

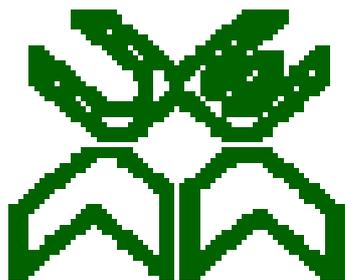
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E INFORMÁTICA

***A Relevância da Inteligência Artificial na Actualidade: Uma Proposta para a Definição do seu
Estatuto Científico na Computação.***

Luís Roberto da Silva Olumene

Maputo

2014



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E INFORMÁTICA

A Relevância da Inteligência Artificial na Actualidade: *Uma Proposta para a Definição do seu Estatuto Científico na Computação.*

Maputo
2014

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho é fruto da minha investigação e não foi submetido para um grau, que não seja o indicado: *Mestrado em Informática – Ramo de Sistemas de Informação nas Organizações* - na Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo

O Autor

(Luís Roberto da Silva Olumene)

DEDICATÓRIA

Na infância, quando lia a escritura de *Platão, Aristóteles, Sócrates, Descartes, Jean Piaget, Nicolau Maquiavel, Montesquieu, William Shakespeare, Kurt Lewin, Mao Tsé-Tung, Sigmund Freud, Carl Gustav Jung, Claud Lévi-Strauss* fazia-o, apenas, com o propósito de satisfazer o gosto pela leitura. Vinte e três anos depois volto a ler as mesmas escrituras mas, com outro propósito: Escrever *a segunda Dissertação de Mestrado em Inteligência Artificial*. Estes cientistas inspiraram-me ao longo destes anos e continuarão a ser a luz que levarei sempre comigo, para iluminar a minha caminhada nos desafios que a ciência coloca na área de Inteligência Artificial:

Amicitias tibi iunge pares

Ovídio

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, acima de tudo, pela minha existência porque nada nos é possível se não for de sua vontade.

À *Professora Doutora Esselina Macome*, da Universidade Eduardo Mondlane, por ter assumido a orientação principal deste trabalho, também supervisora principal da primeira Dissertação, pelo estímulo, colaboração, apoio que me proporcionou, e pela disponibilidade, que sempre mostrou na análise das ideias aqui colocadas bem como na apresentação de alternativas ou soluções. A sua ponderação e saber ajudaram-me muito a encontrar os caminhos adequados, para a concretização deste trabalho.

Ao Professor Lazaro Rodrigues e a *Professora Libia Isel Garcia Aguila*, de Cuba, pela ajuda na formação inicial, também essencial para o meu amadurecimento académico e desenvolvimento posterior deste trabalho, principalmente, no relatório de pós-graduação, incentivando-me a seguir este caminho, nas discussões iniciais e semanais que contribuíram de diversas formas, para o resultado final do trabalho e pelo canal aberto de discussão com alguns docentes, da IA, em Cuba.

Ao *Professor Doutor Luis Correia da Universidade de Lisboa*, co-supervisor da primeira Dissertação, pelo apoio sempre prestado. Ao *Professor Doutor Hélder Manuel Ferreira Coelho*, da Universidade de Lisboa, pelas discussões, recomendações e disponibilização de literatura, na definição do problema da pesquisa, que muito me iluminaram na fase inicial da escrita do trabalho.

Ao *Professor Doutor Kevin Warwick*, da Universidade Inglesa de Reading pela simplicidade e disponibilização, com autorização da Universidade de Reading, de alguns *papers*, na área de Robótica e Biónica que forneceram “*insights*” à pesquisa.

A IEEE-CS pela disponibilização, personalizada, do Draft em elaboração do SWEBOK 2010.

A Associação de Psicologia de Moçambique, por ter aceite a minha participação, na qualidade de Engenheiro, em alguns seminários. A *psicóloga dr^a Raquel*, pela paciência na explicação de alguns conceitos psicológicos, relevantes à dissertação.

Ao *Departamento de Matemática e Informática da UEM*, pelas condições proporcionadas para a realização deste trabalho. Em particular aos Professores, Doutor Emílio Mosse, dr^o

Cumbana, Doutora Gertrudes, pelos seus incentivos e apoios, e ao drº Teotónio Fumo pelo chamamento a esta nova caminhada.

A minha família por compreender, ou simplesmente aceitar, a minha ausência, em tantas ocasiões nobres de convivência familiar e social.

Para terminar, nada seria possível sem o acompanhamento, incentivo e compreensão, da *minha namorada*, pela indisponibilidade da minha pessoa, quase constante ao longo da escrita desta dissertação. Um obrigado muito especial.

RESUME

A Inteligência Artificial (IA) é uma curso multidisciplinar que se propõe a construir animais artificiais em máquinas reais sendo, por esta via, apontada, na literatura, como a área do conhecimento que vai revolucionar a condição humana nos próximos anos. Esta tem enormes desenvolvimentos e aplicações na indústria e comércio, todavia arrasta consigo várias ambiguidades que dificultam a definição do seu “*Estatuto Científico*”, na computação, desde a data da sua criação em 1956.

O presente trabalho tem como objectivo contribuir para a definição do “*Estatuto Científico*” da IA e, como consequência, a sua autonomia na Computação. Para o efeito, desenvolvemos um “*discurso do método*” sobre a IA que culminou com a construção do Modelo de Ciclo de vida da IA. Este modelo formou a base para toda a prática da dissertação.

São contribuições específicas, propostas na dissertação, para o estatuto científico da computação da ACM/IEEE : *Uma definição para o Curso da IA, Definição do espaço problema da IA na computação, Corpo do Conhecimento da IA (AIBOK), Mapa de pesos comparativos da Computação para a IA e Guia de Plano temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA.*

Como suporte experimental, apresentamos dois casos de estudo de Desenho do modelo de guia currículo ideal, da IA, tendo como base os currículos da ACM/IEEE e, por fim, discutimos os resultados obtidos, na pesquisa, face ao que nos propusemos fazer no início da pesquisa.

