepção de seres vivos.

Os dados chegando aos sentidos e fazendo com que se esteja ciente de que alguma coisa mudou ou está em vias de mudar, isso significa informação. Isto é, tem-se a representação física ou cognitiva de dados sobre os quais se está ciente. Em outras palavras, houve a informação.

Atribuindo significado e entendimento à informação pelo uso dos processos mentais mais altos, então é possível falar em *conhecimento*. Isso pode ser transformado em *sabedoria* quando valores são incluídos para fazer julgamentos.

Uma hierarquia da memória, capaz de estocar partes relevantes do *continuum* ou do espectro da inteligência, é apresentada a seguir, na seguinte ordem:

- a) Memória genética – subexistindo nos genes;
- b) memória imune – subexistindo em células antivirais;
- c) conhecimento e experiência acumulados - estocados no cérebro (é a única categoria deste sistema hierárquico que têm envolvimento direto com o SNC);¹⁴
- d) informação escrita - estocada em vários materiais;
- e) informação óptica e magnética - estocada em base de dados;
- f) enciclopédias, livros, pinturas, etc. - estocados em bibliotecas;
- g) metainformação - estocada em universidades, museus, bancos de genes, reservas naturais, etc. (SKYTTNER, 1996, p. 167-168).

A expansão da memória representada nesta hierarquia só é possível se um desenvolvimento paralelo entre os artefatos de memória acontecer. Na realidade, a

¹⁴ Para a cognição não é necessário sistema nervoso. Observação da autora.

memória e seus artefatos estão sempre em interação. Artefatos avançados possibilitam o processamento de informação avançada e vice-versa. Essa interação possibilitou, satisfatoriamente, uma capacidade para a linguagem e escrita e a extensão de imagens além da experiência pessoal.

Segundo Skyttner (1996), os artefatos de memória começaram com os sumerianos através dos inscritos cuneiformes de barro e evoluíram para pigmento em papiro, pergaminho e papel. Nas culturas escandinava e inca foram usadas também pedras e cordas para estocar informação. Durante a Idade Média, o papel foi o principal meio de armazenagem. Primeiro, como rolos e mais tarde, como livros. No século XIX, fotografias e fonografias ficaram disponíveis e no século XX, filmes, goma-laca e gravações em vinil e uma grande variedade de diferentes membranas ópticas e magnéticas tornaram-se disponíveis.

O principal meio de estocagem é, todavia, ainda o papel, embora correndo o risco de perder uma memória coletiva devido à decomposição deste.

Poder-se-ia citar alguns exemplos de perda de memória coletiva. A história tem registrado inúmeros. O que se pode adiantar é que a evolução humana que antes era governada pelos genes é hoje governada pelas idéias devido à acessibilidade de uma enorme memória coletiva e, também, devido à extensão das capacidades e sentidos humanos pelos artefatos. Exemplos de tais artefatos são: o telescópio, o microscópio, o telefone, entre tantos.

3.8 Consciência e inteligência

Vários estudos sobre inteligência são realizados pelos psicólogos, além das pesquisas da etologia, biologia evolutiva, neurolingüística e da neurociência. Esse tema avança também para outras áreas de conhecimento - a informática - por exemplo, com a construção de máquinas inteligentes, objeto de discussão neste trabalho. Contudo, a questão não é tão simples assim justamente porque o conhecimento que se têm da inteligência humana, não é ainda suficiente para servir de parâmetro ao desenvolvimento da inteligência das máquinas.

Longe de haver uma inteligência unitária do ponto de vista dos processos cerebrais, deve-se considerar uma série de fatores, tais como, percepção, atenção, reação, memorização,

adaptação ao ambiente, raciocínio, tempo de aprendizado, entre outros. Estes elementos concorrem para um resultado mais aproximado no esclarecimento desta temática, que Calvin (1998), denomina de conjuntos variados de indícios de habilidades espaciais ou subtestes, referidos hoje como inteligências múltiplas¹⁵. Neste contexto, considerando outros subtestes, o autor argumenta que:

O QI é, sem dúvida, um aspecto fascinante da inteligência, mas os outros não estão subordinados a ele; não devemos cometer o erro de tentar reduzir o tema da *inteligência* a um simples número em uma escala de avaliação. (CALVIN, 1998, p. 20).

Hoje se questiona o tão empregado teste de QI de Stanford-Binet por algumas razões:

A questão é que o teste de QI é um elaborado social, arbitrário, que mede certos aspectos cuidadosamente selecionados da capacidade do indivíduo de fornecer respostas “aceitas” para questões específicas, e não uma medida absoluta, como altura ou peso. (ROSE, 1984, p. 246).

Como mencionado no capítulo 2, para Piaget (apud CALVIN, 1998, p. 11), inteligência vai além da esperteza, isto é, quando se utiliza a *criatividade* para inventar algo e, para que isso aconteça, se está exercitando um aspecto da inteligência. Inteligência, portanto, envolve múltiplos aspectos: esperteza, criatividade, combinações de palavras, frases que produzem significados intensos a um discurso, por exemplo.

Segundo Calvin (1998), em muitos instantes do dia-a-dia se exercita algum aspecto da inteligência porque se cria constantemente alguma coisa; seja para buscar a palavra certa na formulação de uma frase, ou criar um modelo de roupa, ou simplesmente recombina alimentos que resultem num prato apetitoso, entre outras coisas.

Com base no conceito de Piaget (apud CALVIN, 1998), se observa que a inteligência é o resultado de múltiplos aspectos e, com o auxílio da ciência, hoje se pode afirmar que a localização de alguns aspectos da semântica do cérebro, já são conhecidos. Como exemplo os verbos no lobo frontal, os nomes próprios, no lobo temporal, além dos conceitos de cor e os relacionados a ferramentas, na parte posterior do lobo temporal esquerdo. Porém, como bem argumenta Calvin (1998, p.12),

[...] a inteligência é um processo, não uma localização. Ela diz respeito a improvisação, onde o “objetivo” é um alvo móvel. É um caminho, que passa por muitas regiões do cérebro, pelo qual tateamos em busca de novos significados, muitas vezes “conscientemente”.

¹⁵Sob esse aspecto, ver Calvin. Como o cérebro pensa, 1998, p. 19-20.

Considerando esta afirmação, parece quase impossível dissociar inteligência de consciência, embora muitos estudiosos preferem evitar tal associação e, até mesmo, existem aqueles que banalizam a consciência ao defini-la simplesmente como um estado de alerta.

Estudos sobre inteligência têm avançado cada vez mais quando atravessam as fronteiras da psicologia indo de encontro a outras áreas do conhecimento científico, com base nas pesquisas da etologia, da biologia evolutiva, da lingüística, assim como da neurociência. E além destas, a evolução da IA avança com a construção de máquinas inteligentes.

Para Calvin (1998, orelha do livro), “a inteligência é o patamar superior da neurofisiologia – o resultado de muitos aspectos da organização do cérebro de um indivíduo, e inclui a engenhosidade, a capacidade de previsão e a criatividade”. Seguindo o seu raciocínio primeiramente tentar-se-á separar um comportamento inteligente de outro não inteligente partindo da seguinte premissa: o que constitui a inteligência e quando ela é necessária?

O termo inteligência é, sem dúvida, muito complexo para ser utilizado de forma muito simplificada como comumente ocorre, permitindo assim que seja empregado de forma ambígua. Atribui-se à inteligência, de um modo geral, um conjunto de habilidades como facilidade para números, expressão, rapidez de percepção, raciocínio indutivo/dedutivo, grande capacidade de memorização, entre outras capacidades. Isso parece restringir a compreensão do que é ser inteligente, ou em outras palavras, reduzir o tema da inteligência em uma quantidade maior possível de habilidades atribuídas a uma pessoa numa escala de avaliação. Daí porque os testes de QI não são tão abrangentes como se supõe, por medir apenas alguns aspectos do comportamento inteligente e tendem a excluir outros como, a criatividade ou a habilidade de planejar, por exemplo.

O senso comum muitas vezes denomina o comportamento inteligente como sinônimo de complexidade. Na verdade, o termo inteligência suscita uma série de questionamentos, da mesma forma que admite uma série de interpretações que se tenta elucidar, na medida do possível, no decorrer da discussão. Mas, afinal o que é inteligência? Como ela se manifesta? Que parâmetros podem ser adotados para explicar essa problemática? Encontrar uma resposta satisfatória para essas questões não é tarefa simples, pois exige uma discussão mais aprofundada do problema.

Nem sempre os comportamentos complexos podem ser sinais de inteligência. Às vezes, os indicadores de inteligência podem ser encontrados nos problemas mais simples e menos previsíveis como, por exemplo, a atitude de “uma criança de quatro anos atendendo a um pedido de guardar um brinquedo na prateleira”. (PINKER, 1998, p. 14).

Para muitos estudiosos no assunto, portanto, a inteligência vai além das habilidades e eficiência. Ela implica também em flexibilidade e criatividade. Outro fator relacionado à inteligência é a rapidez de aprendizado. Considerando a extensão de sua significação, o que caracteriza um comportamento inteligente é o conjunto de vários atributos e habilidades mentais. “Talvez seja a criação de combinações eficientes dessas habilidades o que melhor caracteriza o comportamento inteligente”. (CALVIN, 1998, p. 28).

A imaginação, as brincadeiras, planejamento são atributos da inteligência e no dia-a-dia, se faz muito disso. Em se tratando de planejamento antecipado e detalhado, para o autor antes citado, parece, pois, ser um dos mais difíceis por envolver uma resposta a uma situação única que requer a capacidade de fazer previsões e, ainda, por envolver criatividade. Já

O planejamento de múltiplos estágios é talvez mais bem observado em um tipo avançado de inteligência social: elaborar um modelo mental do modelo mental de outra pessoa e depois tirar proveito disso. (CALVIN, 1998, p.34).

De um modo geral, grande parte do comportamento inteligente têm por objeto novas combinações de idéias ou fatos que já sucederam.

Geralmente as conotações de consciência e inteligência se confundem o que torna muito difícil fazer a devida separação. Embora a consciência se aplica quase sempre às características do estado de vigília ou alerta, por inteligência normalmente se atribui à imaginação ou à eficiência.

Ainda não se têm explicações mais precisas para a consciência. Conhecer como o cérebro funciona é a principal preocupação dos neurocientistas. Uma explicação mais aprofundada para a vida interior do ser humano vai mais além do que simplesmente as suas capacidades mentais. A confusão existe. Para muitos cientistas, a desmistificação da consciência é praticamente impossível.

Para uma grande maioria dos médicos (CALVIN, 1998), a consciência significa estado de alerta, orientação completa em relação ao tempo, procedência do paciente, etc. Por outro lado, há cientistas que utilizam a palavra consciência para se referirem à percepção e reconhecimento, a exemplo de Francis Crick e Christof Koch (apud CALVIN, 1998). Ainda mais: para a comunidade da ciência cognitiva,

As conotações de consciência incluem aspectos da vida mental tais como concentrar a atenção, vigilância, ensaio mental, ações voluntárias [...], coisas que você não pensava que soubesse, imagens, compreensão, raciocínio, tomada de decisões, estados alterados da consciência [...]. (CALVIN, 1998, p.42).

Tanto a consciência como a inteligência, parecem ser uma entidade comum subjacente. Com tantos sinônimos, realmente fica difícil e até mesmo confuso abordar o tema consciência.

4 MODELOS MENTAIS

“Afastar a má-compreensão sobre a mente e sobre sua razão cerebral embasante, seu potencial de desvio e o uso que os ignorantes e inescrupulosos fazem disso é fundamental para que redeseñemos uma nova consciência”. (DEL NERO, 1997).

Não há dúvidas que para se compreender a consciência humana e o mundo é tarefa muito difícil, pois envolve um rompimento com velhos paradigmas e tradições com as quais se está habituado a conviver.

O ser humano dotado de amplas capacidades cognitivas cria, a todo instante, modelos do mundo, das pessoas, dele próprio e usa esses modelos mentais para orientar-se pela vida. Assim, dessa interação com o ambiente, com indivíduos e com os artefatos de um modo geral, as pessoas passam a formar internamente modelos mentais não apenas de si próprias, como também de tudo o mais com que interagem. Esses modelos mentais fornecem explicação para a compreensão dessas relações. Nessa perspectiva, se discute o significado de modelo mental, afim de subsidiar a questão da consciência à luz desse referencial.

Segundo Moreira (2004), “um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado”.

Neste trabalho, são examinados alguns modelos de consciência com base em alguns autores: Max Velmans - “o modelo reflexivo de consciência”, Steven Pinker - o “modelo computacional da mente”, Daniel Dennett – o “modelo da torre de gerar e testar” e, por último, o modelo de mente consciente de António Damásio que será abordado no capítulo 5, o qual foi selecionado para ser implementado em artefatos inteligentes.

Para este empreendimento, foram observadas hipóteses possíveis e foram escolhidas aquelas que mais se aproximam do objetivo deste trabalho, ou seja, não perder de vista a linha evolucionista. Todavia, ao discursar sobre a mente é importante observar, mesmo que

brevemente, a constituição física do cérebro. “Isso porque a mente não é o cérebro, e sim o que o cérebro faz, e nem mesmo é tudo o que ele faz [...]”. (PINKER, 1998, p. 34-35).

4.1 Cérebro e mente

Esses dois níveis de descrição como se demonstra, um para o cérebro e outro para a mente não significa, portanto, um pensamento dualista e sim, uma forma de clarear os esforços no que diz respeito ao entendimento do assunto. Em outras palavras, se situa a mente em um nível mais elevado do fenômeno biológico, que para Damásio (2000, p. 409), “[...] requer e merece sua própria descrição, devido à natureza privada de seu aparecimento e porque esse aparecimento é a realidade fundamental que desejamos explicar”.

No que diz respeito ao cérebro, esse órgão talvez seja o maior desafio da ciência como um todo. As pesquisas nesta área apontam que a interpretação dos mecanismos do cérebro é o objeto de estudo mais complexo de investigação. A explicação e compreensão dele, é muito mais que algo meramente interessante.

Independente das lacunas a serem preenchidas por fenômenos físicos não identificados ainda, mas possíveis de identificação, o cérebro é uma entidade material bem definida. Localiza-se dentro do crânio e graças ao surgimento de novas tecnologias como a Imagem de Ressonância Magnética funcional (fMRI) ou a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), permitem vê-lo em funcionamento, assim como análises mais detalhadas sobre o funcionamento do cérebro humano. Todavia, as técnicas empregadas para estudar o cérebro conseguem captar apenas imagens da matéria viva. “A compreensão de como é gerada a sensação do “eu”, que é a marca da consciência mental – a sensação de que as imagens em minha mente são minhas e se formam de acordo com minha perspectiva - , é simplesmente impossível”. (DAMÁSIO, 2004, p. 8).

Além de ser uma estrutura demasiadamente complexa, a terminologia empregada é igualmente complexa. O cérebro, contudo, é apenas a parte mais importante de um sistema maior - o sistema nervoso. E para entendê-lo, é condição primordial saber como funcionam os nervos, como é feita a transmissão dos dados pelo sistema, seja a recuperação de uma memória armazenada, seja um sinal de dor, ou mesmo uma sensação agradável. É

constituído por substâncias químicas, enzimas, além do que têm um papel vital na produção e regulação de hormônios que trafegam na corrente sanguínea. Sua arquitetura é caracterizada por células nervosas conhecidas como neurônios, sustentadas por outro tipo de células – as gliais. Os neurônios são indispensáveis para a produção de movimentos, assim como para as atividades mentais, ou seja, as células nervosas são a base que permite que se compreenda o funcionamento do sistema nervoso e é através delas, que se pode expressar o que se passa no interior do organismo e perceber o mundo externo. Este é o caminho para entender o que se sente, o que se pensa, como as emoções surgem, como se realizam certas ações e muitas outras funções mentais e físicas.

Quanto ao estudo da mente, este foi por muito tempo considerado um enigma sem possibilidades de ser elucidado, justamente pelas barreiras impostas a este campo de pesquisa. A natureza do mental vem intrigando o homem através dos séculos. Os filósofos, de um modo geral, tentam responder as questões: O que é a mente? O que são fenômenos mentais? O que os caracterizam? Entre outras. Mas na verdade, estes questionamentos continuam intrigando o homem em especial aqueles que demonstram interesse pelo tema. Estas, entre outras indagações, começaram a serem respondidas neste final de milênio. Mas até chegar a um consenso sobre *o que é a mente*, muito ainda se têm que percorrer. Inúmeras respostas para quaisquer perguntas inerentes ao tema ainda continuam em aberto apesar dos avanços da neurofisiologia e das assim denominadas “ciências do cérebro”.

Estudos mais recentes sobre esta temática utilizam ferramentas de diversas áreas do conhecimento: filosofia, psicologia, neurologia, física e mais. Assim, em se tratando do cérebro humano e seu processo de informação, o antigo problema mente/corpo vem à tona. Sob esse aspecto, toma-se como ponto de partida, a célebre frase enunciada pelo filósofo e matemático francês, René Descartes (1596-1650) – “Penso, logo existo” – que se tornou desde então, a chave das grandes discussões que envolvem os conceitos de mente, emoção, razão e consciência.

Descartes, como um dualista, postulava a existência de uma assimetria entre mente e corpo, isto é, concebia a mente como uma entidade puramente material que residia na cabeça do homem, mas totalmente diferente do cérebro. Skyttner (1996, p. 160), levanta o problema: “O que é mente? Nenhuma matéria. O que é matéria? Jamais a mente”. Para o

autor, esta problemática se confronta com dois aspectos, ou seja, um ativo e um aspecto passivo. Geralmente, o aspecto ativo é conhecido pela questão de como a mente consciente pode influenciar o movimento de objetos materiais, enquanto que o aspecto passivo coloca em questionamento o próprio cérebro, que como um objeto material, pode evocar a consciência.

Do ponto de vista físico, diz-se que a mente nada mais é do que um tecido complexo, com milhares de células nervosas, com diferentes fibras consolidadas por inúmeros padrões e prevalece desde a origem da vida. Se comparada com a de outros animais, ver-se-á que é idêntica em muitos aspectos, porém, diferente em outros. É, pois, através dessa perspectiva evolutiva que é possível saber como e porque os elementos que a constitui atingiu a forma que possui hoje. Todas essas informações são, portanto, necessárias quando se retorna ao passado e se comparam mentes simples com complexas para que se tenha elementos para identificar uma mente humana propriamente dita, pelo menos, quanto ao aspecto físico e poder avaliar algumas de suas implicações.

Estudos mais atualizados sobre o cérebro demonstram claramente que Descartes estava equivocado. “A identificação dos processos físicos e químicos ocorridos na imensa teia dos neurônios prova que a consciência - ou pelo menos boa parte dela – se produz no mundo da matéria”. (A REALIDADE..., 2002). Mas isso não é suficiente para esclarecer a questão da mente humana. Por exemplo, a capacidade de sentir, de analisar e de reagir ao mundo continuam sendo enigmas desafiando estudiosos das próximas gerações.

A mente sempre foi e continua sendo um problema a ser elucidado, talvez pelo fato de serem os fenômenos mentais caracterizados como invisíveis (se é que tal denominação é adequada), embora para alguns pensadores os fenômenos mentais, além de invisíveis, eles são inacessíveis à observação e é essa inacessibilidade que faz com que eles sejam essencialmente subjetivos ou privados, o que significa dizer que eles são particulares. Na verdade, essas são questões filosóficas que acompanham toda a trajetória da filosofia, assim como o pensamento – o eu – e, mais adiante, no início do século XX, a preocupação com a linguagem, são discussões que estão envolvidas na descoberta da natureza e das propriedades dos fenômenos mentais.

Os filósofos da mente sempre tiveram por objetivo esclarecer questões fundamentais como estas que envolvem o problema mente e cérebro. Inúmeras teorias filosóficas surgiram tentando relacionar mente e corpo e oscilaram entre posições radicalmente materialistas ou posições radicalmente dualistas.

Contudo, foi com os progressos da Neurofisiologia na segunda metade do século XIX, que essas investigações tomam novo rumo com a descoberta do neurônio e sua capacidade de transmitir impulso elétrico. Progridem também as pesquisas sobre a anatomia do cérebro e no final deste mesmo século, as pesquisas sobre a natureza das doenças mentais são mais sistemáticas. As valiosas contribuições de Freud sobre esta temática é referência obrigatória. Com o aparecimento da psicanálise de Sigmund Freud, pesquisadores e cientistas acendem a velha discussão mente e cérebro. Freud com suas investigações na tentativa de curar alguns tipos de doenças mentais abriu novas perspectivas sobre a natureza da mente.

Mas, é tão somente no século XX, que surge a filosofia da mente centrando suas preocupações fundamentais basicamente nas relações entre mente e cérebro. Era preciso esboçar novas teorias para essa questão. Entre as que mais se destacam é a de Gilbert Ryle em 1949 (apud TEIXEIRA, 1994), sendo o marco inicial da filosofia da mente contemporânea, ao propor que: “[...] o problema das relações mente-corpo não deveria sequer ser considerado um autêntico problema; ele seria o resultado de uma imensa confusão teórica cuja origem está na maneira pela qual empregamos nossa linguagem”. (apud TEIXEIRA, 1994, p. 21). Na sua concepção, a questão mente-corpo não foi mais do que um equívoco dos filósofos anteriores.

Não demorou muito para que os ânimos em relação à inovação de Ryle se apaziguassem, pois, já havia uma nova possibilidade surgindo em direção ao materialismo quando novos materialistas propuseram a teoria da identidade entre mente e cérebro. Mas a dúvida continua. A visão da doutrina materialista, a qual estabelece uma identidade entre pensamento e matéria, não parece resolver o problema das relações entre mente e corpo.

A natureza do mundo material continua sendo um enigma para a física moderna. A indefinição quanto à natureza da matéria impele os cientistas rever todas as concepções

habituais no que diz respeito à matéria entendida, até então, como um corpo sólido que se move num espaço vazio.

As novas descobertas no início do século XX - a teoria da relatividade e a teoria quântica - propostas por Albert Einstein (1879-1955), causam uma verdadeira revolução cultural na verdadeira acepção da palavra. Estas duas tendências revolucionárias marcam profundamente o começo do pensamento do século XX.

A nova física requeria mudanças substanciais nos conceitos de tempo, espaço e matéria, objeto, causa e efeito, conceitos esses fundamentais para o modo de vivenciar o mundo. Concomitantemente, a investigação experimental dos átomos incitou resultados totalmente inesperados. Ao invés de partículas duras, sólidas como se pensava, deduziu-se “que os átomos consistem em vastas regiões de espaço onde partículas extremamente pequenas – os elétrons – se movimentavam ao redor do núcleo”. (CAPRA, 1982, p. 73).

Encontrar uma solução definitiva para o problema mente e corpo e da natureza dos estados mentais (pensamentos) quando adotada uma dessas posições filosóficas – materialista ou dualista – é quase remota. Talvez outras proposições possam, pelo menos, clarear e tornar mais compreensível a questão. Neste raciocínio, se vislumbra a contribuição da IA que, ao propor um modelo computacional da mente pode, sem dúvida, auxiliar a estabelecer algumas analogias entre mentes e máquinas e, por sua vez, esclarecer alguns aspectos desta problemática. Um exemplo seria a máquina de Turing. Talvez resida aí um panorama para o problema discutido até então.

Segundo Teixeira (1990), a máquina de Turing também incorpora um tipo de dualidade semelhante às hipóteses dualísticas da função cerebral perpetuada por Descartes, cujas idéias prevalecem até os dias de hoje, ou seja: “de um lado, um conjunto de regras abstratas (as instruções) e, de outro, a realização física dessas regras obtidas pelos diferentes estados da máquina”. (TEIXEIRA, 1990, p. 55). Para o autor, essa dualidade engajada na máquina de Turing foi fundamental para que os teóricos de IA abrissem novas perspectivas para a discussão filosófica das relações mente e corpo e instituir, de um lado, uma analogia entre os estados mentais (pensamentos) e o software e, de outro, entre os estados cerebrais e o hardware. Tal analogia não implica, no entanto, que se execute

funções tal qual uma máquina, da mesma forma que esta não necessita ter um cérebro tal qual o humano, por exemplo, para desenvolver tarefas que se assemelhem com os seus estados mentais.

O que fica estabelecido, portanto, é um paralelismo entre eventos mentais e eventos físicos ou cerebrais e o *software/hardware*. As execuções da máquina de Turing estabelecem uma correspondência mútua de suas propriedades gerais – *software* ou estados mentais e *hardware* ou estados cerebrais. A princípio, isso parece ser satisfatório. Ainda que a mente humana não possa ser representada com exatidão numa determinada máquina, com o advento dos computadores novas perspectivas se abrem para a compreensão de nossas atividades mentais, assim como acarretam valiosas sugestões para reexaminar a constituição do tradicional problema filosófico mente e corpo.

Contudo, este modelo não significa uma solução final para a questão específica mente e cérebro. O que a IA vislumbra com o modelo da máquina de Turing é uma possibilidade de ligação entre o físico e mental. Nesse sentido,

A IA tem gradualmente levado alguns filósofos a trocar a atividade puramente especulativa acerca dos fundamentos do conhecimento pelo estudo do modo como simulações de processos mentais possam ser construídos de maneira que resultados satisfatórios sejam obtidos. (TEIXEIRA, 1990, p. 60).

A questão que se coloca é que: o que está em discussão é de uma abrangência fenomenal e o problema continua pela complexidade inerente ao tema.

As ciências cognitivas necessitam, sem dúvida, avançar mais com o intuito de encontrar soluções para essa problemática que vem inquietando o homem mesmo após vários séculos de reflexões filosóficas. Embora com notáveis avanços no campo das neurociências e muita dedicação à pesquisa cerebral, o conceito de mente continua obscuro, controverso e de difícil definição, pelo menos, nos parâmetros da linguagem que se dispõe.

É extremamente proveitoso considerar casos intrigantes como esses, por exemplo, e com isso tirar proveito sobre conceitos da mente muitas vezes limitados, e encontrar alguns caminhos alternativos para a investigação desta questão. Quanto a isso, Dennett (1997, p. 23), assim considera a proposta quanto ao seu aspecto filosófico:

A convicção derrotista de que nós nunca o saberemos deve ser adiada indefinidamente, poupada como conclusão do tipo último suspiro que deve ser admitida apenas após termos realmente exaurido todas as outras maneiras e não apenas imaginado isso. Pode haver surpresa e esclarecimentos à nossa espera.

4.2 Modelo reflexivo de Velmans

O exemplo do alfinete e a dor sentida por alguém que numa dada circunstância se fere com esse instrumento apresentado por Velmans (2002), no capítulo 3, demonstra um princípio geral que permite ir além do dualismo e do reducionismo. É direcionado para um modelo “reflexivo” de consciência e sua relação com o cérebro e o mundo físico. No entanto, dualistas, reducionistas e aqueles que defendem o modelo reflexivo concordam com algumas posições teóricas, ou seja, causas físicas e neurofisiológicas podem ter correlações mútuas com uma dada experiência dentro do cérebro. Mas eles discordam quanto a natureza e o local dos efeitos, isto é, o resultado das experiências.

Para os dualistas, as experiências não possuem lugar ou extensão no espaço, embora interagindo com o cérebro. Os reducionistas defendem que todas as experiências estão no cérebro, enquanto que o modelo reflexivo defende que as experiências estão onde nós as experimentamos. É o exemplo citado da dor num dedo provocada pela espetada do alfinete. Se a dor parece estar no dedo, então é lá que a dor está. Não existe outra ou segunda experiência de dor no cérebro, ou nenhuma parte para indicar. Para o autor, isto fica a critério do senso comum.

E quanto à ciência? No modelo reflexivo a seqüência de eventos em percepção (em forma altamente simplificada) é da seguinte maneira: um estímulo de *input* ativa a atividade do sistema nervoso central e periférico a produzir uma representação daquele estímulo no cérebro de uma determinada pessoa, no caso, (S). O cérebro de S codifica as propriedades do estímulo, os quais – para os estímulos exteroceptivos e muitos estímulos interoceptivos, incluirão sua localização e extensão no espaço tri-dimensional. Um modelo mental do estímulo é formado de forma que pode ser influenciado por experiências prévias armazenadas na memória, pelas expectativas, e assim por diante. Da perspectiva de terceira pessoa (um observador externo), no caso aqui, (E), o modelo mental no cérebro de S

aparece para adquirir uma forma neural ou outra forma física. Na verdade, da perspectiva de E, isto é tudo o que pode ser observado da representação do estímulo de *input* de S, visto que E não pode observar a experiência do estímulo de S. Se S não teve experiência do estímulo, a descrição de E do processamento perceptivo de S em termos de atividade do sistema nervoso central e periférico, pode agora ser completa. De fato, em termos funcionais, pode não ter nada para distinguir do processamento perceptivo de S daquele de um robô sem consciência, projetado para emular tal processamento.

Mas, se condições apropriadas forem encontradas (se o estímulo estiver acima do limiar, se ele for observado para, etc.), S passa a ter uma experiência. A forma que a experiência toma é determinada pelo modo que o estímulo de *input* é modelado pelo cérebro, mas ele é o resultado ou conclusão do processo de modelagem que se manifesta na experiência de S. Um aspecto de tal modelagem é decidir onde as coisas estão. Conseqüentemente, o dano no dedo de S, é representado pelo modelo mental resultante dele e, portanto, do resultado da sua experiência (exatamente) como um evento tomando lugar no seu dedo. O dano no dedo de S não se manifesta na sua experiência como uma dor no cérebro.

Em resumo, o dano no dedo de S termina como uma dor no seu dedo. Isso porque o processo todo é “reflexivo”. Se S furar o seu dedo com um alfinete, isso resultará numa experiência de dor - a dor que ele experimenta no seu dedo. “E”, no caso, não tem acesso a experiência de S. Assim, ele não tem prova que S está errado quanto à localização da dor. Por outro lado, E pode, facilmente, confirmar a informação de S pelo ato de espetar um alfinete no seu próprio dedo. Neste caso, aquela observação de espetar um alfinete em um dedo, produz dor no dedo; é subjetiva e reproduzível.

Dado isto, por que muitos filósofos e cientistas insistem que a dor tem que estar no cérebro? Uma razão é o domínio da perspectiva de terceira pessoa em ciência – a qual pode ser explicada simplesmente como: “se você não pode vê-la de fora, ela não existe!”. Isto foi a força motriz anterior a atual desacreditada abordagem behaviorista para a psicologia. E ela persiste em uma forma mais sofisticada em filosofias reducionistas correntes da mente. Se alguém vê o cérebro de fora, esse alguém só pode observar estados cerebrais, e não experiências conscientes. Conseqüentemente o argumento é: visto que experiências

conscientes existe elas devem ser estados cerebrais e, devem por essa razão, estar no cérebro.

Em resumo, para Velmans (2002), esta abordagem tenta reduzir o que é observado de um sujeito da perspectiva de primeira pessoa ao que pode ser observado de um observador externo da perspectiva de terceira pessoa. Os filósofos reducionistas reconhecem que isto parece conflitar com o senso comum (experiências conscientes parecem ser muito diferentes de estados cerebrais), mas eles reconhecem que um dia a ciência vai descobrir que ambos são a mesma coisa. Contudo, os reducionistas discutem que se a ciência procura descobrir as causas neurais da consciência e pode, conseqüentemente, explicar a ocorrência da consciência em termos neurais, então a consciência terá sido mostrada como nada mais que um estado do cérebro.

4.3 Modelo computacional da mente de Steven Pinker

Cientista cognitivo, em sua obra “Como a Mente Funciona” (1998), fornece uma visão geral sobre a mente e o modo como ela atua nas atividades humanas. A base teórica de seu empreendimento fundamenta-se em dois pilares: a ciência cognitiva – entendida como a teoria computacional da mente – e a teoria da evolução de Darwin.

Recentemente, o desafio de Darwin recebeu uma nova abordagem chamada de “psicologia evolucionista”, associada aos nomes do antropólogo John Tobby e da psicóloga Leda Cosmides. A psicologia evolucionista, portanto, engloba duas grandes revoluções científicas: a revolução cognitiva e a revolução na biologia evolucionista. A fusão das duas idéias forma uma forte combinação. Isso porque a ciência cognitiva argumenta que uma mente é possível e ajuda a entender que tipo de mente o ser humano possui. A biologia evolucionista é fundamental para que se entenda porque os humanos possuem esse tipo de mente específico.

Nessa direção, Pinker procura responder perguntas para as quais se busca resposta que vão desde como e o que faz com que se é capaz de ver e, inclusive, determinar qual a origem dos desejos, das crenças, dos sentimentos e das atitudes humanas, com base na ciência

cognitiva e, principalmente, na teoria da evolução pela seleção natural. Uma vez entendida a estrutura do cérebro, pode-se entender porque se pensa.

Diante da complexa estrutura da mente, Pinker (1998, p. 32), defende que:

a mente é um sistema de órgãos de computação, projetados pela seleção natural para resolver os tipos de problemas que nossos ancestrais enfrentavam em sua vida de coletores de alimentos, em especial entender e superar em estratégia os objetos, animais, plantas e outras pessoas.

Os processos cognitivos seriam atividades cerebrais onde são processadas informações de modo computacional. Quando o autor se refere à mente, diz que ela é organizada em módulos ou órgãos mentais e que seu funcionamento foi moldado pela seleção natural, com a finalidade de enfrentar problemas específicos e interagir com o mundo durante a maior parte da história evolutiva. Para isso, um programa genético seria montado para maximizar o maior número de cópias possíveis e ser transmitidas com êxito às gerações seguintes.

Todavia, a estratégia de Pinker, utilizada para esclarecer essa perspectiva evolucionista e computacional da mente seria praticado pela engenharia reversa. Isto significa que: se a engenharia trata de projetar uma máquina para determinado fim, a engenharia reversa a desmonta para entender para que foi feita. Em analogia com a mente, esta por sua vez, seria o resultado do processo evolutivo que apenas uma visão retrospectiva ajudaria a explicar como ela foi construída, até atingir o estágio atual. Na realidade, o fundamento lógico para as coisas vivas tem a sua origem nos próprios fundamentos de Darwin.

A teoria computacional da mente tenta explicar como a evolução da mente pela seleção natural, permitiu montar um programa altamente complicado como o comportamento humano. Quando se refere às emoções estas, na sua concepção, são mecanismos que dão ênfase às metas mais elevadas do cérebro. Na opinião deste cientista, é praticamente impossível uma explicação plausível para a mente sem esta teoria. Contudo, afirma ele: “[...] não entendemos como a mente funciona – nem de longe tão bem quanto compreendemos como funciona o corpo [...]”. (PINKER, 1998, p. 9). A figura 1 exprime simbolicamente a idéia do autor.

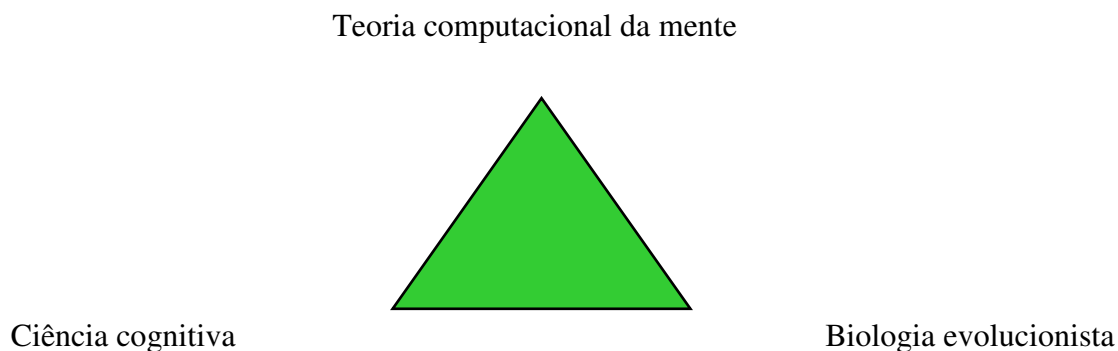


Figura 1. Síntese da Teoria Computacional da Mente.

Fonte: Pesquisa da autora.

Nota: As duas idéias juntas se combinam e produzem grande efeito. A ciência cognitiva ajuda a esclarecer a respeito da mente e que tipo de mente o ser humano é dotado. Quanto a biologia evolucionista, esta ajuda a entender a especificidade da mente humana.

Entretanto, o estudo da mente humana, tem mostrado que há grandes dificuldades para se construir máquinas inteligentes. É o desafio tecnológico que a ciência cognitiva e a própria IA vem enfrentando. Este consiste em entender as atividades mentais e funções de rotina aparentemente simples que se executa normalmente: enxergar, andar, planejar, etc., por exemplo, que permitem resolver muitos problemas impostos pelo próprio meio ambiente, até certo ponto com sucesso.

Em se tratando de robôs, um dos desafios dos cientistas, é construí-los de forma que sejam réplicas humanas, mas até o momento eles só existem na ficção científica e a desconformidade entre a ficção e a realidade é enorme e a possibilidade remota. Evidentemente já existem muitos deles: que soldam, que pintam nas linhas de montagens, etc., mas robôs que andam, falam, vêem, pensam, dotados de emoção, eis a questão; por enquanto são apenas projetos de laboratórios. No entanto, esta é uma questão estimulante desafiadora e excitante. Sob esse aspecto, Pinker (1998, p. 14) assim se refere:

[...] o abismo entre os robôs da imaginação e os da realidade é meu ponto de partida, pois mostra o primeiro passo que devemos dar para conhecer a nós mesmos: avaliar o design fantasticamente complexo por trás das proezas da vida mental às quais não damos o devido valor. A razão de não haver robôs semelhantes a seres humanos não surge da idéia de uma mente mecânica estar errada. É que os problemas de engenharia que nós, humanos, resolvemos quando enxergamos, andamos, planejamos e tratamos dos afazeres diários são muito mais desafiadores do que chegar à Lua ou descobrir a seqüência do genoma humano. A natureza, mais uma vez, encontrou soluções engenhosas que os engenheiros humanos ainda não conseguem reproduzir.

Muitos atributos, por assim dizer, são necessários para a construção de um robô e precisam ser considerados. Em primeiro lugar, as habilidades humanas normais, corriqueiras e estas envolvem inteligência. Ora,

Um ser inteligente não pode tratar cada objeto que vê como uma entidade única, diferente de tudo o mais no universo. Precisa situar os objetos em categorias, para poder aplicar ao objeto que tiver diante de si o conhecimento que adquiriu arduamente a respeito de objetos semelhantes, encontrados no passado. (PINKER, 1998, p. 23).

Um robô precisa também ser dotado de bom senso e isso representa um grande desafio uma vez que: “Um ser inteligente precisa deduzir as implicações do que ele sabe, mas apenas as implicações *relevantes*”. (PINKER, 1998, p. 25). Esta é uma questão fundamental que passou despercebida por inúmeros filósofos que, segundo Pinker (1998, p. 25),

[...] pela ilusória falta de esforço de seu próprio bom senso. Só quando os pesquisadores da inteligência artificial tentaram duplicar o bom senso em computadores, a suprema tabula rasa, o enigma, atualmente denominado “problema do enquadramento” [*frame problem*], veio à luz. Entretanto, de algum modo, todos nós resolvemos o problema do enquadramento quando usamos nosso bom senso.

Assim como as regras do bom senso, as categorias do bom senso são deveras difíceis de estabelecer. Mesmo aquelas aparentemente mais simples, não são tão simples assim. O cotidiano das pessoas é repleto de raciocínios com conclusões muitas vezes lógicas e outras, nem tanto. Para melhor esclarecer isso, os exemplos a seguir utilizados pelo autor, são oportunos:

Mavis mora em Chicago e tem um filho chamado Fred, e Millie mora em Chicago e tem um filho chamado Fred. Porém, embora a Chicago onde Mavis mora seja a mesma Chicago onde Millie mora, o Fred que é filho de Mavis não é o mesmo Fred que é filho de Millie. Se há uma sacola em seu carro e um litro de leite na sacola, então há um litro de leite em seu carro. Mas, se há uma pessoa em seu carro e um litro de sangue em uma pessoa, seria estranho concluir que há um litro de sangue em seu carro. (PINKER, 1998, p. 24).

Isto demonstra que não é fácil elaborar um conjunto de regras para se tirar conclusões sensatas, assim como é muito difícil utilizar essas mesmas regras para orientar o comportamento de forma inteligente. Projetar um robô requer ainda uma tomada de consciência.

Superar esses desafios significa uma façanha admirável. Por trás de toda esta problemática está a mente e suas peculiaridades. Infelizmente, ainda não se têm respostas para a maioria das indagações sobre o funcionamento da mente. Algumas das teorias apresentadas ajudam a esclarecer alguns pontos sobre pensamentos, sentimentos, emoções e consciência.

4.4 A Torre de Gerar e Testar de Daniel Dennett

Utilizando a metáfora da “Torre de Gerar e Testar”, Dennett (1997), faz uso de uma estrutura com várias opções de projeto para a mente com a intenção de conhecer a origem do seu poder a partir de uma perspectiva evolutiva. Aborda a questão da evolução da inteligência das espécies fundamentada na teoria de Darwin, mostrando desde as mais simples habilidades dos organismos responderem às questões ambientais, até as formas mais complexas de superar obstáculos. Esses organismos utilizam-se de experiências passadas para enfrentar o futuro diante de situações novas.

O que Dennett chama de a Torre de Gerar e Testar, é um modelo extremamente simplificado de acordo com a ciência moderna considerando a trajetória evolutiva histórica. Essa Torre é constituída por vários andares e cada andar abriga certos tipos de organismos e “à medida que cada novo andar da Torre é concluído, ela habilita os organismos naquele nível a encontrar movimentos cada vez melhores e descobri-los com melhor eficiência”. (DENNETT, 1997, p. 78).