Palavras-chaves: Inteligência Artificial; Computação; Ciências Computacionais; Currículos da Computação; Filosofia; Ciências Humanas, Sociais e da Vida.

ABSTRACT

The Artificial Intelligence (AI) is a multidisciplinary subject that aims to build artificial animals on real machines and, in this way, pointed in the literature as a field of knowledge that will revolutionize the human condition in the coming years. This has enormous developments and applications in industry and commerce. However, drags several ambiguities that complicate the definition of its “*Scientific Status*” in computing that date of its creation in 1956.

The present work aims to contribute to the definition of the “*Scientific Status*” of AI and, consequently, the autonomy of this in Computing. For this purpose, we developed a “speech of the method” on the IA that culminated with the construction of Lifecycle Model for IA. This model formed the basis for the whole practice of the dissertation.

These are the specific contributions, proposed in the dissertation, for the ACM/IEEE Scientific Status of AI: One definition for AI, the definition of AI space problem in computing, the Building of a Body of Knowledge for AI (AIBOK), Map of comparative weights of Computing for AI and Guide of Thematic Plan of the "non computing" Disciplines for AI course.

As an experimental support, we present two case study of designing the ideal curriculum guide model, for AI, based on the curricula of the ACM / IEEE, and finally, we discuss the results obtained in the survey, compared to what we proposed to do at the beginning of the research.

Keywords: Artificial Intelligence; computation; Computer Science; Computer Curriculum; philosophy; Humanities, Social and Life Sciences.

INDICE

10

<u>DECLARAÇÃO DE HONRA.....</u>	<u>3</u>
<u>DEDICATÓRIA.....</u>	<u>3</u>
<u>AGRADECIMENTOS.....</u>	<u>4</u>
<u>RESUME.....</u>	<u>5</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>5</u>
<u>LISTA DE ABREVIATURAS.....</u>	<u>6</u>
<u>LISTA DE FIGURAS.....</u>	<u>7</u>
<u>GLOSSÁRIO.....</u>	<u>8</u>
<u>CAPITULO.1 Introdução.....</u>	<u>10</u>
<u>1.1 Contextualização.....</u>	<u>10</u>
<u>1.2 Situação Problemática.....</u>	<u>11</u>
<u>1.3 Problema Científico.....</u>	<u>11</u>
<u>1.4 Objectivos.....</u>	<u>12</u>
<u>1.5 Perguntas de investigação.....</u>	<u>12</u>
<u>1.6 Hipótese de investigação.....</u>	<u>12</u>
<u>1.7 Metodologia de Trabalho.....</u>	<u>12</u>
<u>1.8 Organização do Trabalho.....</u>	<u>12</u>
<u>1.9 Convenções de Escrita.....</u>	<u>13</u>
<u>CAPITULO.2 O Problema Filosófico da Inteligência Artificial (IA).....</u>	<u>13</u>
<u>2.1 Introdução</u>	<u>14</u>
<u>2.2 O que é a Inteligência Artificial (IA).....</u>	<u>14</u>
<u> 2.2.1 Breve Histórico da IA.....</u>	<u>15</u>
<u> 2.2.2 Inteligência Artificial.....</u>	<u>16</u>
<u>2.3 Algumas disputas pela Inteligência Artificial.....</u>	<u>18</u>
<u> 2.3.1 Discussão do lado da Computação.....</u>	<u>18</u>
<u> 2.3.2 Discussão do lado da Filosofia.....</u>	<u>20</u>
<u> 2.3.3 Discussão do lado das Ciências da Vida.....</u>	<u>20</u>
<u> 2.3.4 Discussão do lado das Ciências Humanas e Sociais</u>	<u>20</u>
<u>2.4 Alguns Problemas da Inteligência Artificial.....</u>	<u>22</u>
<u>2.5 Reflexões Socioculturais em torno da Inteligência Artificial</u>	<u>23</u>
<u>2.6 Considerações Finais.....</u>	<u>23</u>
<u>CAPÍTULO.3 Modelo de Ciclo de Vida da Inteligência Artificial.....</u>	<u>24</u>
<u>3.1 Introdução.....</u>	<u>24</u>
<u>3.2 Objecto de Estudo da IA.....</u>	<u>25</u>
<u>3.3 O Método da IA.....</u>	<u>25</u>
<u> 3.3.1 Modelo de Ciclo de Vida da Inteligência Artificial (MCVIA).....</u>	<u>25</u>

3.3.2 Uma Definição para IA.....	26
3.4 Nova Disposição dos Cursos na Computação.....	26
3.4.1 Histórico da Autonomia dos cursos da Computação.....	26
3.4.2 IA como Curso Autónomo na Computação.....	28
3.5 Considerações Finais.....	29
CAPÍTULO.4 Caso de Estudo: O Modelo Curricular da IA.....	29
4.1 Introdução.....	30
4.2 Amostra do Levantamento de Dados.....	30
4.3 Disciplinas da IA na Computação.....	32
4.4 O Caso Ideal do Futuro Modelo Curricular da IA na Computação.....	36
4.4.1 O Espaço Problema da IA na Computação.....	37
4.4.2 Mapeamento das disciplinas da IA por semestre.....	37
4.4.3 Mapa de Pesos Comparativos de Tópicos da Computação por Curso	38
4.4.4 Guia do Plano Temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA.....	54
4.5 O Caso da Disciplina da IA no DMI em Moçambique.....	54
4.5.1 Guia do Plano temático da Disciplina da IA no DMI Adaptado.....	55
4.6 Considerações Finais.....	55
CAPITULO.5 Discussão de Resultados da Pesquisa.....	56
5.1 Introdução.....	57
5.2 Discussão do Corpo do Conhecimento da IA na Computação.....	57
5.2.1 Discussão do Objecto e Método da IA.....	57
5.2.2 Discussão da Definição da IA.....	57
5.2.3 Discussão da Nova Disposição para os Cursos da IA na computação.....	57
5.2.4 Discussão do Espaço Problema e Mapa de Pesos por Tópicos da IA	58
5.2.5 Discussão do Guia de Plano temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA.....	58
5.3 Discussão do Caso da Disciplina da IA do DMI.....	58
5.4 Considerações Finais.....	58
Conclusões.....	58
Contribuições.....	59
Limitações.....	60
Recomendações.....	60
Bibliografia Referenciada	60
Anexo.....	66