Na base da torre – o andar térreo – os seus habitantes são chamados de criaturas darwinianas. Conforme a teoria da evolução de Darwin, no início do processo evolutivo houve a seleção das espécies pela seleção natural e diversos tipos de organismos foram gerados por processo aleatório de recombinação e mutação de genes. Os tipos que melhor se adaptaram foram selecionados pelo ambiente e sobreviveram.

Esse processo passou por várias etapas surgindo, com o passar do tempo, novas criações e, entre essas, estavam alguns projetos com a propriedade de plasticidade fenotípica. Alguns desses candidatos não foram tão afortunados. No entanto, outros tiveram a sorte de serem equipados com “reforçadores”, isto é, favoreciam os movimentos inteligentes. Por isso,

esses indivíduos enfrentaram a adversidade ambiental criando uma variedade de ações e à medida que experimentavam, iam descobrindo a que funcionava. Essas criaturas com plasticidade condicional são chamadas de skinnerianas, que na verdade, é um subconjunto de criaturas darwinianas. Como frisava Skinner, “onde o comportamento herdado sai de cena, a capacidade de modificação herdada do processo de condicionamento entra”. (SKINNER, 1953, apud DENNETT, 1997, p. 80).

É próprio das criaturas skinnerianas testarem suas ações ao acaso e aquelas que forem bem sucedidas serão reforçadas. Para isso essas criaturas devem avaliar suas ações. Terão mais chances de sobrevivência aquelas que obtiverem melhores métodos de avaliação.

O reforço de algumas ações sob determinadas condições em prejuízo de outras ações é pautado nos tipos de aprendizados assim denominados por Dennett (1997): Associativismo, Behaviorismo e Conexionismo, ou aprendizado ABC, resultado de um longo e constante processo de treinamento e com frequência encontrado nos animais. Este tipo de aprendizado apresenta uma característica comum: ele é o resultado de tentativa e erro de ações. As tentativas bem sucedidas são reforçadas. Entretanto, o aprendizado ABC oferece riscos e o perigo reside na realização de uma tentativa que provoque sérios danos ou até mesmo a morte do indivíduo. Em vista disso, a criatura skinneriana ao fazer uma tentativa pode acabar morrendo.

Um sistema melhor de predição de conseqüências de ações evoluiu. Este envolve a pré-seleção entre todos os comportamentos possíveis ou ações impedindo a morte da criatura em uma tentativa perigosa ou, antes que alguma coisa possa representar um risco na vida real, é descartado. Neste cenário, entram as criaturas popperianas que são aquelas que possuem este sistema de predição e se alojam no terceiro andar da Torre. Neste nível observa-se um certo grau de refinamento. Com base nas suas percepções, essas criaturas constroem dentro de si um modelo de mundo. Assim, elas podem realizar simulações e avaliar as conseqüências antes de realizar determinada ação do mundo real. Ao contrário das criaturas skinnerianas que contam com a sorte, as criaturas popperianas são suficientemente mais espertas.

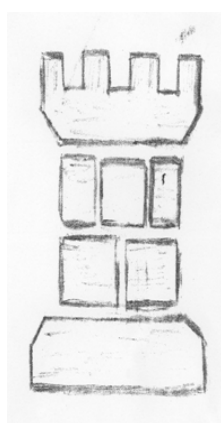
Quando uma criatura popperiana realiza algo que resulta em sucesso ou fracasso no seu modelo de mundo, a simulação deve gerar algum tipo de dor ou prazer. O prazer ou a dor é

a avaliação da ação ou conjunto de ações experimentadas no modelo de mundo. Um ponto comum nas criaturas popperianas seja por hereditariedade ou aquisição que se encontra alojada nelas, é a informação. Esta informação permite realizar os efeitos pré-seletivos que são sua razão de ser.

No último andar da Torre de Gerar e Testar se encontram as criaturas gregorianas. Essas criaturas são possuidoras de cultura. Elas avançam enormemente em direção ao nível humano no que se refere à agilidade mental. Com base nas experiências de outros, elas aprendem melhor como pensar e agir. As criaturas gregorianas possuem muitos atributos: sabem construir e manipular ferramentas, usar e construir linguagem, armazenar informação além do cérebro, entre outros. É nesse andar da Torre que os seres humanos se enquadram.

As palavras e outras ferramentas mentais abriram uma nova dimensão às criaturas gregorianas. Nesse processo evolutivo,

As criaturas skinnerianas se perguntam, “O que faço em seguida?” e não sabem como responder até darem algumas boas cabeçadas. As criaturas popperianas fazem um grande avanço quando se perguntam, “O que devo pensar em seguida?” antes de se perguntarem “O que devo fazer em seguida?” As criaturas gregorianas dão mais um passo enorme aprendendo a pensar melhor sobre o que deverão pensar em seguida – e daí por diante, uma torre cada vez mais alta de reflexões internas sem nenhum limite fixo ou discernível. (DENNETT, 1998, p. 395).



Criaturas gregorianas

Criaturas popperianas

Criaturas skinnerianas

Criaturas darwinianas

Figura 2. A Torre de Gerar e Testar.

Fonte: Figura baseada na idéia de Dennett. Pesquisa da autora.

Nota: A cognição como um processo evolutivo.

Em síntese, como coloca Norman (1990 apud ZILSE, 2003),

Modelo mental é o nosso modelo conceitual particular da maneira como um objeto funciona, eventos acontecem ou pessoas se comportam, que resulta da nossa tendência de dar explicações para as coisas. Esses modelos são essenciais para nos ajudar a entender nossas experiências, prever reações de nossas ações e manipular ocorrências inesperadas. Nós baseamos nossos modelos no conhecimento que temos, real ou imaginário, ingênuo ou sofisticado.

5 MODELO DE CONSCIÊNCIA SEGUNDO ANTÓNIO DAMÁSIO

“Curiosamente, tudo o que inventamos, seja o que for, de normas éticas e jurídicas a música e literatura, ciência e tecnologia, é diretamente determinado ou inspirado pelas revelações da existência que a consciência nos proporciona”. (DAMÁSIO, 2000).

Em seu livro, “O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si” (2000), o autor expõe a idéia do que é a consciência em termos mentais e de como ela pode ser construída no cérebro humano através da perspectiva neurobiológica. Do seu ponto de vista, o estudo da consciência está centralizado nos problemas do *self*, sendo este um dos aspectos fundamentais para elucidar o problema da consciência.

Segundo este cientista, a chave para o fenômeno da consciência é a capacidade do corpo para sentir estímulos e reagir aos seus próprios processos e ao meio. Simplificando, para esclarecer o problema da consciência, é preciso concebê-la levando em conta o que o autor chama de dois atores: o *organismo e o objeto* e as relações que ocorrem entre eles.

Seus estudos são fundamentados em pesquisas sistemáticas decorrentes de várias linhas de investigação; reflexões sobre fatos oriundas de observações de pacientes neurológicos com distúrbios da mente e do comportamento e também de descobertas advindas de estudos neuropsicológicos experimentais, especulação sobre os processos da consciência no sentido de compreender como eles ocorrem no ser humano normal com as contribuições da biologia, da neurofisiologia e ainda, a elaboração de hipóteses sobre os fundamentos neuroanatômicos da consciência visando a possibilidade de serem testadas. Sintetizando, para Damásio, o estudo da consciência é impossível sem uma investigação científica criteriosa da mente humana.

Os pesquisadores, de um modo geral, afirmam que desvendar a mente é o último limite a ser transposto pelas ciências. Quanto a isso, Damásio (2000, p. 18) complementa: “se

elucidar a mente é a última fronteira das ciências da vida, a consciência muitas vezes se afigura como o mistério final na elucidação da mente”.

Mente e consciência são questões justapostas – uma é impossível sem a outra. Sendo a consciência um dos alicerces biológicos da mente humana, os estudiosos unanimemente a consideram um problema supremo a ser esclarecido que para muitos, é insolúvel. Neste embate, a consciência é o grande desafio do conhecimento para este século e deve ser enfrentado com a contribuição de diversas disciplinas. Consiste precisamente em encontrar maneiras de desvendar os seus mecanismos biológicos.

Damásio tenta unificar emoções, consciência e sentimentos sob o olhar da ciência. Desenvolve a idéia de que as emoções fazem parte de um grande sistema de regulação biológica e que esse sistema está intimamente relacionado à emergência da consciência. O organismo, por sua vez, funciona como uma totalidade e que as representações conscientes não podem ser separadas dos aspectos da sensibilidade afetiva, cujos elementos básicos são as emoções.

5.1 Sobre emoção, sentimento e consciência

A última década assistiu um grande avanço de estudos científicos sobre a emoção. Com as novas tecnologias disponíveis, hoje é possível ver o cérebro em funcionamento e obter imagens desse órgão.

O que acontece quando se pensa, se imagina e quando se sonha, sempre foi um grande mistério. Em parte, porque o lugar dos sentimentos na vida mental foi por muitos anos desprezado pela pesquisa, colocando as emoções num nível inferior das preocupações da psicologia dando margem a interpretações, hipóteses e opiniões clínicas com pouca ou quase nenhuma fundamentação científica.

Hoje, porém, a ciência já possui recursos de abordar essa questão com autoridade e mapear com alguma precisão a arquitetura emocional do cérebro humano, visando uma maior compreensão de algumas das mais intrigantes situações da vida do ser humano e do

mundo que o rodeia, ou seja, entender o significado da emoção e quem sabe, ainda, aliar inteligência à emoção. Contudo, como observa Goleman (1995, p. 13),

Essa compreensão, por si só, pode ajudar em certa medida; levar a cognição para o campo do sentimento tem um efeito meio parecido com o impacto sofrido pelo observador no nível do quantum na física, que altera o que observa.

Compreender a interação existente entre as estruturas do cérebro que comandam as emoções como, por exemplo, raiva e medo ou paixão e alegria, entre outras, revela que certos hábitos emocionais foram adquiridos no processo da evolução, sendo o medo um dos exemplos mais frisantes que mobiliza não só os humanos como outros animais para se protegerem contra o perigo. E o que há de mais importante nessas reações, é que foram elas que desempenharam a principal tarefa da evolução, ou seja, deixar uma prole que levasse adiante essas mesmas tendências genéticas. Sobre esse ponto, Darwin deixou um grande legado quando catalogou inúmeras e complexas emoções e expressões nos animais e no homem. Mas quando se refere ao homem, ele vai mais além ao mostrar que muitas de suas expressões são indícios que foram herdadas de antepassados primitivos. Um exemplo é o lacrimejar, “[...] que deve ter sido adquirido desde o tempo em que o homem se separou, a partir do ancestral comum do gênero *Homo*, dos macacos antropomórficos que não lacrimejam”. (DARWIN, 2000, p. 146).

As emoções emergem em cada indivíduo servindo de guia ao longo do processo evolucionário. No entanto, quando se defronta com novas realidades, tais como os avanços tecnológicos, por exemplo, que surgem com tamanha rapidez, impossibilitam que elas sejam acompanhadas pelo lento curso da evolução.

De acordo com Damásio, todo ser humano é possuidor de emoções, independente de idade, sexo, cultura ou nível sócio-econômico e vai mais além. Em entrevista concedida a André Barata (2003), assim define emoção:

É uma reação automática que é colocada como dispositivo nos seres vivos, humanos ou não humanos, e que permite responder a certos objectos e a certas situações de uma forma não deliberada, de uma forma que vai levar ou à defesa perante uma ameaça ou à utilização de uma oportunidade. Esta é a definição mais estreita que posso dar de emoção. (DAMÁSIO, 2003).

A sua definição deixa claro que a emoção não é caracteristicamente humana. A propósito, Darwin em seu trabalho, “A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais” (2000), demonstra muito bem que também os animais têm emoções: raiva, medo, ciúme e são manifestadas por intermédio das expressões no processo de adaptação ao meio. Todavia, as emoções estão vinculadas às idéias, valores, princípios, juízos complexos que só é possível para os seres humanos; eis porque “[...] a emoção humana é especial” (DAMÁSIO, 2000, p. 55).

De fato, a emoção humana, de um modo geral, é mais refinada. Seu desencadeamento independe do impacto que um determinado evento possa causar. Desde uma bela obra de arte até uma canção rotineira, o seu poder não pode ser desprezado. As emoções dependem dos sentimentos que são gerados por elas. Como coloca Damásio (2000), os sentimentos, por sua vez, são internos, voltados para dentro, enquanto que as emoções, são públicas, voltadas para fora e é através desses sentimentos que as emoções causam um impacto sobre a mente.

Para que os sentimentos possam ser conhecidos pelo indivíduo que os tem, estes necessitam da consciência com a chegada de um sentido do *self*. Portanto, as emoções e os sentimentos do ser humano giram em torno da consciência e do *self*. Contudo, há uma distinção entre sentir e saber que se tem um sentimento. Sentir, não implica necessariamente que o organismo que sente tem plena consciência da emoção e do sentimento que estão acontecendo naquele momento. Por exemplo, é muito comum alguém se sentir inquieto, angustiado, satisfeito, etc., sem que se dê conta disso e quando se dá conta de determinado sentimento específico, não significa que ele se manifestou no exato momento em que foi conhecido e sim, momentos antes. Se não foi conhecido antes é porque não havia se manifestado na consciência.

Para Damásio, ainda que diferentes, os fenômenos emoção e consciência podem estar ligados numa mesma base. E por ser assim, é importante comentar as várias características da emoção. Elas podem ser:

- a) Primárias ou universais: alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa ou repugnância;
- b) secundárias ou sociais: embaraço, ciúme, culpa ou orgulho;

c) emoções de fundo: bem-estar, mal-estar ou tensão.

Através de estudos minuciosos, o cientista em questão, afirma que não existe um centro cerebral único de processamento de emoções. O que existe são sistemas separados para diferentes padrões de emoção. No entanto, como saber que se está sentindo uma emoção? Sob esse aspecto, ele é enfático ao afirmar que: “Para um organismo saber que tem um sentimento, é necessário acrescentar o processo da consciência aos processos de emoção e sentimento”. (DAMÁSIO, 2000, p. 111).

Uma das abordagens possíveis para o estudo desta questão crucial passa pela análise dos processos cerebrais que interferem nas emoções. O autor pesquisou a importância das emoções e dos sentimentos no processo da tomada de decisão e como a emoção é essencial na produção da razão, pondo fim ao até então paradigma dominante da razão em oposição à emoção.

Normalmente as pessoas costumam achar que decidem e pensam melhor quando estão de cabeça “fria”, livre de preocupações, enfim, de emoções. Para Damásio, isso não procede. Na entrevista concedida à Denise Ramiro, ele esclarece este ponto: “É uma impressão totalmente errada. As emoções são extraordinariamente importantes no processo de decisão. A emoção faz parte do mecanismo neurológico da decisão”. (DAMÁSIO, 2001b, p. 99).

Em suas investigações, este cientista tem mostrado que as reações do cérebro são conforme os sentimentos que as pessoas vivenciam em determinadas situações. Dependendo do sentimento que se experimenta, as reações são diferentes: alegria, tristeza, medo, ansiedade, ódio, e por aí afora. Graças a técnicas sofisticadas de imagiologia utilizadas, foi possível a obtenção de imagens do cérebro de pessoas que se submeteram a esses estudos, permitindo fotografar as reações cerebrais idênticas ao estado de espírito de determinada pessoa naquele momento, assim como observar as zonas cerebrais ativadas e desativadas conforme o sentimento dominante naquela circunstância. Com isso, Damásio mostrou que o cérebro humano opera de forma distinta para cada estado de espírito.

Os mecanismos da consciência são imprescindíveis para que as pessoas tomem conhecimento do que está ocorrendo com elas e com o mundo externo. O cérebro elabora uma construção de imagens não só pessoal, mas do que acontece no mundo. É através dessas imagens que relaciona corpo e objeto, que se constrói o sentido da consciência que envolve o sentido próprio/individual e a capacidade que se têm não só de conhecer aquilo que acontece no próprio organismo, mas também, do que acontece além dele. É a consciência que permite o conhecimento de quaisquer estados pessoais e, especificamente, quando se defronta com a questão do *self*.

5.2 Consciência e o sentido do *self*¹⁶

Mesmo com os avanços da ciência cognitiva e da neurociência com suas contribuições numerosas e substanciais, Damásio reconhece que ainda é impossível solucionar o problema da consciência, aliás, vê com certo ceticismo essa questão. O que espera com as idéias apresentadas em sua obra – *O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si* (2000), é ter elucidado o problema do *self*, do auto-conhecimento de uma perspectiva biológica.

Estabelecer uma distinção entre consciência e o sentido do *self* é, sem dúvida, uma questão difícil, uma vez que ambos estão praticamente ligados. O sentido do *self* é indispensável à mente consciente, embora tênue, a distinção existe.

A compreensão do sentido do *self* envolve alguns questionamentos:

- a) Como tomamos conhecimento de que estamos vendo determinado objeto?
- b) Como nos tornamos conscientes no sentido pleno da palavra?
- c) Como o sentido do *self* é implantado na mente no ato de conhecer?).

(DAMÁSIO, 2000, p. 38).

Para responder estas, entre outras indagações cruciais, o caminho apontado pelo autor, é o problema da consciência, focado em dois pontos básicos: o organismo e o objeto e suas relações que eles mantêm durante suas interações naturais. A propósito, o organismo é

¹⁶ O sentimento de si, em Portugal.

aquele dentro do qual a consciência ocorre e o objeto, por sua vez, é qualquer coisa que vem a ser conhecido no processo da consciência. Assim, as relações entre ambos (organismo e objeto), são os conteúdos do conhecimento denominados consciência. Visto desse panorama, “a consciência consiste em construir um conhecimento sobre dois fatos: um organismo está empenhado em relacionar-se com algum objeto, e o objeto dessa relação causa uma mudança no organismo”. (DAMÁSIO, 2000, p. 38).

Da perspectiva da neurobiologia, compreender a consciência depende em primeiro lugar, tentar resolver o problema do *self*. As múltiplas concepções de *self* constituem um diverso e obscuro campo de estudos. Só com um sentido do *self* para produzir sinais que levam um organismo saber se está sentindo uma emoção, uma dor, ou quando toma conhecimento de qualquer outra coisa. Para isso, é preciso compreender suas bases neurais, ou três fenômenos distintos, mas estreitamente relacionados, ou seja:

1. Ter uma emoção;
2. sentir essa emoção;
3. tomar conhecimento que está sentindo essa emoção.

Uma vez superado o obstáculo do *self* fica mais fácil para elucidar as bases neurais da consciência em geral, embora “o problema da consciência não se limita a questão do *self*”. (DAMÁSIO, 2000, p. 24).

Previamente, é preciso esclarecer que o *self* é um estado biológico constantemente reconstruído pelo cérebro, assim como grande parte das células do corpo são renovadas. Não vem pronto e acabado e é único para cada organismo, exceto naquelas situações decorrentes de determinada doença mental em que a pessoa passa a ter mais de um *self*, ou seja, em casos de personalidade múltipla e naquelas situações que diminuiu ou eliminou o *self* normal, como em determinadas formas de anosognosia¹⁷ e em determinados tipos de epilepsia.

¹⁷ A palavra – que deriva do grego *nosos*, “doença”, e *gnosis*, “conhecimento” – exprime a incapacidade de uma pessoa estar consciente de sua própria doença. [...]. A “negação” da doença resulta da perda de uma função cognitiva específica. Essa perda depende de um determinado sistema cerebral que pode ser danificado por um acidente vascular ou por várias outras doenças neurológicas. (DAMÁSIO. 2001a, p. 87-88).

Para o autor, o problema da consciência é uma combinação de dois problemas intimamente relacionados. O primeiro deles é entender com o cérebro humano produz os padrões mentais denominado por *imagens de um objeto*¹⁸ e o segundo problema da consciência, resume-se da seguinte maneira: Uma vez que o cérebro produz padrões mentais para um objeto, como o cérebro também produz um sentido do *self* no ato de conhecer?

Para esclarecer melhor, o primeiro problema da consciência, a metáfora do filme usada por Damásio é perspicaz, isto é, como se obtém um filme no cérebro e como o filme é gerado no cérebro, ou seja, como o cérebro gera os padrões mentais que são as imagens de um objeto. O que Damásio chama de filme no cérebro é a mente num sentido mais amplo. Paralelamente, o segundo problema da consciência,

Consiste em descobrir os alicerces biológicos da curiosa capacidade que nós, humanos, possuímos de construir não só os padrões mentais de um objeto – as imagens de pessoas, lugares, melodias e de suas relações; em suma, as imagens mentais, integradas no tempo e no espaço, de algo a ser conhecido -, mas também os padrões mentais que transmitem, de maneira automática e natural, o sentido de um *self* no ato de conhecer. (DAMÁSIO, 2000, p. 27).

Uma explicação mais minuciosa para o segundo problema da consciência é saber como o cérebro também gera o senso de que existe alguém que é proprietário e observador desse filme. Em outras palavras, o segundo problema da consciência é a questão do *self* – senso de mim, senso de si. O sentido do *self* requer que o proprietário da consciência tenha um sentido de si, que para todos os efeitos, é esse proprietário quem observa, sente, percebe, toma conhecimento, pensa e age.

Para melhor esclarecer o *self* e conhecer, o exemplo da leitura de um texto dado pelo autor e reproduzido aqui com algumas alterações, é significativo. Quando se lê alguma coisa, se constrói o significado das palavras do autor à medida que se lê. A atenção dispensada ao texto e ao significado não descreve tudo que se passa na mente do leitor. Enquanto representa as palavras impressas e demonstra o conhecimento necessário para entender o

¹⁸ Sob esse aspecto, é importante esclarecer nesta reflexão o significado desses termos: por objeto entende-se as mais diversas entidades, tais como: uma pessoa, um lugar, uma lembrança, uma dor, um estado de espírito, etc. E, quanto as imagens, estas correspondem a um padrão mental que envolve os sentidos: uma imagem sonora, a imagem de um bem estar, uma imagem tátil, etc. Quando emprega o termo imagem, o autor se refere sempre a imagem mental. Um sinônimo de imagem é *padrão mental*. O relacionamento entre imagem e objeto é inevitável; um complementa o outro. É praticamente impossível separá-los e quando isso ocorre, é uma forma de facilitar a investigação da consciência como um todo.

que está escrito, a mente do leitor exhibe algo mais, ou seja, algo suficiente para indicar que é ele e não outra pessoa que está lendo e entendendo o texto. Isto quer dizer que a sua presença é constante em relação às imagens sensoriais do que percebe externamente e as imagens que evoca. Além dessas imagens, existe a sua presença em uma relação específica com um objeto. Isto demonstra que enquanto a pessoa escrevia o texto, ela tinha um senso de si e quanto ao leitor, este demonstra um senso dele, particular. Contudo, embora os dois problemas estejam interligados, tentar entender separadamente cada um, seria puramente para fins didáticos, uma forma de dividir em partes o problema da consciência para facilitar a sua investigação. “A consciência, como usualmente a concebemos, de seus níveis elementares aos mais complexos, é o padrão mental unificado que reúne o objeto e o *self*”. (DAMÁSIO, 2000, p. 27).

Como mencionado antes, o estudo da consciência não pode ser desvinculado de um estudo criterioso da mente humana. Como “a consciência é um fenômeno inteiramente privado, de primeira pessoa, que ocorre como parte do processo privado, de primeira pessoa, que denominamos mente” (DAMÁSIO, 2000, p. 29), esses dois fenômenos (consciência e mente) vinculam-se estreitamente a comportamentos externos que podem ser observados por terceiras pessoas. Isto ocorre com todos mundo. Graças à auto-análise e a propensão natural que todo o ser humano têm para analisar os outros, sabe-se como eles se correlacionam entre si. Hoje, em razão das novas técnicas são possíveis de se estabelecer encadeamentos complexos entre mente privada, comportamento público e função cerebral.

Em síntese, Damásio procura esclarecer o surgimento e o sentido do *self* como o princípio fundamental da consciência. Na sua concepção, o sentido do *self* está relacionado com a habilidade do cérebro humano de dar chance ao indivíduo conhecer-se como um organismo vivo e estabelecer um vínculo com os objetos e o mundo. Isto não está limitado apenas à memória, à razão ou à própria linguagem como geralmente se pensa. Damásio ultrapassa essas fronteiras ao mostrar que o centro da atenção dessa questão é a consciência. Ela é a ferramenta que possibilita ao indivíduo acesso à compreensão daquilo que distingue o ser humano de outros mamíferos superiores.

5.3 Alguns aspectos do processo da consciência

Baseadas em observações neurológicas e experimentos neuropsicológicos, alguns fatos são apresentados pelo autor com o objetivo de apresentar hipóteses anatômicas que sustentam alguns aspectos do processo da consciência:

- a) “[...] podem ser relacionados à operação de regiões e sistemas cerebrais específicos abrindo caminho para a descoberta da arquitetura neural que sustenta a consciência”. (DAMÁSIO, 2000, p. 33);
- b) consciência e o estado de vigília, consciência e atenção básica podem ser distinguidos, ou seja, alguém pode estar desperto e atento sem ter consciência normal;
- c) consciência e emoção não podem ser tratadas em separado. Tanto que, quando a consciência por alguma razão está comprometida, o mesmo acontece com a emoção. Com efeito, a ligação entre uma e outra é uma realidade;
- d) a consciência pode ser separada em dois níveis de fenômenos, isto é, simples e complexa. A do tipo mais simples, *a consciência central*, é limitada. Esta fornece ao seu portador um sentido do *self* referente a um momento e a um lugar - aqui e agora - que é o seu campo de ação. Por ser limitada, não antevê o futuro e quanto ao passado, lembra apenas vagamente o ocorrido instantes antes de um novo evento. Resumindo, o que o autor chama de consciência central,

É um fenômeno biológico simples; possui apenas um nível de organização, é estável no decorrer da vida do organismo, não é exclusivamente humana e não depende da memória convencional, da memória operacional, do raciocínio ou da linguagem. (DAMÁSIO, 2000, p. 34).

Já o outro tipo de consciência – o complexo – ou ampliada, como o próprio termo sugere, é bem mais abrangente:

Possui muitos níveis e graus, fornece ao organismo um complexo sentido do *self* - uma identidade e uma pessoa, você ou eu - e situa essa pessoa em um ponto do tempo histórico individual, ricamente ciente do passado vivido e do futuro antevisto, e profundamente conhecedora do

mundo além desse ponto. [...] é um fenômeno biológico complexo, conta com vários níveis de organização e evolui no decorrer da vida do organismo. [...] Ela depende da memória convencional e da memória operacional. Quando atinge seu ápice humano, também é intensificada pela linguagem. (DAMÁSIO, 2000, p. 34).

- e) muitas vezes a consciência é simplesmente explicada em termos de certas funções cognitivas tais como, linguagem, memória, razão, atenção e memória operacional. Estas funções são necessárias para os níveis superiores da consciência ampliada, mas o mesmo não se dá para a consciência central. Todavia, são funções importantes para gerar o *self* autobiográfico e o processo da consciência ampliada. Antes disso, porém, deve ser levado em conta, os aspectos mais iniciais da consciência – aqueles que precedem as inferências e as interpretações; eles são parte da transição biológica que, por fim, possibilitam um nível mais elevado. Em síntese, uma teoria da consciência deve explicar a partir de fenômenos mais simples, onde todo o processo se inicia. (DAMÁSIO, 2000, p. 36).

É importante ressaltar que a consciência central é a transição para o conhecimento e quanto aos níveis do conhecimento com criatividade humana, estes são atributos exclusivos da consciência ampliada que é uma característica distintamente humana. Em seu ápice, seu campo de ação pode abranger todo o período da vida do indivíduo. Sobre este último ponto, Damásio defende a possibilidade desse tipo de consciência estar presente em alguns organismos não-humanos, porém, de forma mais simples. Contudo, só nos humanos ela atinge um grau mais elevado.

É preciso esclarecer que a consciência central é o sustentáculo do “edifício” da consciência. Isto significa que havendo o comprometimento da consciência ampliada, a consciência central permanece ileso; já o contrário, havendo o comprometimento da consciência central, o edifício da consciência desmorona, porque a consciência ampliada não sobrevive à parte da consciência central. A figura 3 exemplifica claramente a idéia do autor.

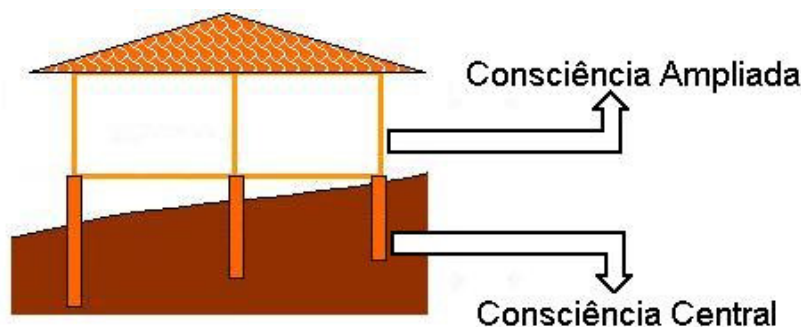


Figura 3. O edifício da consciência.

Fonte: Pesquisa da autora.

Nota: Em analogia com uma construção, a consciência central é o alicerce da consciência. Seu comprometimento interfere em ambos os tipos da consciência.

5.4 Alguns fatos em que a consciência pode ser comprometida

Examinou-se a distinção entre a consciência central e a ampliada. Alguns distúrbios podem comprometer a consciência. O autor apresenta um levantamento das condições em que a consciência pode ser comprometida. As conseqüências de certas doenças neurológicas fortalecem essa idéia. Inicia-se com a consciência central:

- a) Nos mutismos acinéticos;
- b) nas crises de ausência e nos automatismos epiléticos;¹⁹
- c) no estado vegetativo persistente;
- d) no coma;
- e) no sono profundo (sem sonhos);
- f) na anestesia profunda;
- g) doença de Alzheimer (afeta primeiro a consciência ampliada. Por último, atinge a consciência central);
- h) síndrome do encarceramento. (DAMÁSIO, 2000, p. 128-129-136-138-139).

Quanto ao comprometimento da consciência ampliada, os exemplos mais extraordinários ocorrem de forma sutil e drástica:

- a) Amnésia global transitória – há a perda da memória autobiográfica. Nesses casos, os pacientes voltam ao normal. A pessoa com esse problema fica privada do seu

¹⁹ Neste caso, o exemplo do homem na sala circular é oportuno. Seu estado de vigília (*wakefulness*) fora preservado: de atentar para objetos, de orientar-se para objetos, de orientar-se no espaço. Provavelmente a essência do seu processo mental fora mantida, ao passo que seu sentido do *self* e do conhecimento fora suspenso. Isso denota que um sentido do *self* é parte integrante e indispensável da mente consciente. (Ver: DAMÁSIO, 2000, p. 20-21).

- referencial histórico e de seu futuro, pois a consciência ampliada e o *self* autobiográfico são suspensos. No entanto, conserva a consciência central e o *self* central;
- b) doença de Alzheimer – o *self* autobiográfico se extingue e a consciência ampliada se esvai;
 - c) anosognosia – é a incapacidade para reconhecer um estado de doença no próprio organismo. O exemplo clássico é o da pessoa vítima de um derrame e está com o lado esquerdo do corpo totalmente paralisado. A anosognosia ocorre quando há lesão no hemisfério direito;
 - d) deficiências substanciais da memória operacional. Os exemplos mais marcantes são os que se manifestam após uma extensa lesão no lobo frontal afetando o aspecto externo dos hemisférios cerebrais. A possibilidade de reter imagens para esses pacientes é muito remota. Perdem totalmente os níveis mais elevados da consciência ampliada;
 - e) alguns distúrbios psiquiátricos - a mania e a depressão - em estágios agudos e graves, entre outros. (DAMÁSIO, 2000, p. 260-261-268-269-276).

A consciência resulta na emergência de um *self* no ato de conhecer. Os dois tipos de consciência equivalem a dois tipos de *self*. A propósito, a consciência central emerge o *self* central ou um *self* equivalente a um lugar e a um momento (aqui e agora), enquanto que a consciência ampliada fornece ao organismo um complexo sentido do *self* – o *self* autobiográfico.

5.5 As raízes do *self* : O proto-*self*

Como referido antes, a consciência transcende à questão do *self*. Ela é bem mais abrangente. Tanto é, que precisam ser considerados dois pontos altamente importantes - o organismo e o objeto - e o relacionamento que se processa entre ambos. Ao que tudo indica, o organismo é o precursor biológico onde se manifesta o sentido do *self*. Assim, as raízes profundas do *self* incluem, inclusive, o *self* complexo que é de grande abrangência; diz respeito a identidade da pessoa, a individualidade, etc., e

Encontram-se no conjunto de mecanismos cerebrais que de modo contínuo e *inconsciente* mantém o estado corporal dentro dos limites estreitos e na relativa estabilidade requeridos para a sobrevivência. Esses

mecanismos representam continuamente, *de modo inconsciente*, o estado do corpo vivo, em suas numerosas dimensões. (DAMÁSIO, 2000, p. 41-42).

Desse modo, o proto-*self* seria o que mantém em atividade o conjunto desses mecanismos, ou seja, o antecedente biológico pré-consciente dos níveis do *self* que aparecem na mente, isto é, os agentes conscientes principais da consciência, denominados como *self* central e *self* autobiográfico. Em outras palavras, o proto-*self* seria a grande antecâmara, definido como “um conjunto coerente de padrões neurais que mapeiam, a cada momento, o estado da estrutura física do organismo nas suas numerosas dimensões”. (DAMÁSIO, 2000, p. 201).

Essa idéia pode ser ilustrada com um fato até certo ponto corriqueiro hoje. Trata-se de uma pessoa andando distraída numa rua e, de repente, percebe outra pessoa vindo rapidamente em sua direção e grita: “é um assalto”! E o que acontece então, com quem está passando por uma situação como essa? A resposta é que, nesse exato momento, surge uma emoção denominada medo que é involuntária e que provoca uma série de alterações no organismo: o intestino, o coração, a pele, etc., reagem rapidamente. Isto indica que essas alterações são um meio de implementar na mente daquela pessoa a perspectiva do organismo individual. Individual porque o referencial dessa situação é o corpo da pessoa que está vivenciando aquele instante. Mesmo que mais alguém estivesse presente no momento do assalto ou assistindo a cena a uma certa distância, a perspectiva do organismo para cada pessoa é diferente.

O que se deseja demonstrar com este exemplo é que numa situação como essa, a pessoa não experimenta a perspectiva do organismo, isto é, ela não tem conhecimento dessa perspectiva o que significa que a experiência ou o conhecimento de alguma coisa, ou seja, a *consciência*, vem depois uma vez que não se é consciente do proto-*self* que, por sua vez, não tem capacidade de percepção, nem de conhecimento como indica a figura 4.



Figura 4. Uma representação do proto-*self*.

Fonte: Marques, 1992, p. 143.

Nota: A idéia representada na figura mostra que não dá para evitar que organismo seja afetado diante uma situação como esta, sobretudo no que diz respeito aos aspectos motor e emocional. É importante observar que a ocorrência dessas mudanças no organismo não é suficiente para que se dê a consciência. Ela se dá a partir do momento que se têm conhecimento de que alguma coisa aconteceu, o que é possível quando se registra a relação entre objeto e organismo e as alterações resultantes dessa interação.

Como já mencionado, elucidar a biologia da consciência exige que se conheça como o cérebro pode construir padrões neurais que mapeiam cada um desses dois fatos e a relação entre eles. Entretanto, a questão de representar o objeto é mais simples do que representar o organismo, talvez devido a uma maior dedicação da neurociência nessa temática, tendo em vista a contribuição de diversos estudos referentes à percepção, ao aprendizado, à memória e à linguagem. Isto proporciona uma idéia mais clara de como o cérebro processa um objeto nos aspectos sensorial e motor e, também, de como um objeto armazenado na memória, caracterizado sob os aspectos conceituais ou lingüísticos é recuperado nas formas de lembrança ou reconhecimento. O objeto, por sua vez, é apresentado nos córtices sensoriais apropriados.

Quanto ao organismo, a situação é diferente. Já se tem conhecimento de muitas respostas a respeito de como o organismo é representado no cérebro, porém, como essas representações podem estar ligadas à mente e à noção do *self*, é uma outra questão. O autor trabalha com a hipótese de que a parte da mente que denomina *self*, biologicamente falando, está alicerçada em um conjunto de padrões neurais inconscientes que representam a parte do organismo que ele chama de corpo propriamente dito.

Quanto às raízes biológicas dos dois tipos de *self*, ambos tem características em comum: a noção de um indivíduo único, delimitado, que sofre mudanças com o passar do tempo, mas independente disso, parece permanecer o mesmo. É a questão da estabilidade, o que não quer dizer que seja imutável e, sim, que deve possuir um grau considerável de invariância estrutural para manter a referência por longos períodos de tempo e o *self*, precisa proporcionar essa continuidade de referência.

Essa estabilidade relativa é realmente necessária para os dois tipos de *self*. Ela tem que existir quando alguém se relaciona com vários objetos no espaço, ou quando reage emocionalmente a certas situações, assim como é de suma importância na esfera das idéias complexas. Por exemplo: quando alguém muda de idéia a respeito de alguma coisa (o que é muito comum), não quer dizer que o *self* também tenha mudado. É a estabilidade relativa operando no sentido de resguardar a continuidade de referência, a qual é um requisito do *self*. Por trás da noção do *self* existe um indivíduo único e por trás da singularidade do indivíduo está a estabilidade.

Cada corpo corresponde a um *self*. “Nosso sentido do *self* é um estado do organismo, o resultado de certos componentes operando de certa maneira e interagindo de certo modo, dentro de certos parâmetros”. (DAMÁSIO, 2000, p. 189).

O proto-*self* ocorre em muitos locais do cérebro, “em inúmeros níveis, do tronco cerebral ao córtex cerebral, em estruturas que são interligadas por vias neurais. Essas estruturas estão intimamente empenhadas no processo de regulação do estado do organismo”. (DAMÁSIO, 2000, p. 201). Algumas estruturas cerebrais são necessárias para implementar o proto-*self*, assim como outras não são necessárias para implementá-lo. Considerou-se aquelas estruturas que são fundamentais para a sua implementação:

- a) *Vários núcleos do tronco cerebral* que são responsáveis pela regulação dos estados corporais e mapeiam sinais do corpo. Esta região sinaliza o estado geral corrente do corpo;
- b) *o hipotálamo*. Localiza-se próximo às estruturas antes mencionadas onde acontece um estreito relacionamento; *o prosencéfalo basal*, localizado nas imediações do

hipotálamo, interligado a este e ao tronco cerebral, constituindo uma extensão daquelas estruturas inferiores no prosencéfalo. O hipotálamo contribui para a representação corrente do corpo, mantendo um registro contínuo do estado do meio interno em várias dimensões [...]. Ele ajuda a regular o meio interno;

c) *o córtex insular, os córtices conhecidos como S2 e os córtices parietais mediais*. Nos seres humanos, a função desses córtices é assimétrica. (DAMÁSIO, 2000, p. 203-204). Essas são estruturas de mapeamento.

O *proto-self* é o responsável pela aquisição, processamento e disponibilização de dados tanto para a consciência central, como para a consciência ampliada. Caso estas estejam “desligadas” (devido a algumas lesões que podem comprometer o *proto-self*), a interpretação dos dados fica prejudicada e ocorre, como no exemplo descrito na *sala circular*, o que Damásio chama de “ausente sem ter partido”.

Examinou-se como um conjunto específico de estruturas neurais que sustentam a representação dos estados corporais em primeira instância, denominado *proto-self*, fornece as raízes do *self*. A próxima etapa é o *self* central.

5.6 O *self* central

A consciência surge quando internamente o organismo constrói e exhibe um tipo específico de conhecimento sem palavras, isto é, o conhecimento de que o organismo foi modificado por um objeto e a forma mais simples através da qual esse conhecimento surge, é o sentimento de conhecer. Assim, a consciência central, emerge justamente

[...] quando os mecanismos cerebrais de representação geram um relato imagético, não verbal, de como o próprio estado do organismo é afetado pelo processamento de um objeto pelo organismo, e quando esse processo realça a imagem do objeto causativo, destacando-o assim em um contexto espacial e temporal. (DAMÁSIO, 2000, p. 219).

Os primeiros fundamentos para a consciência, conforme Damásio (2000, p. 222-223), “é um sentimento que surge na “re-representação” do *proto-self* inconsciente no processo de ser modificado dentro de um relato que estabelece a causa da modificação”. O processo de

produção do *self* central sofre mudanças mínimas no decorrer de toda a vida. Têm-se consciência do *self* central.

Para esclarecer melhor este ponto, se utiliza como exemplo um indivíduo quando ouve uma música. Ele sabe que é ele que está ouvindo determinada música e está consciente disso. Enquanto ouve, muitos fatos, associações com eventos, quer relacionados com o passado ou com projeções futuras, ocorrem. Entretanto, alguma coisa permanece depois que a música acaba.

Como o organismo humano é altamente complexo, possuidor de amplas capacidades de memória, alguns fatos relacionados ao passado e ao futuro antevisto, podem ser registrados na memória. É uma complexa operação de aprendizado que tem como consequência “[...] o desenvolvimento da memória autobiográfica, um agregado de registros dispositivos sobre quem temos sido fisicamente e quem em geral temos sido na esfera comportamental, juntamente com registros sobre o que planejamos ser no futuro”. (DAMÁSIO, 2000, p. 224). Isso denota o registro dos principais aspectos da biografia de um organismo e pode ser ampliada e remodelada no decorrer da vida. Desta complexa operação desenvolve-se o *self* autobiográfico.