<u>Anexo.A – Espaço Problema dos Cursos da Computação.....</u>	<u>66</u>
<u>Anexo.B - Mapa de Pesos Comparativos de Tópicos da Computação por Disciplina.....</u>	<u>69</u>
<u>Anexo.C - Plano Temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA.....</u>	<u>70</u>
<u>Anexo.D - Disciplina de Inteligência Artificial do DMI.....</u>	<u>73</u>

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANCD** – Ambiente, Necessidade, Comportamento, Desempenho
- AAAI** - Association for the Advancement of Artificial Intelligence
- AIBOK** – Corpo de Conhecimento da Inteligência Artificial
- ACM** – Associação de máquinas computacionais
- AIS** – Associação de Sistemas de Informação
- CS** - Ciências Computacionais
- DNA** – Acido desoxirribonucléico
- DMI** – Departamento de Matemática e Informática da Universidade Eduardo Mondlane.
- ES** – Engenharia de Software
- EC** – Engenharia de Computadores
- EE** – Engenharia Eléctrica
- IA** – Inteligência Artificial
- IAD** – Inteligência Artificial Distribuída
- IoT** – Internet of Everything
- ITU-T** – União Internacional das Telecomunicações e Telegrafia
- IEEE** – Instituto dos Engenheiros Eléctricos e Electrónicos
- INCOSE** – Conselho Internacional de Engenharia de Sistemas
- ICSE** – Conselho Internacional de Engenharia de Software
- GOFAI** – Moda velha da boa Inteligência Artificial
- Max** – Máximo
- Min** – Mínimo
- MIT** – Instituto de Tecnologia de Massachusetts
- M2M** – (Comunicação) Máquina a Máquina
- P.ex** – Por exemplo
- p.** - Página

RAISE - Realizing Artificial Intelligence Synergies in software Engineering
RFID – Radio frequency identification
SWEBOK – Corpo de conhecimento da Engenharia de Software
SI – Sistemas de Informação
TI – Tecnologias de Informação
TIC's – Tecnologias de Informação e Comunicação.
USN – Redes de Sensores Ubíquos
UEM – Universidade Eduardo Mondlane
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, ciência e Cultura.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

GLOSSÁRIO

Ácido desoxirribonucleico – é um composto cujas moléculas contêm as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos e que transmitem as características hereditárias de cada ser vivo.

Arquitetura de Von Neumann - arquitetura de computador que se caracteriza pela possibilidade de uma máquina digital armazenar seus programas no mesmo espaço de memória que os dados, podendo assim manipular tais programas.

Autómatos celulares - modelos para estudar processos de crescimento e auto-reprodução. É um modelo discreto estudado na teoria da computabilidade, matemática, e biologia teórica. Consiste de uma grelha infinita e regular de *células*, cada uma podendo estar em um número

finito de *estados*, que variam de acordo com regras determinísticas. A grelha pode ser em qualquer número finito de dimensões.

Ambient Intelligence - é um cenário em que as pessoas são cercadas pela inteligência, interfaces intuitivos que são embutidos em todo tipo de objectos. O ambiente inteligente é capaz de reconhecer e responder a presença de diferentes individualidades enquanto trabalham de uma forma perfeitamente discreta.

Business Intelligence – referimos ao processo de colecta, organização, análise, compartilhamento e monitoramento de informações que oferecem suporte a gestão de negócios.

Big Data - Hoje em dia, os dados são medidos na ordem de petabytes (10^{15}) e com taxas de crescimento de dados superior a 25% a cada ano. Por sua vez, uma percentagem significativa destes dados é não estruturada. Este é um termo abrangente para qualquer colecção de conjuntos de dados tão grande e complexa que se torna difícil para processar usar aplicações de processamento de dados tradicionais.

Córtex Cerebral - corresponde à camada mais externa do cérebro dos vertebrados, sendo rico em neurónios e o local do processamento neuronal mais sofisticado e distinto.

Corpo do Conhecimento – é o conjunto completo de conceitos/termos (como por exemplo, mas não se limitando: Método; Técnicas; Objecto de estudo, Objectivos de Estudo, Metas a alcançar, Ferramentas, Disciplinas) e actividades que compõem um domínio profissional, conforme definido pela sociedade ou associação profissional específica. Normalmente constitui a base para o currículo da maioria dos programas profissionais ou de graduação, por exemplo, mas não se limitando, o SWEBOK (corpo de conhecimento da engenharia de software) da ACM/IEEE.

Consciência – Pode ter três sentidos: biológico, psicológico e moral. Em sentido psicológico é a visão do que se passa no interior do espírito, que vai atestando, de momento a momento, todos os nossos estados do espírito ou as nossas vivências com maior ou menor clareza.

Ciências Materiais - estudo das propriedades dos materiais e a relação entre a sua estrutura em escalas atómicas ou moleculares com suas características macroscópicas, incorporando elementos da física e da química como as formas de caracterização e processamento.

Computação Quântica - é a ciência que estuda as aplicações das teorias e propriedades da mecânica quântica na Ciência da Computação. Na computação quântica a unidade de informação básica é o Bit quântico ou q-bit. O fato da computação quântica ser tão poderosa está no fato de que além de assumir '0' ou '1' como na computação clássica, ela pode assumir ambos os estados '0' e '1' ao mesmo tempo.

Ciência Cognitiva – ocupa-se do estudo interdisciplinar da cognição --- comportamento, mente e cérebro --- combinando conceitos, métodos e ideias de várias áreas da Psicologia, Neurociência, Biologia evolutiva, Linguística, Filosofia, Antropologia e outras ciências sociais, e através da aplicação de métodos da Ciência da Computação, Matemática e Física.

Discurso de método - é um conjunto de reflexões do filósofo René Descartes para bem conduzir a razão na busca da verdade dentro da ciência

Emoção – perturbação psico-orgânica que irrompe, quando surgem certas situações cuja emergência, brusca e inesperada, altera o mundo habitual e o curso normal da vida.

Epistemologia - chamada teoria/filosofia do conhecimento, é o ramo da filosofia que trata da natureza, das origens e da validade do conhecimento.

Ecologia - é a ciência que estuda as interações entre os organismos e seu ambiente, ou seja, é o estudo científico da distribuição e abundância dos seres vivos e das interações que determinam a sua distribuição

Engenharia Reserva – é o processo de descobrir os princípios tecnológicos e o funcionamento de um dispositivo, objecto ou sistema, através da análise de sua estrutura, função e operação. Objectivamente a engenharia reversa consiste em, por exemplo, desmontar uma máquina para descobrir como ela funciona.

Etnologia - ciência que estuda os fatos e documentos levantados pela etnologia no âmbito da antropologia cultural e social, buscando uma apreciação analítica e comparativa das culturas

Engenharia Genética - processo de manipulação dos genes num organismo, geralmente fora do processo normal reprodutivo deste.

Estatuto científico – Referimos a possibilidade de uma determinada área do conhecimento, já estabilizada, isto é, com um determinado corpo de conhecimento sólido ser distinta dos seus pares. Isto é, neste contexto, a possibilidade da Inteligência Artificial ser considerada, na computação, como um curso científico independente a semelhança dos restantes cursos da computação (Engenharia de Software, Sistemas de Informação, Ciências Computacionais, Engenharia de Computadores e Tecnologia de Informação).

Intencionalidade - A intencionalidade distingue a propriedade do fenómeno mental: ser necessariamente dirigido para um objecto, seja real ou imaginário.

Livre-arbítrio – é a capacidade de escolha pela vontade humana entre o bem e o mal, entre o certo e o errado, conscientemente conhecidos.

Lógica Formal – Estuda as leis que devem obedecer as operações da inteligência (concepção, juízo e raciocínio) para serem válidas e poderem atingir a verdade.

Morfologia – Parte da gramática que trata do estudo da estrutura da formação das palavras e das classes gramaticais.

Mecanicismo - teoria filosófica determinista segundo a qual todos os fenómenos se explicam pela causalidade mecânica ou em analogia à causalidade mecânica.

Metadados - são dados sobre outros dados. Um item de um metadado pode dizer do que se trata aquele dado, geralmente uma informação inteligível por um computador. Os metadados facilitam o entendimento dos relacionamentos e a utilidade das informações dos dados.

Método Histórico – Compreende duas operações a saber: [análise](#) e [síntese](#). A Análise a ser usada na Dissertação compreende, por sua vez, a **Heurística** (operação pela qual se procede a recolha das fontes de informação necessárias à análise histórica). **Crítica** (onde se avalia a validade ou não das versões contraditórias). **Hermenêutica** - operação pela qual se procede a interpretação dos documentos em termos de se saber em que medida as informações fornecidas por estes responde a questões inicialmente levantadas).

Método Dialéctico – Para alguns, ela consiste em um modo esquemático de explicação da realidade que se baseia em oposições e em choques entre situações diversas ou opostas.

Morfogéneses – é um processo de criação de ecossistemas que inclui os seres vivos e o ambiente, com as suas características físico-químicas e as inter-relações mútuas.

Neurónio - é a célula do sistema nervoso responsável pela condução do impulso nervoso. O neurónio pode ser considerado a unidade básica da estrutura do cérebro e do sistema nervoso.

Ontologia - é um modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre estes. Uma ontologia é utilizada para realizar inferência sobre os objectos do [domínio](#).

Pragmática – enquanto a semântica e a sintaxe constituem a construção teórica. A pragmática, portanto, estuda os significados linguísticos determinados não exclusivamente pela semântica proposicional ou frásica, mas aqueles que se deduzem a partir de um contexto extralinguístico: discursivo, situacional,

Potenciais de Acção - são utilizados mais intensamente pelo sistema nervoso, para comunicação entre neurónios e para transmitir informação dos neurónios para outro tecido do organismo.

Programação genética – é uma técnica automática de programação que propícia a evolução de programas de computadores que resolvem (ou aproximadamente resolvem) problemas. Na programação genética, os indivíduos da população não são sequências de bits,

mas sim programas de computador armazenados na forma de árvores sintáticas. Tais programas é que são os candidatos à solução do problema proposto.

Reconhecimento de Padrões – é uma área da ciência cujo objectivo é a classificação de objectos dentro de um número de categorias ou classes. Esses objectos de estudo variam de acordo com cada aplicação, podem ser imagens, sinais em forma de ondas (como voz, luz, rádio) ou qualquer tipo de medida que necessite ser classificada.