5.7 O *self* autobiográfico

O *self* autobiográfico tem como base a memória autobiográfica, isto é, “depende de lembranças sistematizadas de situações que a consciência central participou do processo de conhecer as características mais invariáveis da vida de um organismo [...]”. (DAMÁSIO, 2000, p. 35). Dele surge as informações sobre o indivíduo, ou seja, seu referencial. Por exemplo, quem é, de onde veio, onde nasceu, sua família, acontecimentos marcantes, suas preferências, angústias, etc.

O inter-relacionamento entre os dois tipos de *self* é inevitável. O *self* autobiográfico reclama a presença do *self* central para iniciar seu desenvolvimento progressivo e também necessita do mecanismo da consciência central para ativar suas memórias para que possa gerar consciência central.

5.8 Síntese do modelo funcional de consciência de António Damásio

A princípio, julga-se oportuno esclarecer sobre o conjunto de expressões empregadas por este cientista quando elaborou uma teoria sobre a consciência.

Muitas vezes torna-se difícil entender que as palavras são apenas instrumentos de uso pessoal e que a presença constante delas não significa, necessariamente, que tenham que se referir a alguma coisa definida no mundo real.

Para entender fatos complexos recorre-se, em geral, às metáforas ou aos modelos. No caso, quando se trabalha com o modelo de consciência de Damásio, observa-se que o autor introduz vários termos novos, como por exemplo: *proto-self*, *consciência central*, *self central*, *consciência ampliada*, *self autobiográfico*. Tais denominações expressam construções imaginárias ou abstrações, fruto da criação da mente humana, representadas por palavras que materializam idéias em mensagens aparentemente simples e eficazes, mas em muitas situações revelam-se altamente complexas. São, pois, recursos do pensamento para facilitar a apreensão dos mesmos. A metáfora do filme utilizada pelo autor, por exemplo, demonstra a reelaboração da consciência no campo da abstração. Afinal, o sentido das coisas é aquilo que é construído na mente e não alguma coisa concreta do mundo lá fora. A isso, chama-se abstração.

A partir dessa terminologia conceitual e sua fundamentação teórica, pretende-se neste trabalho formalizar o modelo de mente consciente de António Damásio, com requisito fundamental para implementá-lo em artefatos que possam ser considerados inteligentes, contudo, sem a pretensão de representar toda a complexidade desta reflexão.

Visto sob a perspectiva da Teoria Geral de Sistemas (TGS) e com base na teoria de consciência de Damásio, se elaborou uma representação hierárquica do sistema funcional desse modelo de mente consciente reproduzida pelos seguintes componentes, oriundos da própria idéia do autor, conforme demonstra a figura 5.

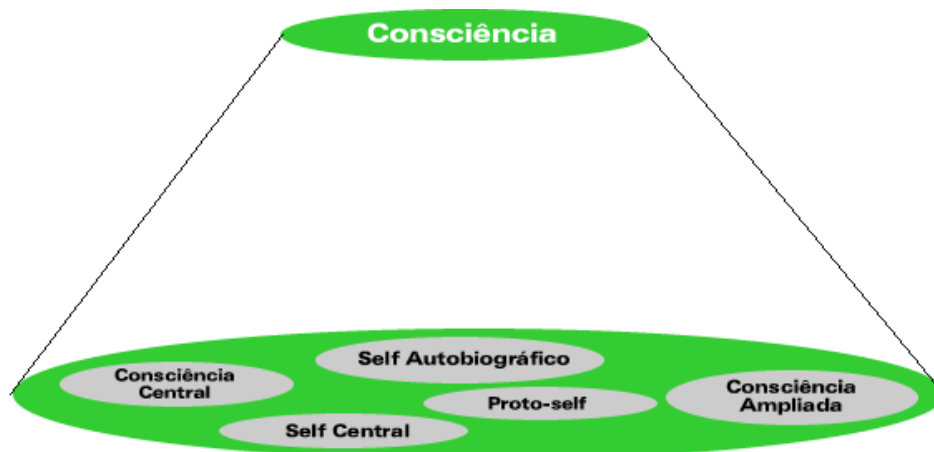


Figura 5. Representação do sistema consciência.

Fonte: Pesquisa da autora.

Nota: Os componentes do subsistema possibilitam emergir a consciência.

A representação do modelo de Damásio (2000), figura 5, não ilustra as inter-relações de seus subsistemas, mas tão somente evidencia os níveis envolvidos na emergência da mente consciente (sistema), a partir de seus componentes (subsistemas). No entanto, para que a consciência possa emergir a partir de seus subsistemas, é preciso que haja relações de interdependência entre os mesmos. Este complexo sistema de informação (os elementos do subsistema), revela a profundidade desses mecanismos e a sua interação inerente aos processos de construção da consciência.

Segundo os pressupostos teóricos do modelo citado, para que a consciência possa emergir é necessário que os componentes (subsistemas) estejam inter-relacionados de forma específica, como representado no diagrama (figura 6), sendo que cada subsistema desempenha sua própria função e que será objeto de descrição a seguir:

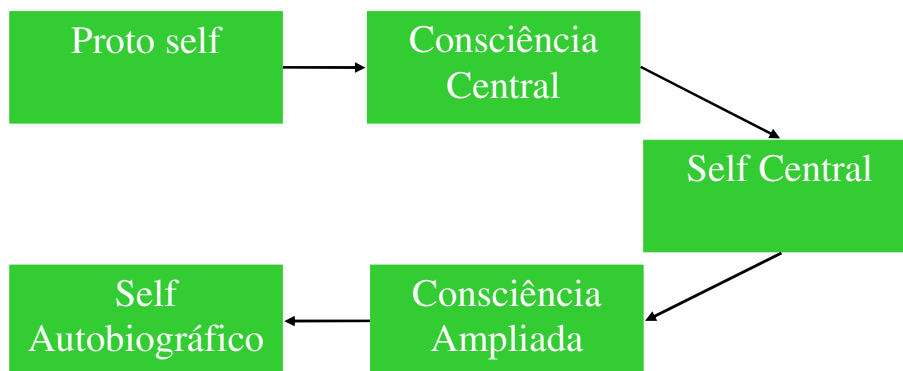


Figura 6. O inter-relacionamento dos elementos do subsistema.

Fonte: Pesquisa da autora.

Relações de interdependência dos subsistemas do sistema consciência

1. Proto-*self*

“É um conjunto coerente de padrões neurais que mapeiam, a cada momento, o estado da estrutura física do organismo nas suas numerosas dimensões”. (DAMÁSIO, 2000, p. 201). Numa perspectiva darwiniana, a evolução produziu um cérebro cuja função é representar diretamente o organismo e indiretamente tudo aquilo com que o organismo interage. “O organismo em questão, é aquele dentro do qual a consciência ocorre [...]. Conforme representado no interior do cérebro, é um provável precursor biológico daquilo que finalmente se torna o elusivo sentido do *self*”. (DAMÁSIO, 2000, p. 38-41). O organismo é supervisionado pelo proto-*self*, que também atua sobre o mesmo. O proto-*self* monitora tudo o que ocorre no organismo. É “o precursor inconsciente dos níveis do *self* que aparecem em nossa mente como os protagonistas conscientes da consciência: *self* central e *self* autobiográfico”. (DAMÁSIO, 2000, p. 42). “O proto-*self* é uma referência [...]. Ele participa do processo de conhecimento [...]”. (DAMÁSIO, 2000, p. 247). “Não somos conscientes do proto-*self*”. (DAMÁSIO, 2000, p. 225).
2. Consciência central

Ocorre cada vez que o organismo interage com um objeto resultando numa modificação deste. A consciência central “fornece ao organismo um sentido do *self* concernente a um momento - agora - e a um lugar - aqui”. (DAMÁSIO, 2000, p. 33). Isto quer dizer que ela é restrita. “[...] é um fenômeno biológico simples; [...] é estável no decorrer da vida do organismo [...]”. (DAMÁSIO, 2000, p. 34).
3. *Self* central

Ele emerge na consciência central. É “o protagonista transitório da consciência, gerado para qualquer objeto que acione o mecanismo da consciência central. Devido à permanente disponibilidade de objetos acionadores, ele é gerado continuamente e, assim, parece contínuo no tempo. O mecanismo do *self* central requer a presença do proto-*self*”. (DAMÁSIO, 2000, p. 226). “Somos conscientes do *self* central”. (DAMÁSIO, 2000, p. 225).
4. Consciência ampliada

Tem como alicerce a consciência central “para seu desenvolvimento não apenas no decorrer do tempo mas também a cada momento”. (DAMÁSIO, 2000, p. 258). “A consciência ampliada ocorre em mentes dotadas de consciência central, mas apenas quando essas mentes podem contar com a memória superior, linguagem e inteligência, e quando os organismos que constroem essas mentes interagem com meios sociais adequados”. (DAMÁSIO, 2000, p. 392).

Continuação do quadro 2

5. *Self* autobiográfico É aquilo que permite reconhecer como sendo nós mesmos quando se olha para o passado, quando se antevê o futuro. É uma consequência da imagem atualizada constantemente que o organismo tem de si mesmo. “O *self* autobiográfico requer a presença de um *self* central para iniciar seu desenvolvimento gradual. [...] também requer o mecanismo da consciência central para que a ativação de suas memórias possa gerar consciência central”. (DAMÁSIO, 2000, p. 226). Somos conscientes do *self* autobiográfico.

Quadro 2. Relações de interdependência dos subsistemas do sistema consciência.

Na sua teoria, o autor define três tipos de *self* e dois tipos internos chamados de consciência. Esta rede comunicacional da consciência e seus tipos de *self*, está na base da própria definição de consciência de António Damásio.

Contudo, nesse percurso cheio de obstáculos, onde a consciência é o centro de atenção e preocupação de inúmeros pesquisadores, há algo que deve ser considerado. Se o autor em questão estiver certo,

Sem cérebro não há consciência – mas, sem corpo, também não. [...] a consciência depende do corpo específico que abriga o cérebro, aquele corpo que vem interagindo com o mundo, sendo modificado pela interação, o corpo no qual as reações emocionais acontecem, e cujas lembranças ficam guardadas no cérebro. (HOUZEL, 2004, p.146).

6 UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO

“Seres humanos versus máquinas, ou máquinas como instrumentos do design humano?”.
(MATURANA, 2001).

Dada a importância das questões aqui tratadas as quais mente, consciência e artefatos estão associados, considera-se pertinente neste momento sob o ponto de vista didático, fazer um breve excuro histórico e observar como se atingiu os atuais níveis de tecnologia com vista à automação em geral.

Desde os primórdios, o homem vem realizando tarefas duras e até mesmo perigosas e insalubres para garantir a sua sobrevivência. Assim, a humanidade tem procurado livrar-se desse pesado fardo, ou pelo menos, diminuir seus efeitos deletérios o máximo possível. Como visto no capítulo 2, ao longo da história do homem, os “automatismos” sempre se fizeram anunciar, justamente com esse objetivo.

De início, o homem utiliza os seus sentidos e o seu cérebro. Em seguida, a sua força muscular, através dos chamados órgãos executores: braços, pernas e mãos para mais adiante serem substituídos pela automação.

Diante dessa realidade, é preciso examinar o comportamento do homem. Mesmo provocando receios e desacordos, a área tecnológica envolve grandes certezas e esperanças no acesso a uma vida de menor fadiga, com mais conforto, com mais longevidade e com mais qualidade.

Tudo isso, afinal, tem mostrado que nunca como hoje se vive tão extasiados e ao mesmo tempo tão dependentes e inseridos no processo de modernização tecnológica, mais precisamente, dependente de sistemas e de equipamentos informáticos, ou seja, caminhando para o mundo da automação.

Todavia, apesar de todo o empenho do homem em substituir sua força motriz pela da máquina e hoje, com a automação em ritmo acelerado, na realidade a máquina ainda está

longe de substituir determinadas tarefas executadas pelo ser humano, como por exemplo, o serviço de *baby-sitter*. Mas não há nenhuma evidência de que um alto desenvolvimento tecnológico seja apenas uma questão de tempo. Todo esse processo avança lentamente, embora se tenha conseguido atingir alguma coisa nesse sentido. Conforme Novais (2002), os chamados órgãos sensores – tato, paladar, audição, visão e olfato – fundamentais na comunicação e aprendizagem dos animais, já possuem equivalentes artificiais, como os seus captadores e conversores de informação, capazes de substituírem algumas funcionalidades dos sentidos humanos,

Através dos mais variados sensores e transdutores de temperatura, pressão, proximidade, presença, visão, voz, cor, espessura, células capacitivas e indutivas, os mais diversos aparelhos de medida, raios laser, infravermelhos, etc. (NOVAIS, 2002, p, 20).

E a tendência é avançar ainda mais, pois é uma inquietação humana.

Neste contexto, o desenvolvimento da capacidade sensorial, segundo Novais (2002), é um dos setores da área tecnológica que mais tem avançado ultimamente e está presente no cotidiano das pessoas sem que elas se dêem conta disso. Seus efeitos multiplicadores já se repercutem numa diversidade de atividades como a prótese auditiva, por exemplo.

Não é sem sentido que na engenharia moderna, a robótica, estreitamente relacionada com a área de automação e controle de sistemas, vem aumentando cada vez mais seu campo de estudo e aplicação nas últimas décadas. Considerando o estágio tecnológico que o homem atingiu, vem crescendo a utilização de robôs em vários campos de aplicação. Na produção industrial como, por exemplo, na linha de produção de automóveis, são utilizados para soldar, para pintar, etc., para desativar bombas ou em outras aplicações, no caso, na medicina, nos laboratórios de análises clínicas, são apenas alguns exemplos da versatilidade e da capacidade robótica o que significa que a utilização de robôs, hoje, é cada vez mais freqüente e por que não dizer necessária e evidente. O próximo passo da evolução da automação é desenvolver artefatos de um modo geral, dotados com alguma tecnologia que se assemelhe à mente humana.

A teoria de mente consciente de Damásio, com a inspiração no corpo humano, pode ser um ponto de partida para a ampliação da capacidade de artefatos de automação, como se tenta demonstrar neste trabalho.

Contudo, o modelo de Damásio é de alta complexidade para sua implementação imediata. Daí ser necessário delimitar-se o escopo deste trabalho para a redução dessa complexidade. Com isso em mente, utilizou-se um dos conjuntos dos mecanismos cerebrais do *proto-self*, o hipotálamo, “um dos grandes responsáveis pelo equilíbrio orgânico interno do organismo” (BALLONE, 2005), a saber, a homeostase. Mais especificamente, trabalhou-se com um único mapa, ou seja, o mapa do equilíbrio energético, um dos componentes do conjunto de mapas que correspondem ao *proto-self*. Para isso, sentiu-se a necessidade de examinar a importância do hipotálamo, embora de forma sucinta, visto ser essa estrutura um correspondente biológico direto para a explicação do funcionamento do artefato proposto aqui, o ROBÔ HALF – 2005.

6.1 O hipotálamo

Segundo Ballone (2005), tudo indica que no córtex cerebral existe um local onde ocorre a tomada de consciência das emoções que se sente e, ao mesmo tempo com a consciência dessas emoções, o organismo reage ao manifestar alterações orgânicas compatíveis. São respostas do sistema nervoso autônomo (SNA) ou vegetativo daí porque são chamadas de respostas autonômicas. Essas respostas podem ser endócrinas, vegetativas ou motoras. Para isso, é preciso um comando neurológico. E nesse cenário, entra em ação as porções subcorticais (abaixo do córtex) do sistema nervoso, tais como a amígdala, o hipotálamo e o tronco cerebral. Essas respostas são importantes, pois preparam o organismo para a ação necessária e comunica nossos estados emocionais ao ambiente e às outras pessoas.

O hipotálamo e o SNA estão estreitamente relacionados e o SNA é, primariamente, o sistema de controle de todas as vísceras (músculo cardíaco, sistema digestivo, glândulas endócrinas, etc). O SNA, por sua vez, possui duas divisões principais: o sistema simpático e o sistema parassimpático. Devido essa múltipla função, o hipotálamo não é só um dos grandes responsáveis pelo equilíbrio interno do organismo, mas também é responsável pela regulação do comportamento emocional.

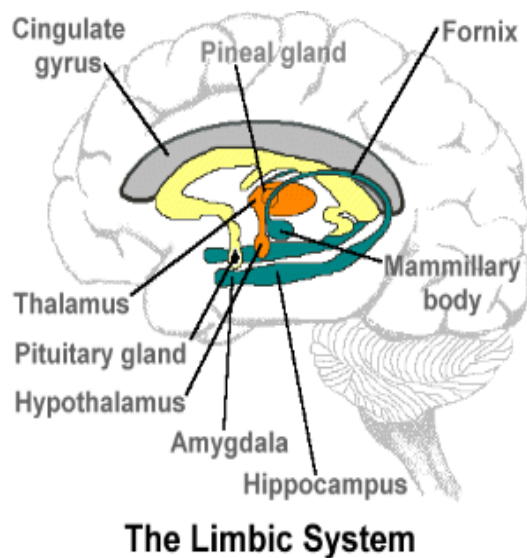


Figura 7: Hipotálamo.
Fonte: Ballone (2005).

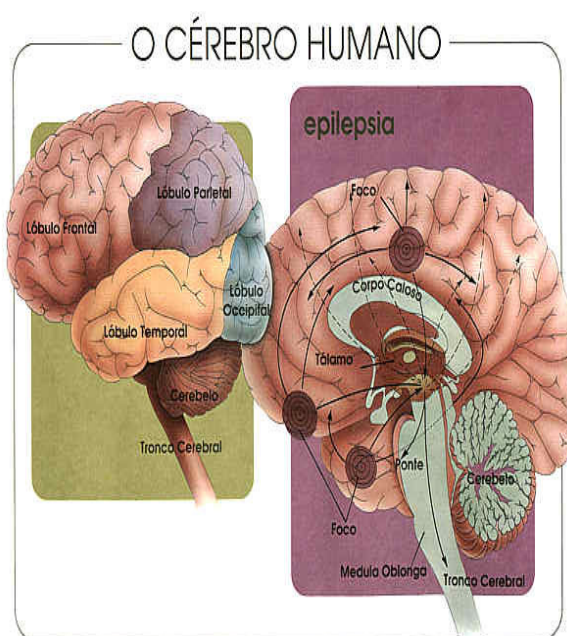


Figura 8: Tronco Cerebral.
Fonte: Nicolau (2005).

A importância dessas observações para o assunto deste capítulo é mostrar o papel do hipotálamo que contém inúmeros circuitos neuronais que regulam funções vitais como, temperatura, os batimentos cardíacos, a pressão sanguínea, a sede, a fome, o desejo sexual, além de controlar a atividade das vísceras, ou seja, controla o SNA, através do tronco cerebral. O tronco cerebral, por sua vez, é um dos componentes que representa o *proto-self*.

O hipotálamo é a inspiração que se utilizou para uma simulação de um aspecto da homeostasia que é o controle energético, delimitado para efeitos desta simulação.

Uma forma de implementar a homeostase em robótica é através de um sistema de controle do equilíbrio energético. Dessa estreita relação, homeostase e equilíbrio energético, este último será ressaltado. E é nesse panorama que esta hipótese de pesquisa se assenta, mostrando a viabilidade de aplicação do equilíbrio energético no ROBÔ HALF - 2005.

A propósito, e apesar da inspiração na mente humana, neste estudo não se trabalha com a ideia de artefatos antropomórficos, pois não se pretende o que a evolução levou alguns bilhões de anos para desenvolver. Da mesma forma como o automóvel consegue deslocar pessoas sem, contudo, ter arquitetura bípede, este trabalho persegue a ideia de que é

possível dotar artefatos de capacidades funcionais observadas no ser humano, sem possuir qualquer semelhança arquitetônica com o mesmo, podendo ser úteis no processo de tomada de decisão inteligente.

Não faz sentido tratar de equilíbrio energético sem considerar a homeostasia, embora esta seja tratada aqui de forma lateral. Com efeito, “a *homeostasia* associa-se às reações fisiológicas coordenadas e, em grande medida, automáticas que são necessárias para manter estáveis os estados internos de um organismo vivo”. (DAMÁSIO, 2000, p. 60).

Um dos principais objetivos da pesquisa fisiológica é esclarecer os mecanismos homeostáticos. Portanto,

No ser humano saudável muitas variáveis²⁰ são mantidas dentro de limites estreitos. A lista das variáveis controladas inclui a temperatura corporal, a pressão sanguínea, a composição iônica dos fluídos nos vários compartimentos corporais, os níveis sanguíneos de glicose e os conteúdos de oxigênio e de dióxido de carbono do sangue. Essa capacidade de manter a constância relativa dessas variáveis críticas, mesmo frente a modificações substanciais do meio ambiente, é conhecida como **homeostase**. (BERNE et al, 2004, p. xiii).

Em outras palavras, poder-se-ia chamar essas variáveis de controle natural de processos, ou seja, “a existência de mecanismos que regulam características físicas internas num dado organismo vivo, como por exemplo, a intensidade da luz na retina e a pressão sanguínea”. (NOVAIS, 2002, p. 23). Essa função biológica é requisito básico dos organismos vivos. Eles nascem equipados com um sistema de regulação automática, imprescindível para assegurar a sobrevivência.

Assim, num dado momento da evolução, o ser humano sentiu necessidade de controlar variáveis físicas externas no meio ambiente dando origem, por associação, ao controle artificial de processos.

Numa analogia entre a biologia e a engenharia, esses dispositivos podem ser instalados no corpo de um artefato, e é possível que esses mesmos dispositivos possam funcionar de modo semelhante para manter seu controle energético. A essa altura, pode-se refletir sobre o recurso de “feedback”, ou seja, o efeito reage sobre a causa, ou em outras palavras, é um

²⁰ “[...] variáveis porque traduzem a capacidade de variar em consequência de influências externas, muitas vezes não especificadas ou até desconhecidas”. (NOVAIS, 2002, p. 24).

recurso que permite ao sistema automático se auto-regular dispensando qualquer intervenção humana.

Todavia, segundo Novais (2002), esse processo de retroação não ocorre apenas no mundo da técnica, mas também nos organismos humanos e nos animais, uma vez que são equipados com sistemas biológicos de retroação – causa e efeito – para desencadear o processo de regulação homeostática com o objetivo de permitir que um dado equilíbrio dinâmico se mantenha constante, haja vista que os meios interno e externo tendem a sofrer alterações de vez em quando. Desse modo, o sistema de retroação fisiológica provoca sempre reações no sentido contrário às perturbações.

Algumas estruturas cerebrais são fundamentais nesse processo de regulação homeostática.

O hipotálamo contribui para a representação corrente do corpo, mantendo um registro contínuo do estado do meio interno em várias dimensões; por exemplo, o nível de nutrientes em circulação, como a glicose, a concentração de diversos íons, a concentração relativa de água, o pH, a concentração de vários hormônios circulantes, etc”. (DAMÁSIO, 2000, p. 203, 204).

Além deste, vários núcleos do tronco cerebral exercem papel importante nesse processo de regulação dos estados corporais, mapeiam sinais do corpo e atuam pelo princípio de “feedback”. Por analogia, “esses processos reguladores, típicos no controle automático da tecnologia, são tão interativos como a capacidade motora quando esta adapta o homem ao meio ambiente”. (NOVAIS, 2002, p. 71).

A idéia neste trabalho, como já mencionado, consiste em implementar um módulo do sistema do proto-*self*, ou seja, o equilíbrio energético que corresponde à distribuição de energia no corpo do ROBÔ HALF - 2005, como um exemplo de aplicação do modelo de Damásio uma vez que a implementação de todo o proto-*self*, pela sua alta complexidade, exigiria no momento tecnologias que ainda não estão bem desenvolvidas para a sua total implementação.

6.2 Projeto energético - Implementação propriamente dita

Tendo em vista a inspiração na biologia, no caso aqui, o hipotálamo é a peça chave para se colocar em prática a idéia de representar o equilíbrio energético num artefato. Contudo, o Centro de Controle Energético (CCE) projetado, representa apenas uma das funções do hipotálamo.

A figura 9 representa a idéia dos sistemas de distribuição de energia, pelo menos as estruturas que estão envolvidas no controle energético do artefato. Ela seria uma visão macro ou conceitual do sistema, uma espécie de planta baixa. A partir desta figura, pode ser explicado o sistema, sem perda de muita informação visual.

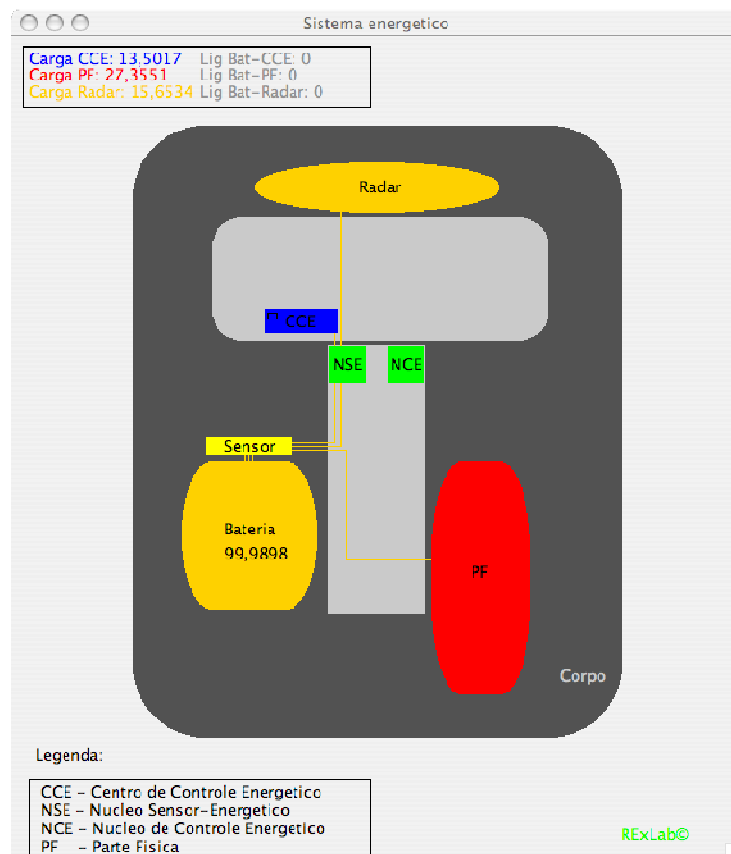


Figura 9. Simulação computacional do sistema energético no ROBÔ HALF-2005.
 Fonte: Pesquisa da autora.

A figura 9 representa os componentes do corpo do ROBÔ HALF-2005. Ele é formado por um Radar, um Cérebro, um Centro de Controle Energético (CCE), um Núcleo Sensor

Energético (NSE), uma espinha (coluna), pelas Partes Físicas (PF), uma Bateria e um Sensor Bateria (SB).

Levando-se em conta os princípios biológicos, a saber, metabolismo energético e sistema circulatório humanos, o projeto energético para um artefato artificial passou a existir como uma realidade para o desenvolvimento de um projeto mais amplo, o qual tem o objetivo de apresentar um artefato dotado de consciência.

O sistema energético visa beneficiar os componentes do artefato com energia suficiente para o funcionamento adequado em qualquer circunstância. Para que isso seja possível, a noção de homeostasia foi adotada. No ser humano uma região cerebral conhecida como hipotálamo, possui o papel de manter o metabolismo em níveis aceitáveis à sobrevivência do corpo, dentre outras funções, que neste momento do projeto não serão mencionadas.

Outra região também participa do controle do metabolismo e de funções autonômicas, tais como batimentos cardíacos, fluxo de hormônios na corrente sanguínea, processo de digestão, entre outras. Essa região, o tronco cerebral, possui núcleos ou sub-regiões responsáveis por algumas das funções citadas anteriormente.

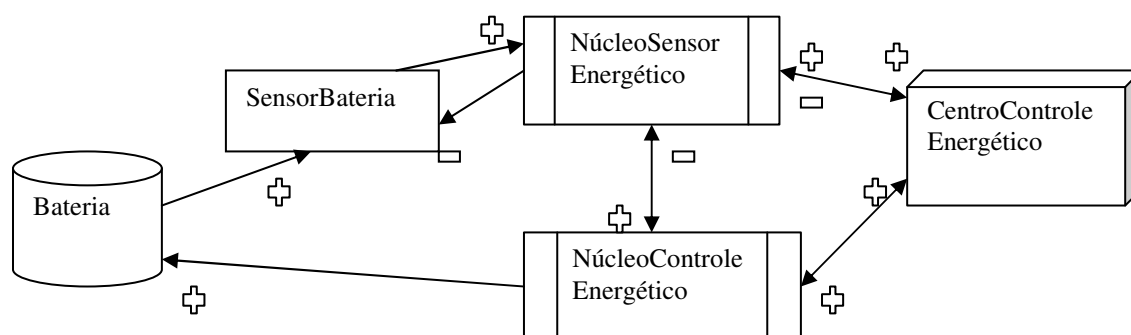
Sendo assim, a figura 10 apresenta os componentes principais da arquitetura de distribuição e controle energético. O paralelo que pode ser traçado indica que no artefato o Centro de Controle Energético (CCE), é correspondente ao núcleo hipotalâmico responsável pelo controle energético do corpo humano.

O Núcleo de Controle Energético (NCE) e o Núcleo Sensor Energético (NSE) representam as sub-regiões do tronco cerebral responsáveis pelas funções autonômicas. Já a Bateria representa o papel de distribuidora de energia, algo semelhante ao papel do coração biológico e o Sensor Bateria (SB) é um dispositivo utilizado para monitorar o funcionamento da bateria.

A distribuição de energia dentro do artefato ocorre por meio da ligação direta entre Bateria, CCE (este representa também a região que controla a energia do cérebro artificial), Radar

(componente do corpo do artefato responsável por detectar sinais exteriores ao mesmo) e Partes Físicas (PF), região lógica que representa todas as partes móveis do artefato.

Ressalta-se que esta proposta é empírica, sem uma base tecnológica implantada para comprovar o seu funcionamento. Para contornar essa dificuldade, uma simulação computacional apresentará os pontos principais do funcionamento desse sistema e dessa maneira servirá como exposição para as teorias apresentadas.



Legenda: + indica ativação
- indica inibição

Figura 10. Diagrama representativo das classes do “Sistema Energético” do artefato – ROBÔ HALF-2005.

Fonte: Pesquisa da autora.

Passando-se para a modelagem computacional, o diagrama UML (*Unified Modeling Language*) abaixo, representa o modelo proposto para o sistema energético do artefato “proto-consciente”.

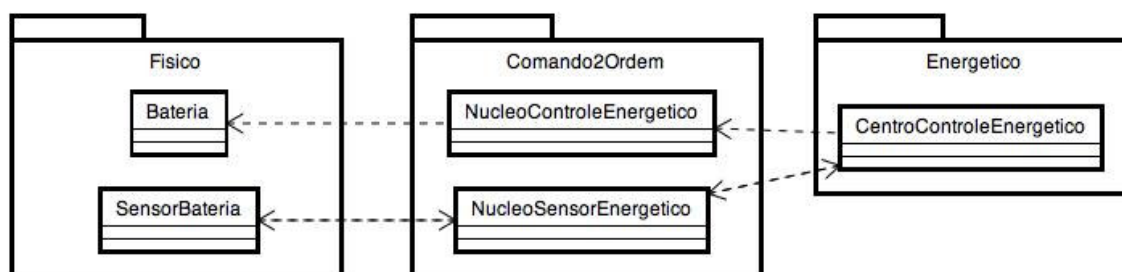


Figura 11. Anatomia do Sistema Energético. Nível de detalhamento.

Fonte: Pesquisa da autora.

Retomando ao paralelo biológico, cada pacote representado na figura 11 corresponde a uma região do corpo biológico, a saber:

- 1- Pacote Físico: Representa o corpo como um todo. Neste caso, é composto apenas pela Bateria e pelo SB. A Bateria é como se fosse o coração biológico e o SB (monitor de atividade da Bateria), isto é, um dispositivo que monitora o seu funcionamento;
- 2- o Pacote Comando de 2ª Ordem: Representa as sub-regiões do tronco cerebral e neste diagrama são representadas por duas classes ou núcleos, isto é, NCE e NSE. O primeiro tem a função de controlar funções autonômicas, ou seja, é o executor e o controlador dos níveis de energia do corpo do robô. O segundo, de receber informações sobre o funcionamento da Bateria;
- 3- o Pacote Energético: Seria o cérebro do robô sendo que CCE representa o hipotálamo que é um dos responsáveis pelo controle metabólico do corpo que, por sua vez, representa a energia que o cérebro recebe.

Complementando, as setas no diagrama indicam as relações de troca de informações entre as classes apresentadas²¹. Então, o CCE passa informações para o NCE que, por sua vez, repassa essas informações diretamente à Bateria.

6.3 Descrição

O que se pretende descrever corresponde aos componentes do corpo do robô, como segue:

1- Bateria: Este componente possui um atributo para representar a carga máxima. Possui ligações com os demais componentes da arquitetura para a distribuição energética. Cada ligação será representada por um atributo. Ela envia notificações quando seus atributos são modificados.

2- Sensor Bateria (SB): Registra a carga da Bateria por meio do recebimento de notificações no atributo carga da classe Bateria. Registra o fluxo de energia para cada ligação da Bateria com um componente da arquitetura, por meio do recebimento de notificações. Envia alarme para a classe NSE de acordo com um controle difuso do

²¹ As trocas de informações entre as classes serão feitas por meio de mensagens entre métodos e ainda por meio de notificações, providas pela plataforma adotada para a implementação do artefato, JMX – Java Management Extensions.

atributo de carga. O alarme está no formato de uma porcentagem que indica o grau ou nível dele. O alarme, como nos demais sensores do artefato, pode ser inibido ou até mesmo desativado, tanto por um comando vindo da classe NSE ou vindo da classe CCE. Ele possui ligação energética com a Bateria, porém, tal ligação não afeta o seu funcionamento normal. O SB, monitora a Bateria e repassa as informações coletadas diretamente para o NSE que, por sua vez, repassa as mesmas ao CCE fechando o ciclo energético homeostático.

3- Núcleo Sensor Energético (NSE): Registra a carga da Bateria em um atributo carga, com valor atualizado por notificações recebidas da classe SB. Registra as ligações energéticas da Bateria com os demais componentes da arquitetura do artefato. Mantém um “mapa energético” do artefato, envia notificações de mudança do atributo carga para a classe CCE e repassa alarmes para a classe NCE. Não possui ligação energética com a Bateria.

4- Núcleo de Controle Energético (NCE): Envia comandos para a classe NSE de acordo com os alarmes recebidos. Dependendo do nível de gravidade do alarme, esta classe toma ações para a normalização da carga da Bateria, enviando comandos diretamente a ela. Níveis de gravidade abaixo de um certo valor ou faixa serão corrigidos imediatamente. Caso os níveis sejam superiores a este valor ou faixa, uma notificação é enviada à classe CCE. Possui um atributo para valor de carga aceitável.

5- Centro de Controle Energético (CCE): Possui um atributo para a carga geral da Bateria e para cada componente ligado a ela. Têm ligação energética com a Bateria, além de atributos de cotas de uso de carga da Bateria dependentes de cada componente ligado à ela.

Como mencionado anteriormente, a Bateria distribui sua energia para três componentes do artefato: PF, RADAR e CCE. Salienta-se que esses dispositivos possuem um mecanismo denominado de Controle Energético que é responsável pelo controle da energia de cada um. Assim sendo, esses controles se comunicam com o CCE para reportar a quantidade e nível de energia de cada componente. Isso é necessário, pois o CCE têm como uma de suas funções manter a homeostasia energética do artefato e para isso, ele precisa estar

informado da quantidade de energia de cada componente ligado à Bateria e da sua carga total atual.

6.4 Detalhes do funcionamento do ROBÔ HALF – 2005

Para saber como está o estado do corpo do robô, o NCE envia uma mensagem para o CCE para obter informações sobre a necessidade de energia deste, isto é, quanto de energia os três componentes (RADAR, PF e CCE) necessitam. O CCE, por sua vez, retorna com alguma informação. Por exemplo: se o robô está em repouso, se alimentando, em movimento, etc. Para cada situação, é necessária uma porcentagem “x” de energia. O NCE contém várias listas pré-definidas de distribuição de energia, como se fosse um *script* que ele têm que seguir para cada estado de funcionamento do corpo do robô. A partir da informação recebida, o NCE consulta a carga da Bateria que é monitorada pelo SB, uma vez que o fluxo de energia passa pelo SB. Conforme o que diz o *script*, isto é, se a Bateria tiver 50% de carga, por exemplo, ele pede para distribuir a quantidade necessária para cada componente do robô.

O SB extrai as informações da Bateria e passa para o NSE que têm o papel de receber informações sobre o funcionamento da Bateria. O NSE então, passa todas essas informações para o CCE. De posse desses dados, o CCE atualiza o mapa energético que é uma ação constante, porque o CCE possui o mapa energético. Caso ocorra algum desequilíbrio, o CCE intervém no ciclo para que o corpo do robô retorne ao estado de equilíbrio, aliás, esta é uma de suas principais funções (manter o equilíbrio energético do corpo do robô) – a homeostase – que neste caso, trabalha-se com apenas um dos seus aspectos: o equilíbrio energético.

Cada componente do robô que possuir ligação energética com a classe Bateria, possuirá uma cota de uso de sua carga. Nessa cota a carga total (100%) será dividida de acordo com o potencial de uso energético; assim a PF poderia ficar com, por exemplo, 60% da carga da Bateria. Esta cota apenas estipula o potencial de uso máximo da Bateria. Isto quer dizer que: se o RADAR, por exemplo, possuir cota de 30%, ele terá disponível quando necessitar de 30% da carga atual da Bateria, ou seja, ele não precisa estar usando 30% a cada instante. Este seria seu patamar de uso máximo.

Cada componente poderá ou não ser influenciado pela quantidade de carga disponível ou em uso. Por exemplo: o RADAR têm disponível 30% da carga total da Bateria, contudo, seu nível de atuação normal fica em torno de 15%. Caso ele requisite mais energia, ele terá ainda mais 15% para utilizar. Assim, com mais energia requisitada ele aumentará a velocidade ou a amplitude do seu funcionamento padrão e o inverso também é verdadeiro, isto é, caso ele diminua sua requisição energética, seu funcionamento será afetado.

O processo de homeostasia energética é mostrado primeiramente no diagrama de seqüência, figura 12, o qual representa um exemplo desse processo. E em outra representação na figura 13.

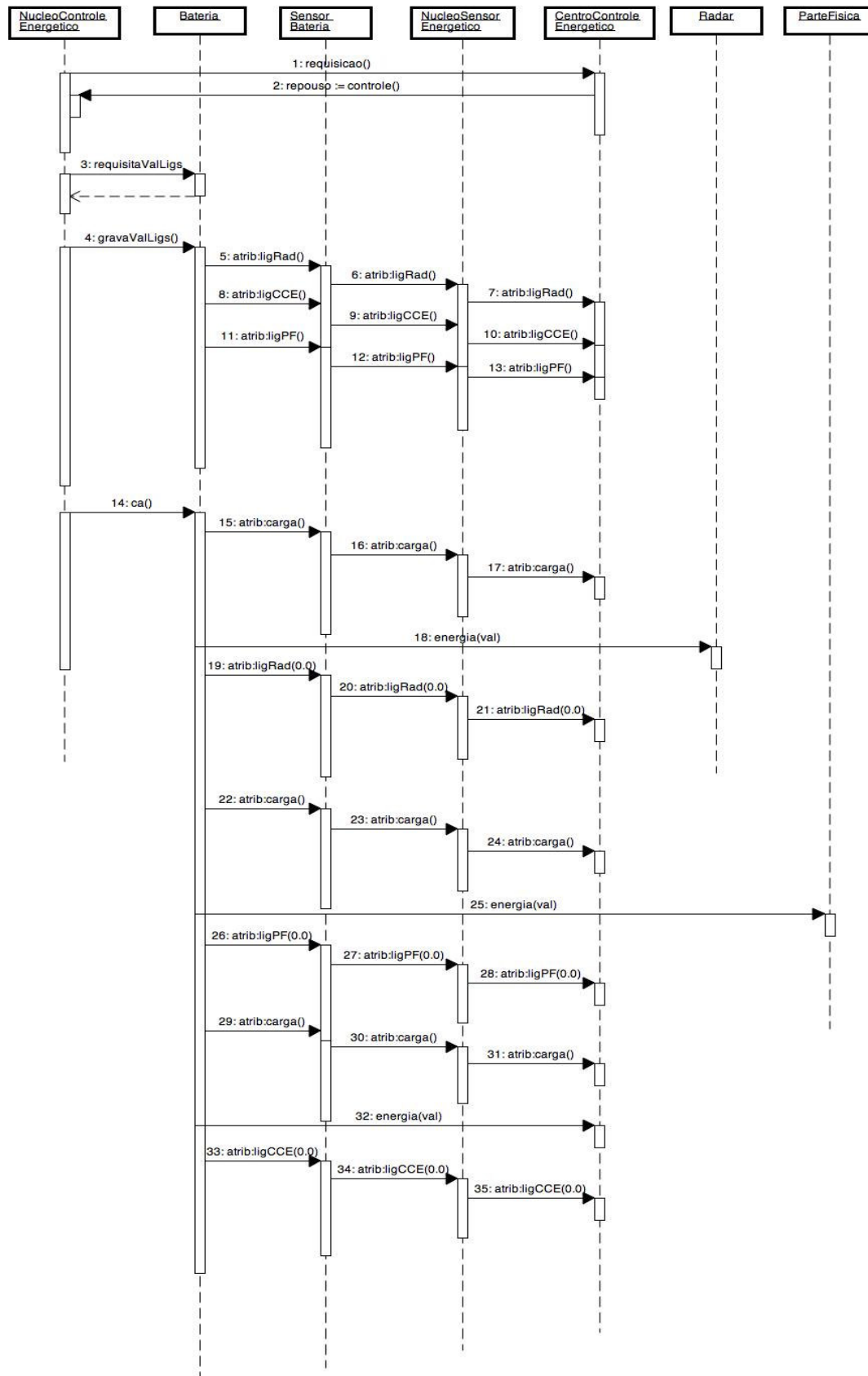


Figura 12: Diagrama de Seqüência de troca de energia dentro do ROBÔ HALF - 2005.
 Fonte: Pesquisa da autora.