Sintaxe - é a parte da gramática que estuda a disposição das palavras na frase e das frases no discurso, incluindo a sua relação lógica, entre as múltiplas combinações possíveis para transmitir um significado completo e compreensível

Semântica - Incide sobre a relação entre significantes, tais como palavras, frases, sinais e símbolos, e o que eles representam, a sua denotação.

CAPITULO.1 Introdução

1.1 Contextualização

Este trabalho é uma continuidade da primeira dissertação de Mestrado em Engenharia de Software submetida à UEM em 2010. Nesta segunda dissertação, vamos nos concentrar aos aspectos problemáticos, de base, da Inteligência Artificial (IA) e, posteriormente, evoluir para o lado metodológico e curricular. Alguns resultados preliminares desta pesquisa foram compartilhados com estudantes de Mestrado da 3ª (2013) e 4ª (2014) edição, em forma de Aulas (seminários e workshops) a convite da UEM (DMI).

Nesta direcção, Marakas et. al. (2007) e Pareek (2007) ao abordarem as tendências em Sistemas de Informação nas Organizações, desde os anos 60, destacam como terceiro momento, na década 80, avanços no desenvolvimento e na aplicação de técnicas de Inteligência Artificial (IA) nos sistemas de informação empresariais. Pesquisadores da Inteligência Artificial começaram a trabalhar em sistemas especialistas de negócio e de gestão no início da década 80 (Pareek 2007).

O resultado da Interação IA *Versus* Organização tem resultado em alguns conceitos actualmente citados na literatura, como por exemplo: *Business Intelligence*, *Big Data*, *Ambient Intelligence*, *Internet of EveryThings*, *Machine to Machine* entre outros. Ramos et. al. (2008), por exemplo, afirmam que “*Ambient Intelligence*” é o próximo passo para a inteligência Artificial ou, o novo paradigma interdisciplinar da computação (Aarts e Ruyter 2009; Chong e Mastrogiovanni 2011; Sadri 2011). É neste ângulo, que o pesquisador do MIT, Rodney Brooks, chama a este movimento de “*efeito Inteligência Artificial*”.

Sendo assim, podemos dividir os Sistemas de Informação, nas organizações, em dois grandes grupos (Marakas et. al. 2007; Laudon e Laudon 2007): Sistemas de Apoio as Operações (OSS) e Sistemas de Apoio a Gestão (BSS). Nesta dissertação interessa-nos os Sistemas de Apoio a Gestão do qual fazem parte os Sistemas de Apoio a tomada de Decisão (DSS), que incluem a Inteligência Artificial nosso objecto de estudo. Reynolds e Stair (2010) enquadram, igualmente, a Inteligência Artificial nos Sistemas de Informação de Gestão de Conhecimento.

Um primeiro aspecto a destacar é o facto da Inteligência Artificial aparecer no currículo da computação, na área de conhecimento designada de Sistemas Inteligentes (ACM e IEEE-CS 2001, 2006, 2004, 2008, 2012, 2013a, 2013b; ACM e AIS 2010). Por outro lado, no currículo da Unesco designa a Inteligência Artificial exactamente por Inteligência Artificial (Unesco 1984; 1994; 2004). Não obstante, usaremos, nesta dissertação, o nome Inteligência Artificial. Desta forma, o campo da IA vai buscar conceitos tanto da psicologia cognitiva como das ciências computacionais para desenvolver sistemas artificiais que apresentam, ou simulam, certas características da inteligência humana (Gleitman et.al 1999 citado por Olumene 2010).

Podemos encontrar na literatura a classificação da IA em termos de: IA Forte, IA Fraca; *Friendly Artificial Intelligence* ou ainda segundo Costa e Simões (2004; 2008) a Metáfora Computacional (Simbólica), Metáfora Conexionista e, Metáfora Biológica. Não obstante, não faremos referência a essas abordagens, vamos apenas considerar a IA clássica (GOFAI) e sua

evolução para a IA Distribuída (IAD). A seguir vamos dissertar sobre a problemática da pesquisa.

1.2 Situação Problemática

Aproximamo-nos, a passos largos a uma nova situação problemática na ciência ao qual Kurzweil (2005) designou: “*A Singularidade*”. A Singularidade segundo Kurzweil (2005) é um período futuro durante o qual o ritmo das mudanças tecnológicas serão tão rápidas, seu impacto bastante profundo e que a vida humana será irreversivelmente transformada sendo que neste período, acontecerá o culminar da fusão entre o pensamento biológico e a tecnologia existente, não havendo distinção entre humanos e máquinas ou entre a realidade virtual ou física.

Vale começar por questionar se não será esta a verdadeira inteligência Artificial pois, a ser verdade “*A Singularidade*”, significa que os humanos já terão um completo e claro entendimento da inteligência humana porque tudo, a posterior, será consequência ou aplicação deste entendimento. Esta é, a nosso ver, uma situação com profundas mudanças e impactos na maneira de fazer ou abordar os conceitos na Computação.

Todavia, esta nova situação vai forçar os cientistas a investigarem em detalhe e profundidade alguns aspectos impensáveis, mudando o ambiente e instrumentos de trabalho e desta forma obrigando a uma nova reeducação e aprendizagem de modo a tornarem-se familiares (Kuhn 1996). É nesta vertente que Pressman (2010 p.811) afirma: “*(...) tudo isso, não importa como vai evoluir, mas vai exigir software e sistemas (...) possivelmente, em formas que ainda não podemos compreender*”.

Desta feita, a Inteligência Artificial (IA) é vista como uma subclasse (ou subárea) das Ciências computacionais ou ainda como um ramo separado das ciências computacionais. De forma idêntica, Poole e Mackworth (2010 p.10), afirmam que “*também é surpreendente o quanto de ciência da computação começou como um subproduto da IA*”. No entanto, segundo a Unesco (1984), a questão de se a IA pode ou não ser uma parte das ciências computacionais é uma questão em aberto.

Há aqui, a nosso ver, um contraditório científico nesta situação. Entendemos que, neste contexto, uma classificação ou definição científica não pode “*ser*” e “*não ser*” ao mesmo tempo e sobre o mesmo aspecto segundo o princípio da não contradição. O “*ser*” ou “*não*

ser”, em ciência, define ou condiciona todo um conjunto de aspectos científicos, em cadeia, bem como a evolução do sujeito em questão.

Por outro lado, mesmo se considerarmos a situação problemática da Inteligência Artificial ser uma subárea das Ciências Computacionais ou o contrário o seu relacionamento com outros cursos da Computação é quase inexistente. Vejamos, a título de exemplo com a Engenharia de Software, a onda de Workshops RAISE promovidos pela ACM/IEEE em 2013 designadas “ *International Workshop on Realizing Artificial Intelligence (AI) Synergies in software Engineering (SE) workshop*”:

“ (...) *A Engenharia de Software (ES) tem muito a oferecer a Inteligência Artificial (IA) e a Inteligência Artificial, também, tem muito a oferecer a ES, mas na prática esta união teórica raramente acontece. Será que os cientistas de ES e IA ignoram informações importantes de ambos os ramos? (...)* “ (ICSE 2012).

Portanto, a Inteligência Artificial arrasta consigo um conjunto de situações problemáticas, indefinições e ambiguidades que acabam prejudicando, no nosso entender, a própria disciplina de Inteligência Artificial. Estas ambiguidades abrem espaço para debates acalorados, disputas e rivalidades em torno da IA, como veremos adiante na dissertação.

Por conseguinte, Russel e Norvig (2010) indagam se a IA está indo na direcção certa afirmando que apesar do sucesso da IA os pioneiros e membros fundadores da IA, John McCarthy e Marvin Minsky expressaram seu descontentamento pelos progressos da IA. Estes membros fundadores recomendam o retorno da IA as origens nas abordagens de Herbert Simon, também, pioneiro e membro fundador da IA, isto é: *Uma máquina que pensa, aprende e cria*.

Na mesma direcção, e de forma particular, Marvin (citado por Kruglinski 2007) afirmou o seguinte: “*Acho que há uma doença que se espalhou através da minha profissão. Cada pesquisador acha que existe um caminho mágico para obter máquinas Inteligentes e então eles perdem seu tempo sem sentido. Por outro lado, cada um deles está aperfeiçoando algum método particular, então talvez algum dia, no futuro, ou talvez daqui a duas gerações, alguém vai chegar e dizer «vamos pôr tudo Isto junto» e talvez a máquina será inteligente*”.

Uma das situações problemáticas que a IA trás ao debate científico e que motivam esta pesquisa é exactamente esta de como colocar tudo isto junto de modo a tornar a máquina

inteligente e quais as abordagens metodológicas para que tal aconteça. Outrossim, neste contexto Hawkins (citado por Gazzaniga 2008 p.363) afirma que *“ninguém ainda colocou tudo isto junto que chegue a uma teoria para explicar como os seres humanos pensam”*.

Portanto, a *“Singularidade”*; o *“ser ou não ser”* da IA; o *“tudo isto junto”* em relação a IA e os *“workshops RAISE”* da IA são as grandes situações problemáticas fortemente relacionadas que iremos apresentar e propor soluções nesta dissertação. A seguir apresentamos o problema científico da pesquisa.

1.3 Problema Científico

O Homem é o sistema mais complexo da humanidade e, neste contexto, a Inteligência Artificial é, provavelmente, um dos projectos mais difíceis da história pois, para além de procurar responder a velhos mistérios da humanidade, tem a missão de torna-los em realidade nas máquinas reais.

É neste âmbito que em 2006 na celebração dos 50 anos da IA McCarthy (citado por Nilsson 2010 p.80) afirmou que *“a razão principal do workshop de 1956 em Dartmouth não ter atingido a minha expectativa é de que IA é mais difícil do que pensávamos”*. Na mesma perspectiva, Shank (1984 citado por Gardner 1985) afirmou que a IA é muito difícil, o computador é, apenas, um caminho para testar ideias, mas primeiro nós precisamos entender os modelos que nós nos propomos construir.

De facto, ainda não conseguimos construir Modelos que nos permitem entender como o cérebro funciona e, desta forma, construir máquinas verdadeiramente inteligentes.

Por outro lado, Pressman (2006 citado por Olumene 2010) afirma que *“a longo prazo, avanços revolucionários na «computação» poderão ser norteados pelas «ciências humanas» como psicologia humana, sociologia, filosofia, antropologia e outras...A influência das ciências humanas poderá ajudar a moldar a direcção da pesquisa em computação (...) O desenvolvimento dos futuros computadores poderá ser guiado pelo entendimento da «fisiologia do cérebro» e não pelo conhecimento da microelectrónica convencional”*.

No entanto, este caminho e abordagem de Roger Pressman ao qual Jones (2008) chama *“retorno silencioso”* é, de facto, antigo. Alguns dos membros fundadores da cibernética,

Professor Norbert Wiener e o Drº Arturo Rosenblueth, já prognosticavam que as ciências do futuro (revoluções científicas futuras) vão exigir trabalho entre as fronteiras, “*terra de ninguém*”.