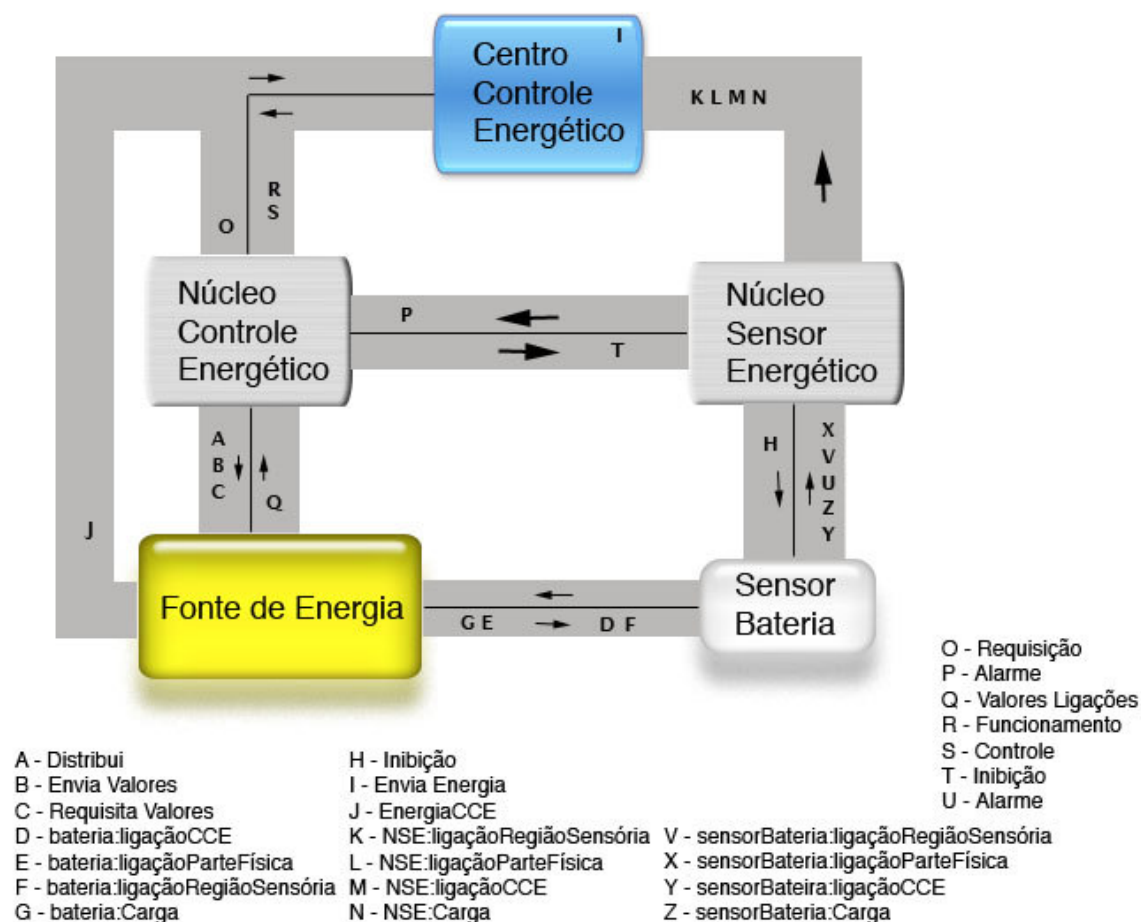


Figura 13. Esquema de troca de mensagens no sistema de energia.
Fonte: Pesquisa da autora.

O processo é governado pelo CCE, pois é esta classe que determina um ritmo para a distribuição de energia da Bateria (Fonte de Energia) aos componentes que recebem energia no corpo artificial (PF, RADAR e CCE).

O NCE mantém um ciclo de controle autônomo, algo como as funções autonômicas do corpo humano, por exemplo, a respiração. Nessas circunstâncias, ele manda uma mensagem para o CCE, com o intuito de verificar como o corpo está funcionando, isto porque o ritmo de funcionamento do corpo pode alterar a distribuição energética aos componentes.

Assim, o NCE pode estabelecer quanto será requisitado à Bateria para distribuir para cada componente. A mensagem de distribuição recebida pela Bateria dispara a efetiva distribuição de carga para cada componente. Os atributos da Bateria correspondem à:

carga, ligação CCE, ligação PF e ligação Radar. Tais atributos são repassados por meio de mensagens do SB, NSE até o CCE, o qual montará um mapa energético do momento dessas trocas de mensagens. Mapa esse que poderia ser uma camada de um mapa mais amplo, o qual representa o *proto-self*.

Em casos nos quais a carga da Bateria estiver baixa, mensagens especiais são enviadas pelo SB para o NSE que, por sua vez, a repassa para o CCE. Essas mensagens são consideradas como alarmes e dependendo de sua intensidade e duração, podem ser “inibidas” pelo NSE. Algo como “estou ciente do problema, não necessito mais receber mensagens de erro”.

Em relação à implementação computacional, foi escolhida a linguagem de programação Java e mais especificamente uma tecnologia associada chamada JMX (Java Management Extensions). Essa tecnologia foi desenvolvida para o monitoramento de aplicações desenvolvidas em Java. Assim, por sua natureza, uma arquitetura por componentes forneceu um meio ideal para a implementação das várias partes do modelo proposto, uma vez que cada parte poderia ser implementada separadamente e apenas informações relacionadas a seus atributos e funções principais seriam necessárias para a comutação das várias partes em um centro concentrador. Algo semelhante a uma analogia do sistema nervoso humano, no qual todas as informações do corpo são concentradas em uma região, a medula, que por sua vez está ligada ao cérebro. Assim cada parte do robô estará “ligada” a um concentrador responsável pelo controle e distribuição de informações entre as mesmas.

Dada a importância dos sistemas biológicos de retroação (causa/efeito), pode-se inferir que “sem homeostase o sistema nervoso e a inteligência do homem não teriam evoluído”. (NOVAIS, 2002, p. 71).

7 CONCLUSÃO

Sem dúvida as questões da mente e da consciência são temas polêmicos que tem despertado discussões intensas ao longo dos tempos entre especialistas de várias disciplinas: psicólogos, físicos, filósofos, neurocientistas, entre outros, interessados no tema, inclusive, representantes de tradições místicas. Para os pesquisadores de um modo geral, a origem da mente e, sobretudo da mente consciente, é considerada um dos últimos mistérios para a ciência e constitui um dos maiores desafios para a neurociência.

O conceito de consciência vem ao longo dos tempos adquirindo novos contornos. Disso decorre muitas vezes as dificuldades de se estabelecer uma sintonia entre várias teorias que empregam a mesma terminologia com significados diversos. Parecem claras as divergências entre os teóricos justamente pela ausência de um consenso. Mas, pelo menos, há unanimidade entre as discussões – a dificuldade em conceituar consciência. Como se pode observar, é um problema complexo, aliás, as dificuldades já começam na própria raiz do termo.

É praticamente impossível tratar de um tema dessa natureza sem o auxílio de várias disciplinas. Para este empreendimento, algumas contribuições ofereceram suporte: a filosofia, história, biologia, IA, ciências da computação, neurofisiologia e mais. Diante dessa realidade, ressalta-se a importância da transdisciplinaridade.

A filosofia da mente contemporânea tem ampliado seu campo de estudo mantendo uma ligação bem mais aproximada com os progressos da IA. Entre as discussões traçadas pela filosofia da mente, é a de saber se os estados cognitivos humanos podem ser repassados para as máquinas.

A importância da IA, nos dias atuais é praticamente incontestável, haja vista a mudança de paradigma, considerando que a visão transdisciplinar é multidimensional. Nestes termos, a IA pode ser considerada como um meio mais eficaz de investigação laboratorial muito complexo, através do qual se testam hipóteses sobre os sistemas causais internos responsáveis pela cognição humana. Assim, a IA tem reunido esforços no sentido de simular algumas capacidades cognitivas humanas e neste século, vislumbra-se um

intercâmbio ainda mais estreito com a filosofia da mente e com a ciência cognitiva para uma contribuição mais decisiva para a velha questão mente e corpo. Hoje já se discute a possibilidade de haver uma única ciência cognitiva, porém, esta possibilidade apresenta-se remota – por enquanto.

Considerando o título deste trabalho, é importante esclarecer que não houve a pretensão de fazer uma réplica da consciência humana em todos os seus níveis em artefatos que possam ser considerados inteligentes. Mesmo porque, as opiniões entre os cientistas são controvertidas. O que se pretendeu demonstrar aqui foi a possibilidade de se implementar em máquinas uma das versões do *self*, ou seja, a sua versão inicial, o *proto-self*, restrito a um módulo – o equilíbrio energético – pela complexidade do tema, levando-se em conta a teoria de mente consciente do neurologista António Damásio, cuja atenção está focalizada na consciência, pelo menos, direcionada aos aspectos do *self*.

Com as especulações centradas na consciência, se discutiu algumas teorias a respeito do cérebro e da mente baseadas nos seguintes autores: Max Velmans, Steven Pinker, Daniel Dennett e António Damásio.

O modelo reflexivo de consciência de Velmans (2002), tem como objetivo a investigação científica das causas neurais e psicológicas de experiências vividas por alguém e insiste em afirmar que, “no caso específico do alfinete”, como visto antes, a dor que esse instrumento produz ao furar o dedo, resulta em dor no dedo e não em dor no cérebro.

O modelo computacional da mente de Pinker (1998), é fundamentado em dois pilares: na ciência cognitiva e na psicologia evolutiva. Esta última é o resultado da aplicação dos princípios da teoria da evolução às questões da psicologia. Seu modelo acende a polêmica quando equipara o cérebro humano a um computador e explica como ocorre no córtex os processos da visão, da audição e do movimento. Além do mais, revela que certas expressões como a fé, a organização política e, inclusive, o comportamento sexual, estão relacionados à mente e como esta trata de manter a sobrevivência do homem como espécie e indivíduo, fruto de um processo natural de evolução através de milhões de anos. A partir desse ponto de vista, Pinker tenta explicar aspectos do funcionamento da mente.

Dennett (1997), utilizando a metáfora da “Torre de Gerar e Testar”, propõe uma estrutura onde coloca algumas opções de projeto para os cérebros a fim de conhecer como eles se originam. A referida torre, possui alguns andares e esse processo passou por muitos milhões de ciclos e foram produzindo muitos projetos ao longo do tempo e, à medida que foram evoluindo, um novo andar na torre era acrescentado. A “Torre de Gerar e Testar” é dividida em: andar térreo, cujos ocupantes são as criaturas darwinianas, o primeiro andar é ocupado pelas criaturas skinnerianas, o segundo, pelas criaturas popperianas (bem mais evoluídas, pois já possuem um nível de consciência), que designam um aprimoramento do projeto e, no último andar, estão alojadas as criaturas gregorianas, onde os seres humanos se enquadram.

A teoria de Damásio (2000), coloca em evidência o seguinte: a mente humana é habilitada para perceber que existe uma ação mútua entre organismo e meio ambiente e que ela é passível de reação baseada nas informações que o organismo obtém através de sentimentos, percepções e emoções tanto internas quanto externas. O resultado disso tudo é o que ele chama de consciência, que tem como sustentáculo o corpo em toda a sua dimensão. Ele tenta interligar todos os elementos envolvidos numa seqüência de quatro níveis de regulação da vida, assim estabelecidos:

- a) O nível dos mecanismos básicos de sobrevivência – o kit de sobrevivência – são os padrões elementares de resposta orgânica responsáveis pela regulação do metabolismo, pelos movimentos reflexos: prazer e a dor, pelas motivações biológicas, etc.;
- b) o nível das emoções. São padrões mais complexos que incluem respostas orgânico-emocionais, assim especificadas: *primárias*, tais como: medo, raiva, surpresa, tristeza, nojo, etc. *Secundárias*, que já envolvem relacionamentos sociais: ciúme, constrangimento, culpa, orgulho e *emoções de fundo*: estado de bem estar, ou mal estar, “stress”, ou relaxamento;
- c) o nível dos sentimentos. Referente aos padrões sensoriais indicativos de dor, prazer e emoções conectados e dotados de significados através das imagens formuladas pela consciência;
- d) o nível da razão, ou seja, do pensamento e da vontade. Esses padrões são exclusivos da espécie humana, pois envolvem respostas de maior complexidade.

São flexíveis e são formulados em imagens e conceitos encadeados pela consciência e se relacionam entre si. (DAMÁSIO, 2000, p. 79).

Consciência para Damásio é tudo isso. É um processo cujo palco é o cérebro interagindo com esses quatro níveis e a relação entre eles.

Os modelos apresentados exibem suas próprias peculiaridades, mas também pontos em comum. Entre as semelhanças, citando apenas um ponto, observa-se que os autores não perdem de vista a teoria da evolução. Independente das suas peculiaridades, as suas teorias se complementam e oferecem uma explicação mais ampla para a complexa estrutura da mente.

Dos modelos estudados, como já foi dito, se elegeu o de Damásio porque se entendeu que a sua teoria se aproxima mais desta proposta. Como se pode observar, todos os autores trabalham com linguagem natural para poderem especificar seus respectivos modelos. Desta forma, os seus modelos acabam por permitir mais de uma interpretação o que resulta numa maior dificuldade de traduzi-los para uma linguagem formal própria das máquinas.

Para que este empreendimento fosse possível, utilizou-se como analogia o parâmetro biológico como inspiração. Contudo, isso não quer dizer que este projeto tenha, necessariamente, que seguir os moldes biológicos. Uma simulação de *software* complementa o projeto. Salienta-se que a implementação neste estágio representa apenas os processos internos de funcionamento do artefato e o que foi desenvolvido é como se fosse uma equação básica do *proto-self*. Na verdade, representa uma parte do *proto-self* e o próprio *proto-self* e pode ser estendido às demais estruturas que o compõe. Todavia, esta pesquisa mostra a viabilidade de aplicação de um dos aspectos da homeostasia – o equilíbrio energético – num artefato. Neste caso, no ROBÔ HALF – 2005.

De acordo com a teoria mente consciente de Damásio (2000), algumas estruturas cerebrais são fundamentais para implementar o *proto-self*. Neste trabalho, se limitou apenas ao tronco cerebral e ao hipotálamo, sendo este último, um dos grandes responsáveis pela homeostasia referência básica para representar o equilíbrio energético, um módulo do

sistema do proto-*self* num artefato, neste caso o ROBÔ HALF – 2005. No entanto, a idéia pode ser replicada para outras funções que fazem parte do proto-*self*.

Quando se trata de pensar no futuro, a visão mais comum é a automação no nosso dia-a-dia. As tecnologias de software, microprocessadores, computadores, a própria Internet, ocupam cada vez mais um papel relevante em todos os setores da vida moderna: no trabalho, lazer, educação, saúde, indústria, comércio, sem falar na pesquisa científica e tecnológica.

De fato, é praticamente impossível pensar no ser humano sem levar em conta os seus artefatos: as ferramentas, a escrita, as instituições e tudo o mais que o homem vem construindo ao longo da sua história. Quanto à informática, esta tecnologia “é apenas um dos tipos de mediadores artefatuais que ajudam a constituir o ambiente cultural humano e, dessa maneira, ajudam a constituir o próprio ser humano”. (INFORMÁTICA... 2003).

Como foi dito no capítulo 2, há muito o homem vem caminhando para este propósito. Os escritores de ficção científica onde se destaca Asimov, já anteviam um futuro repleto de máquinas e robôs.

Segundo Sabóia (2003), o desenvolvimento das pesquisas nessa área, fixa três subdivisões da robótica assim especificadas:

- a) Robótica clássica – onde se dedicam a maioria dos pesquisadores em IA e necessitam basicamente da matemática e da informática para evoluir e produzir artefatos sem autonomia e que são, por isso, teleguiados no uso que o homem faz deles;
- b) robótica industrial – não utiliza nos seus feitos, as contribuições, os aportes da biologia. Essa é a área da robótica que mais tem se aprofundado. De fato, hoje, seria impossível uma indústria de manufatura que não disponha, mesmo parcialmente, de dispositivos automatizados. Observa-se a aplicação da automação industrial em empresas as mais variadas: montadoras de veículos, fábricas de brinquedo, produtoras de alimentos, papéis, são apenas alguns exemplos entre outras necessidades;
- c) robótica adaptativa e autônoma – é o grande desafio enfrentado pelos especialistas hoje. Procura reproduzir a inteligência dos seres vivos em artefatos autônomo, ou

seja, de tomar iniciativas por si próprios. Aqui, a biologia, a matemática, a eletrônica e a informática são indispensáveis.

O termo adaptativo usado pelos especialistas nesta área é atribuído a um dispositivo que faz com que um robô, no caso, consiga se orientar no ambiente no qual ele esteja atuando. Por exemplo: se ele precisar se locomover do ambiente que o separa de outro e uma das passagens estiver obstruída, ele terá que demonstrar que é capaz de encontrar sozinho a outra saída para a sua finalidade sem ficar bloqueado - “sem saber o que fazer”. Isto, tecnicamente, significa que:

O robô capaz dessa proeza precisa ter um sistema de sensores especializados, e os mesmos devem fornecer informações complexas ao “cérebro” (o computador interno) que controla os movimentos do robô, de modo a proporcionar algum tipo de “coordenação sensorial-motora”. Esses sensores, como acontece em um ser humano, podem ser auditivos, visuais (visão mono ou binocular), táteis, etc. Utiliza-se muitos sensores de ultrassom (uma espécie de sonar, que permite a detecção de obstáculos ao redor do robô) e de laser (reconhecimento de objetos tridimensionais). O ALV (Autonomous Land Vehicle, ou Veículo Terrestre Autônomo, que é o nome científico correto para o robzinho marciano da NASA) tem vários desses sensores. (SABBATINI, 2003).

O número de estudiosos neste campo ainda é reduzido. De grande potencial, as previsões de suas aplicações são inumeráveis. Alguns resultados já se têm obtido. Em centros mais avançados, como no caso dos Estados Unidos, Europa e Japão, têm alcançado bons resultados com relação a robôs que são contemplados com um mínimo de inteligência. Alguns exemplos merecem destaque:

Um laboratório japonês produziu um robô com visão, que consegue ler uma partitura musical e interpretá-la ao piano. Outra universidade, na Alemanha, desenvolveu um veículo robótico autônomo, que “navega” através de uma sala cheia de obstáculos, usando um sistema visual com três olhos (os cientistas alemães acham que assim é mais fácil obter cenas tridimensionais do ambiente). [...]. O “rover” Sojourner (robô móvel sobre rodas) que desceu em Marte e, sob comando terrestre, começou a explorar o terreno e as rochas ao seu redor, foi uma das coisas que voltou a provocar a atenção dos jornais, revistas e TV sobre os robôs, que estavam algo esquecidos. (SABBATINI, 2003).

Para isso, são primordiais as contribuições e os aportes da biologia. Contudo, tecnologicamente falando, as possibilidades parecem remotas no momento, isto é, de se ter artefatos com vários atributos humanos: inteligência, consciência e autonomia suficientes para substituir o homem em grande parte das tarefas. Em se tratando de robôs, por

enquanto a maioria deles (e não são poucos) são modelos industriais e desempenham quaisquer tarefas que exigem seqüências de movimento altamente complexas, como: pegar, soltar, soldar, tocar, apertar, etc., dependendo de seus graus de liberdade, tais como os braços de um ser humano. No entanto, não se pode dizer que sejam inteligentes.

Considerando que o princípio de qualquer artefato inteligente é o sistema de auto-regulação, a transcrição de Capra (1982, p. 284), como segue, corrobora com este particular:

A vida não é uma substância ou uma força, e a mente não é uma entidade que interage com a matéria. Vida e mente são manifestações de mesmo conjunto de propriedades sistêmicas, um conjunto de processos que representam a dinâmica da auto-organização.

O autor ao se referir “a dinâmica da auto-organização”, ressalta o princípio da inteligência que é o sistema de auto-regulação.