Efectivamente, questões como o que é a IA e qual o seu âmbito; qual o objecto de estudo, métodos e ferramentas; quais as disciplinas do corpo de conhecimento; IA é ciência, filosofia ou engenharia, entre outras, suscitam debates acalorados e não encontram respostas consensuais pois, segundo Costa e Simões (2008), Simons (1984) e Padhy (2009), cada pesquisador em função do seu background e motivação tem formulado a sua própria definição

Há, a nosso ver, reformas científicas profundas de base que devem ser efectuadas, por exemplo, no currículo da computação a semelhança do ocorrido na década de 1970 e 1990 na ACM/IEEE-CS. Parece-nos que a origem ou solução das problemáticas apresentadas deve-se pela falta de um “*Estatuto Científico*” (e corpo de conhecimento) para o curso da IA.

Portanto, segundo Simon (1983 citado por Gardner 1985) a falta de um “*Estatuto Científico*” da IA é um problema que data desde a sua criação. Segundo Gardner (1985), muitos cépticos posicionavam a IA como uma forma de “Engenharia Aplicada” e sem nenhuma base teórica para ser um “*Curso Científico*”.

Desta feita, o problema científico que nos propomos a fornecer subsídios é sobre a “*ausência de um Estatuto científico para a IA*”. Desta forma, pretendemos, não descrever a história da computação (IA de forma específica) ou o seu estado de Arte, mais trazer ao de cima alguns dos reais problemas da Inteligência Artificial e, desta forma, procurar algumas respostas ou subsídios para suportar a possibilidade do seu “*Estatuto Científico*” na computação. Sendo assim, nos propomos a definir os seguintes objectivos:

1.4 Objectivos

Objectivo Geral:

Avaliar a Relevância do Curso da Inteligência Artificial na actualidade como Contributo para a definição do seu Corpo de Conhecimento na Computação.

Objectivos Específicos

- Determinar os pilares para o Corpo de Conhecimento da IA;
- Construir um Modelo de Ciclo de Vida para a Inteligência Artificial;
- Desenhar um Modelo de Guia Curricular para o Curso da Inteligência Artificial.

1.5 Perguntas de investigação

- Qual a melhor abordagem para a montagem dos pilares do Corpo de Conhecimento da IA?;
- Como a Influência da Filosofia, Ciências humanas, Sociais e Ciências da Vida vão moldar o futuro ou as direcções de pesquisa na Computação em termos, por exemplo, do currículo dos cursos da Computação?.

1.6 Hipótese de investigação

- Se a Inteligência Artificial não é uma subclasse (ou subárea) das Ciências Computacionais então, a IA deverá possuir um Corpo de Conhecimento autónomo e, por esta via, um estatuto científico próprio na Computação;
- Se o futuro da Computação será moldado pela Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida então, também, deveremos reformular o Currículo dos Cursos da Computação adequado as estas mudanças.

1.7 Metodologia de Trabalho

Como referimos na contextualização, esta Dissertação é a continuidade das pesquisas da primeira dissertação e visa, também, dar avanços a aspectos de conhecimento da Inteligência Artificial na ACM e IEEE. Por esta via, do ponto de vista da sua natureza, podemos classificar como uma *pesquisa básica* pois, envolve verdades e interesses universais para a comunidade científica da computação.

Todavia, a Inteligência Artificial reclama na computação, como veremos no texto, o seu lado filosófico, isto é, qualitativo. Neste contexto, porque pretendemos explorar o lado filosófico da IA, esta Dissertação quanto a forma de *abordagem será qualitativa*.

Por outro lado, o nosso objectivo é justificar quais os reais problemas da Inteligência Artificial esclarecendo os factores que contribuem, e ou contribuiram, para o fracasso da

mesma apesar de alguns avanços substanciais. Por esta via, quanto aos fins a *pesquisa será explicativa*. Na perspectiva *explicativa* vamos procurar no Capítulo 2 suporte de alguns depoimentos dos principais actores e fundadores das áreas de estudo envolvidas (Cibernética, Inteligência Artificial, Ciência Cognitiva e Neurociência).

Nesta Direcção, para fundamentação na explicação de alguns conceitos, usaremos três métodos filosóficos: o *método histórico*, *método dialéctico* e o *Discurso do método* que deverá culminar, no Capítulo.3, com o desenvolvimento de um Modelo de Ciclo de Vida para Inteligência Artificial. O Modelo deverá condicionar toda a análise posterior, nos Capítulos 3 e 4, da pesquisa. Por fim, em termos de apresentação dos resultados da pesquisa vamos fazê-lo usando a abordagem da ACM/IEEE para os cursos da computação. A seguir vamos ilustrar a organização do trabalho

1.8 Organização do Trabalho

Esta Dissertação possui 5 capítulos, dos quais dois (capítulo.1 e 2) são teóricos e os restantes três (Capítulo 3, 4 e 5) são práticos. Vide, na página adiante, a organização e sequência dos capítulos. De referir que os capítulos são determinísticos, isto é, o resultado de um (capítulo anterior) é a entrada do seguinte (capítulo posterior).

Figura..1 - Organização e sequência dos capítulos

1.9 Convenções de Escrita

- Alguns conceitos e citações, pela sua relevância, poderão aparecer referenciados mais de uma vez ao longo da dissertação. No entanto, a sua referência será em contextos diferentes e para enaltecer ou melhor explicar determinado assunto em discussão, nesse contexto. A citar, por exemplo, mas não se limitando, as declarações de Roger Pressman (Membro da bancada dos três especialistas que validam o SWEBOK na IEEE-CS), Marvin Minsky (membro fundador da IA), Norbert Wiener (cunhador e membro fundador da Cibernética).

- A letra maiúscula no início de uma palavra (ou conceito), bem como o grafismo em itálico (aspas, chevron), por exemplo, mas não se limitando: “Inteligência”, “*Simular*” e outros, são utilizados para destacar palavras individuais ou conjuntos de palavras no texto, como é o caso das designações, citações de

conceitos, na primeira ocorrência, que seja relevante para a sua descrição.