Na realidade, a maioria dos pesquisadores concorda que robôs e outros artefatos, de um modo geral com inteligência, é tema para o futuro e só é possível com a recente tecnologia chamada neurocomputação (SABBATINI, 2003), a qual utiliza-se das redes neurais artificiais. Esse acoplamento da neurociência com a IA e com a própria robótica, promete maior autonomia e inteligência aos artefatos do futuro. As redes neurais procuram imitar a maneira como nosso sistema nervoso funciona, ou seja, processando informação complexa por meio de redes de neurônios, as células básicas. Daí porque oferecem grande vantagem no sentido de poder aprender tarefas complexas como: reconhecer objetos, obstáculos em três dimensões, controlar movimentos das juntas dos braços robóticos, entre outras possibilidades.

Contudo, independente do cenário futuro, de uma coisa pode-se estar certos; desde a mais simples a mais sofisticada tarefa que se deseja desempenhar, sem dúvida, vai existir uma dependência das tecnologias da informação, computação e comunicação. E junto com a pesquisa, educação e infra-estrutura adequada, só assim se conseguirá aplicar essas tecnologias em setores de suma importância.

Por último, a transcrição que segue fortalece as idéias apresentadas:

Qualquer teoria corrente pode vir a ser modificada, ou até destruída, a qualquer momento. Na realidade, a ciência progride justamente porque toda hipótese pode ser confirmada ou rejeitada por outras. O modo condicional, isto é, o futuro do pretérito, tão usado na literatura científica, confirma essa verdade. (SFORZA, 2003, p.18-19).

7.1 Dificuldades encontradas

Nenhuma pesquisa é imune a obstáculos. No tocante a este trabalho, em diversos momentos se defrontou com vários. Ressalta-se, por exemplo, a dificuldade de discernir consciência e *self*, assim como em transferir o modelo eleito para artefatos inteligentes. Uma vez que o autor trabalha com linguagem natural, tornou-se difícil transpor seus conteúdos para uma linguagem formal.

7.2 Propostas para trabalhos futuros

Considerando a natureza da questão, propõe-se aprofundar esta proposta explorando as outras estruturas do proto-*self*.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. 2. ed. Tradução coordenada e revista por Alfredo Bosi. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1982.
- ALVES, J. B. M. **Controle de robô**. Campinas: Editora Cartgraf, 1988.
- A REALIDADE que só existe dentro de nós**. Disponível em:
<<http://www.estado.estadao.com.br/educacao/especial/ciencia/cerebro/cere01.html>>. Acesso em 6 jun. 2002.
- ASIMOV, Isaac. **O homem bicentenário**. 1. ed. Tradução de Milton Persson. Porto Alegre: L&PM Editores, 1997.
- BALLONE, G. J. **Neurofisiologia das emoções**. PsiquWeb Psiquiatria Geral. Disponível em: <<http://www.psiqweb.med.br/cursos/neurofisio.html>>. Acesso em 02 nov. 2005.
- BUENO, Francisco da Silveira. **Dicionário escolar da língua portuguesa**. 11. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura, FENAME, 1983.
- BERNE, Robert M. et al. **Fisiologia**. 5. ed. Tradução autorizada do idioma inglês da edição publicada por Mosby. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2004. Título original: Physiology.
- BURKE, Thomas J. **Vida e morte na terra**. Blumenau: Editora da FURB, 2002.
- BURNS, Edward McNall. **História da civilização ocidental: do homem das cavernas até a bomba atômica**. 2. ed. Tradução de Lourival Gomes Machado, Lourdes Santos Machado e Leonel Vallandro. Porto Alegre: Editora Globo, 1972. V. 1. Título original: Western Civilizations: their history and their culture.
- CALVIN, William H. **Como o cérebro pensa: a evolução da inteligência, ontem e hoje**. Trad. de Alexandre Tort. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 1998. Título original: How brains think: evolving intelligence, then and now.
- CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Editora Cultrix, 1982. Título original: The turning point.
- CARDOSO, Silvia Helena. Memória: o que é e como melhora-la. **Revista cérebro e mente**. Disponível em: <<http://www.epub.org.br/cm/n01/memo/memoria.htm>>. Acesso em 31 out. 2003.
- CHAUI, Marilena. **Convite à filosofia**. 9. edição, São Paulo: Editora Ática, 1997.

DAMÁSIO, António. A consciência do corpo. **Crítica**. Entrevista concedida a Desidério Murcho. Disponível em : <http://critica.no.sapo.pt/entr_damasio.html>. Acesso em: 2 fev. 1998.

DAMÁSIO, António. Os sentimentos confundem-se com o princípio da consciência.

Malha Atlântica. Entrevista concedida a André Barata . Disponível em:

<http://www.malhatlantica.pt/anto_damasio.htm>. Acesso em: 2 dez. 2003.

DAMÁSIO, António R. Como o cérebro cria a mente. **Scientific American Brasil**,

Segredos da mente, Edição Especial, no. 4, Abr. 2004.

DAMÁSIO, António. Inteligência é conhecer a si mesmo. **Veja**, São Paulo, ano. 34, n. 25, ed. 1706. 27 jun. 2001b. Entrevista concedida à Denise Ramiro.

DAMÁSIO, António R. **O erro de Descartes**. Emoção, razão e o cérebro humano.

Tradução de Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 2001a.

Título original: Descartes'error: emotion, reason and the human brain.

DAMÁSIO, António. **O mistério da consciência**: do corpo e das emoções ao

conhecimento de si. Trad. de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. Título original: The feeling of what happens: body and emotion in the making of consciousness.

DARWIN, Charles. **A expressão das emoções no homem e nos animais**. Tradução de Leon de Souza Lobo Garcia. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. Título original: The expression of the emotions in man and animals.

DARWIN, Charles. **Origem das espécies**. Tradução de Joaquim Dá Mesquita Paul. Porto : Lello & Irmão Editores, [196-].

DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Tradução de Geraldo H. M. Florsheim. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2001. Título original: The *selfish* gene.

DEL NERO, Henrique Schützer. Ciências cognitivas. **Especial para a folha**. Disponível em: <http://www.cemp.com.br/ci_cog.htm>. Acesso em: 29 jun. 2003.

DEL NERO, Henrique Schützer. **O sítio da mente**: pensamento, emoção e vontade no cérebro humano. São Paulo: Collegium Cognitio Ltda, 1997.

DENNET, Daniel C. **A perigosa idéia de Darwin**: a evolução e os significados da vida.

Tradução de Talita M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 1998. Título original: Darwin's dangerous Idea: evolution and the meaning of life.

DENNETT, Daniel C. **Consciousness explained**. USA: Little, Brown & Company, 1991.

DENNETT, Daniel C. **Tipos de mentes: rumo a uma compreensão da consciência.**

Tradução de Alexandre Tort. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 1997. Título original: Kinds of minds.

DIVULGADO [saiu de um coma de 19 anos o americano Terry Wallis]. **Veja**, São Paulo, n.1811, p. 80-81, jun. 2003.

2001: Uma Odisséia no espaço. Direção: Stanley Kubrick. Produção: Stanley Kubrick e Victor Lyndon. Intérprete: Keir Dullea Gary Lockwood e outros. Roteiro: Stanley Kubrick e Arthur C. Clarke. Música: Danúbio Azul. Local: Warner Home Vídeo – Brasil, 1968.

Nota: 1DVD. Título original: 2001: A Space Odyssey.

DYSON, F. J. **O sol, o genoma e a Internet.** São Paulo, Editora Schwarcz, 1999.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda e LUZ, José Baptista da. **Pequeno dicionário da língua portuguesa ilustrado**, 11. ed. Rio de Janeiro: GAMMA, [198-].

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário aurélio eletrônico século XXI.** Versão 3.0. Editora Nova Fronteira e Lexikon Informática, 1999.

FIALHO, Francisco. **Ciências da cognição.** 1. ed. Florianópolis: Editora Insular, 2001.

GARDNER, Howard. **A nova ciência da mente: uma história da revolução cognitiva.** 2. ed. Tradução de Cláudia Malbergier Caon. São Paulo: Edusp, 1996. Título original: The mind's new science: a history of cognitive revolution.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência emocional: a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente.** 36. ed. Tradução de Marcos Santarrita. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 1995. Título original: Emotional intelligence.

GROF, Stanislav. **Além do cérebro: nascimento, morte e transcendência em psicoterapia.** Tradução de Wanda de Oliveira Roselli. São Paulo: McGraw – Hill, 1987. Título original: Beyond the brain: birth, death and transcendence in psychoterapy.

HISTÓRIA DA ROBÓTICA. Disponível em:

<http://www.citi.pt/educacao_final/trab_final_inteligencia_artificial/isaac_asimov.html>.

Acesso em: 29 jan. 98.

HOUAISS, Antônio et al. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia. 1. ed. Rio de Janeiro, Editora Objetiva, 2001.

HOUZEL, Suzana Herculano-. **O cérebro nosso de cada dia: descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana.** 7. ed. Rio de Janeiro: Vieira & Lent Casa Editorial Ltda, 2002.

- HURST, W. Jeffrey and MORTIMER, James W. **Laboratory robotics: a guide to planning, programming, and applications.** United States of America, VCH Publishers, 1987.
- INFORMÁTICA – **Tecnologia para pós - humanos? Uma crítica.** Disponível em: <http://crpsp.org.br/a_acerv/jornal_crp/119/frames/fr_informatica.htm>. Acesso em: 01 abr. 2003.
- IZQUIERDO, Iván. Os labirintos da memória. **Revista ciência hoje.** V. 25, m. 148, p. 38-43, abr. 1999. Disponível em: <<http://www2uol.com.br/cienciahoje/chmais/pass/ch148/cerebro.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2004.
- LURIA, A. R. **Fundamentos de neuropsicologia.** Tradução de Juarez Aranha Ricardo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981. Título da obra na edição em inglês: The working brain: an introduction to neuropsychology.
- McCARTHY, John. **What is artificial – Basic questions.** Disponível em: <<http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/nodel1.html>>. Acesso em: 04 dez. 2001.
- MARQUES, Amadeu. **Basic English: graded exercises and texts.** 3. ed. São Paulo: Editora Ática S.A. , 1992.
- MARTINS, Agenor. **O que é robótica.** 1. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- MATURANA, Humberto. **Cognição, vida e ciência cotidiana.** Organização e tradução de Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- MERRIAM-WEBSTER on line.** Chicago: Encyclopaedia Britannica, 2003. Disponível em: <<http://www.merriam-webster.com/info/copyright.htm>>. Acesso em: 14 fev. 2004.
- MINSKY, Marvin. **A sociedade da mente.** Tradução de Wilma Ronald de Carvalho. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1989. Título original: The society of mind.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Modelos mentais.** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>>. Acesso em: 17 abr. 2004.
- NOVAIS, José. **O homem e a automação: emoção versus razão.** Lisboa: Escolar Editora, 2002.
- NICOLAU, Paulo Fernando M. **Psiquiatria Geral.** Disponível em: <<http://www.psiquiatriageral.com.br/cerebro/texto6.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2005.
- PACHECO E SILVA FILHO, Antonio Carlos. **Psicanálise e neurociências.** **Revista de psiquiatria clínica.** V. 30, no. 3. São Paulo, 2003. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S0101-60832003000300010&lng...>. Acesso em: 29 fev. 2004.

PAZOS, Fernando. **Automação de sistemas & robótica**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora, 2002.

PINKER, Steven. **Como a mente funciona**. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 1998. Título original: How the mind works.

PLATÃO. **A república: texto integral**. São Paulo: Martin Claret, 2002.

RICHARD, Jean-François. **As atividades mentais**: compreender, raciocinar, encontrar soluções. Florianópolis: Ed. da Ufsc, [199-].

ROSE, Steven. **O Cérebro Consciente**: A interpretação dos mecanismos do cérebro representa um dos últimos mistérios biológicos. Tradução de Raul Fiker. São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1984. Título original: The conscious brain.

ROUSSEL STUART J. and NORVIG, Peter. **Artificial intelligence**: a modern approach.. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

SABBATINI, Renato M. E. Imitação da vida: inteligência e robôs. **Revista cérebro e mente**. Disponível em : <<http://www.epub.org.br/cm/n09/historia/robots.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2003.

SABOIA, Napoleão. À procura do robô com bossa própria. **Jornal da tarde**, São Paulo, 25 nov. 2000. Matérias suplementos. Disponível em <<http://www.jt.estadao.com.br/suplementos/saba/2000/11/25/saba013.html>>. Acesso em 21 jan. 2003.

SANTOS, Renato. Transdisciplinaridade. Disponível em: <http://www.reniza.com/renato/artigos/transdis.htm>. Acesso em: 28 out.2005.

SEJA BEM-VINDO AO MUNDO DA ROBÓTICA. Histórico. Disponível em: <http://www.din.uem.br/ia/robotica/index.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2004.

SFORZA, Luigi Luca Cavalli. **Gene, povos e línguas**. Título original: Geni, popoli e lingue. Tradução de Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. Título original: Geni, popoli e lingue.

SKYTTNER, Lars. **General systems theory**: an introduction. Great Britain, Chippenham, Wiltshire, 1996.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **O que é inteligência artificial**. 1 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1990.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **O que é filosofia da mente**. 1 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.

VELMANS, Max. **Defining consciousness**. London: Goldsmiths. Disponível em: <<http://cogprints.soton.ac.uk/documents/disk0/00/00/03/95/cog00000395-00/Definingcon...>>. Acesso em: 18 jun. 2002.

WIENER, Norbert. **Cibernética e sociedade**: o uso humano de seres humanos. Tradução de José Paulo Paes. São Paulo: Editora Cultrix, 1968. Título original: The human use of human beings.

ZILSE, Renata. **Modelo mental**: conheça algumas definições. Disponível em: <<http://webinsider.uol.com.br/vernoticia.php/id/1591>>. Acesso em: 22 ago. 2005.

GLOSSÁRIO

Abstração: “Na linguagem corrente, as palavras “abstrato” e “abstração” possuem uma certa conotação pejorativa. Assim, dizemos de alguém que “ele se perde em abstração”, dá preferência às “idéias abstratas” e não se atém aos “fatos concretos”. Não temos o sentido paradoxal da expressão “fazer abstração de”, que significa “afastar, não se levar em conta”. Há a déia de separação (algo e isolado de seu conjunto), mas com o objetivo de não se ocupar dele. No sentido filosófico, quando algo é isolado por abstração, é para se fixar nele a atenção”. (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996).

Antropofornismo: No sentido filosófico, é a “visão de mundo ou doutrina filosófica que, buscando a compreensão da realidade circundante, atribui características e comportamentos típicos da condição humana às formas inanimadas da natureza ou aos seres vivos irracionais”. (HOUAISS, 2001).

Artefato: “S.m. a) produto de trabalho mecânico; objeto, dispositivo, artigo manufaturado; b) aparelho, engenho, mecanismo construído para um fim determinado [...]”. (HOUAISS, 2001).

Ciências cognitivas: “Ciência cognitiva é a alcunha genérica para um conjunto de esforços interdisciplinares visando a compreender a mente e sua relação com o cérebro humano”. DEL NERO, Henrique S. Ciências Cognitivas. **Especial para a folha**. Disponível em: <http://www.cemp.com.br/ci_cog.htm>. Acesso em: 29 jun. 2003.

Consciência:

Autor	Conceito de consciência
Ferreira, 1999.	“Atributo altamente desenvolvido na espécie humana e que se define por uma oposição básica: é o atributo pelo qual o homem toma em relação ao mundo (e, posteriormente, em relação aos chamados estados interiores, subjetivos) aquela distância em que se cria a possibilidade de níveis mais altos de integração [...]”.
Damásio ²² 2000, p. 390. Damásio, 2000, p. 169.	“[...] a consciência permite à mente desenvolver as propriedades que tanto admiramos, mas ela não é a substância dessas propriedades. Consciência não é consciência moral. Não é o mesmo que amor honra e misericórdia, generosidade e altruísmo, poesia e ciência, matemática e invenção técnica. A propósito, torpeza moral, angústia existencial e falta de criatividade também não são exemplos de estados de consciência ruins. A consciência da maioria dos criminosos não está comprometida. Sua consciência moral pode estar”. “Consciência é o termo abrangente para designar os fenômenos mentais que permitem o estranho processo que faz você o observador ou o conhecedor das coisas observadas, o proprietário dos pensamentos formados de sua perspectiva, o agente em potencial”.
Para a filosofia, (ABBAGNANO, 1982).	“É uma relação da alma consigo mesma, de uma relação intrínseca ao homem, “interior” ou “espiritual”, pela qual ele pode <i>conhecer-se</i> de modo imediato e privilegiado e por isso <i>julgar-se</i> de forma segura e infalível”.
Para alguns teóricos (Velmans, 2002)	“Consciência é sinônimo de mente”. “Consciência é sinônimo de consciência de si”;
Dennett e Searle (apud VELMANS, 2002).	“A consciência nada mais é que um estado ou função do cérebro”.
Velmans (2002).	“[...] os seus conteúdos incluem tudo aquilo que faz de nós conscientes de, e a própria experiência. Estes abrangem não apenas experiências que comumente se associa conosco, tais como: pensamentos, sentimentos, imagens, sonhos, experiências corporais, mas também o mundo tri-dimensional experimentado (o mundo fenomenal).
Algumas expressões como:	Estado de alerta, de vigília e de ativação, muitas vezes são usadas como sinônimo de consciência.

Quadro 3. Classificação da consciência.

²² É com base neste conceito que se conduz este trabalho.

Emoção e Sentimento: “Denota percepções relacionadas ao corpo – sentimento de mal-estar ou de bem-estar, sentimentos de dor, o sentimento de algo tocado – e não uma avaliação do que é visto ou ouvido. [...] – sentimento e emoção estão fortemente relacionados ao corpo [...]”. (DAMÁSIO, 2000, p. 429).

Inteligência artificial: “É a ciência e a engenharia aplicadas à elaboração de máquinas inteligentes, em especial programas de computador inteligentes. Ela é relacionada ao trabalho semelhante de utilizar computadores para compreender a inteligência humana, mas a inteligência artificial não precisa se restringir a métodos biologicamente observáveis”. (McCARTHY, 2001).

Mente: “[...] abrange operações conscientes e inconscientes. Refere-se a um processo, e não a uma coisa. O que conhecemos como mente, com a ajuda da consciência, é um fluxo contínuo de padrões mentais, e muitos deles se revelam logicamente inter-relacionados”. (DAMÁSIO, 2000, p. 426-427).

Modelo mental: “Um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado”. (MOREIRA, 2004).

Objeto: “Num sentido amplo e abstrato, corresponde: uma pessoa, um lugar, um instrumento, dor, emoção”. (DAMÁSIO, 2000, p. 409).

Organismo: “Organismo em questão é aquele dentro do qual a consciência ocorre”. (DAMÁSIO, 2000, p. 38). É representado no interior do cérebro e é supervisionado pelo próprio *self*.

Padrão mental: “Corresponde a imagens. Imagens, são padrões mentais em qualquer modalidade sensorial, e não apenas na visual. Existem imagens sonoras, imagens táteis, etc. (DAMÁSIO, 2000, p. 427).

Proto-self: É um estado do organismo. “É um conjunto coerente de padrões neurais que mapeiam, a cada momento, o estado da estrutura física do organismo nas suas numerosas dimensões”. (DAMÁSIO, 2000, p. 201).

Robô: Ainda não se tem uma definição que possa ser adotada mundialmente. Neste trabalho utilizou-se aquela que é oficializada pela Associação da Indústria de Robótica (antigo RIA): “um robô é um manipulador programável, multifuncional projetado para mover materiais, peças, instrumentos, ou dispositivos específicos através de vários movimentos programados para desempenhar uma variedade de tarefas”. Contudo, esse conceito é válido para os robôs da segunda geração. (ROUSSEL; NORVIG, 1995. p. 773) e (ALVES, J. B. M., 1988).

Robô inteligente: “É uma máquina automática destinada à manipulação de objetos (ferramentas, peças, etc.) e dotada de: a) capacidade de aprendizagem de um comportamento típico; b) faculdade de aprender o seu ambiente (percepção); c) faculdade de análise da informação assim obtida; d) capacidade de modificar seu comportamento típico”. (MARTINS, 1993, p. 61).

Robótica: “Robótica é a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou mesmo nenhuma intervenção humana”. (MARTINS, 1993, p. 10).

Self: Noção de indivíduo único. Nos pressupostos teóricos de Damásio (2000, p. 120), “[...] podemos imaginar o sentido do *self* como uma parte adicional que informa a mente, de um modo não verbal, sobre a própria existência do organismo individual no qual essa mente está atuando e sobre o fato de que o organismo está empenhado em interagir com objetos específicos dentro de si mesmo ou em seu ambiente”.

Transdisciplinaridade: “É complementar da aproximação disciplinar, ela faz emergir da confrontação das disciplinas novos dados que as articulam entre si e que nos dão uma nova visão da natureza e da realidade. A transdisciplinaridade não procura a dominação de várias disciplinas, mas a abertura de todas as disciplinas ao que as atravessa e as ultrapassa”. (SANTOS, 2005).