- Optamos por não traduzir alguns termos de língua inglesa de utilização generalizada como, por exemplo “*Ambient Intelligence*”, “*Machine to Machine*”, “*Internet of Everything*”, “*Big Data*”, “*Business Intelligence*”, que dado o seu uso generalizado na comunidade técnico-científica, são mantidas tal como aparecem no original.

No próximo capítulo vamos, iniciar o nosso *discurso do método* em torno dos problemas da Inteligência Artificial.

CAPITULO.2 O Problema Filosófico da Inteligência Artificial (IA)

CAPITULO.2 O Problema Filosófico da Inteligência Artificial (IA)

2.1 Introdução

A filósofa e cientista política Hannah Arendt em “*A Condição Humana*”, apresenta dois grandes acontecimentos que, para além de serem um sonho da antiguidade, representam a libertação do homem (Arendt 2001): o *Satélite Artificial* e o *Homem Artificial*. Vamos dedicar, neste trabalho, a questão filosófica do Homem Artificial na perspectiva ou possibilidade da Inteligência das máquinas (Inteligência Artificial).

Deste modo, propomo-nos a realizar neste capítulo um “*Discurso do método*” em torno do problema filosófico da Inteligência Artificial, discutindo argumentos (contra-argumentos) e contraditórios a favor do “*ser*”, “*não ser*” ou “*o todo*” e “*a parte*”, abordados na situação problemática, objectivando, desta forma, o desenho inicial (pilares) do futuro corpo do conhecimento da IA a propor nos capítulos posteriores.

Por fim vamos terminar apresentando uma reflexão sobre a relevância da Inteligência Artificial na actualidade. Sendo assim, vamos iniciar o *discurso do método* na nossa pesquisa pela filosofia.

2.2 O que é a Inteligência Artificial (IA)

Segundo McCarthy e Hayes (1969 p6), membros fundadores da IA e IAD respectivamente, na discussão sobre alguns problemas filosóficos, do ponto de vista da Inteligência Artificial, indagam porquê Inteligência Artificial precisa da Filosofia?. Posteriormente clarificam que: “*nós devemos enfatizar que não existe nenhuma possibilidade de entrar na Inteligência Artificial sem entendê-la ou resolver os problemas filosóficos relacionados*”.

Neste âmbito, Gardner (1985 p.179), diz que “*A prática da Inteligência Artificial acarreta problemas filosóficos profundos, que não podem ser ignorados ou minimizados*”. De facto, a prática filosófica da IA na computação tem sido na sua maioria negligenciada, isto é, raramente em cursos ou currículos da IA se aborda explicitamente a Filosofia.

Deste modo, advogamos que a filosofia, as ciências humanas, sociais e da vida têm ainda vários aspectos por descobrir que poderão constituir um valioso contributo para IA. Por exemplo, se considerarmos que o input da IA é o conceito filosófico de Inteligência, a falta de um entendimento sobre esta pode, no nosso entender, comprometer os propósitos da IA.

É nesta vertente que Poole e Mackworth (2010 p.9) afirmam que “*Inteligência Artificial pode ser vista como o caminho para o estudo do velho problema da natureza do “conhecimento e inteligência”, mas com ferramentas experimentais potentes*”. O conhecimento e Inteligência são objectos de estudo da filosofia, respectivamente, a Epistemologia e a Filosofia da mente.

A seguir vamos ilustrar um breve percurso histórico da IA. Organizaremos a nossa ilustração começando pela filosofia; Inteligência; Inteligência Artificial e Cibernética.

2.2.1 Breve Histórico da IA

Inteligência Artificial clássica

Aristóteles foi provavelmente o filósofo que mais contribuiu para os avanços substanciais em quase todas as áreas do conhecimento e a Inteligência Artificial não foge a regra. Nesta direção, Crescenzo (1988 p.103) afirma que “*Por vezes, Aristóteles parece que disse tudo e o contrário de tudo e que não há ciência ou disciplina sobre a qual não se tenha pronunciado*”. Desta forma, consideramos que o ponto inicial da Inteligência Artificial começa com o filósofo Aristóteles (Padhy 2009).

No entanto, o trabalho significativo geralmente reconhecido como primeiro na área foi feito por Warren McCulloch e Walter Pitts em 1943 a citar (Russell e Norvig 2010, 2003; Padhy 2009; Negnevitsky 2005): “*A logical calculus of the ideas immanent in a nervous activity*”.

Este trabalho pioneiro assumia que devido ao carácter "tudo ou nada" da actividade do sistema nervoso neural, eventos e as relações entre eles, podiam ser tratados por meio de lógica matemática.

Todavia, segundo Negnevitsky (2005) tem sido unânime a atribuição formal de pai da Inteligência Artificial a Alan Turing a partir do seu artigo de 1950, “*Computing Machinery and Intelligence*” que, posteriormente, originou em 1956 cunhada por John McCarthy a área de pesquisa designada por Inteligência Artificial (IA clássica). Neste artigo Alan Turing discute a possibilidade da máquina pensar e defende a causa da IA em 9 objecções a favor desta.

Inteligência Artificial Distribuída (IAD)

O ano de 1980 foi notável pela emergência académica do fórum de pesquisa orientada por Randy Davis do MIT que organizou o primeiro workshop o qual foi chamado Inteligência Artificial Distribuída (Wooldridge 2009; Davis1980). A Inteligência Artificial Distribuída, diferentemente da IA clássica, é o olhar da Inteligência Artificial numa perspectiva social, isto é, a aplicação de conceitos, práticas e teorias da sociedade humana em agentes computacionais.

Desta feita, tem sido unanime que o começo da IAD foi com os trabalhos dos pioneiros e membros fundadores da IA a destacar: John McCarthy e Oliver G. Selfridge em 1950 no MIT pelo Conceito de Agentes e, também, Allen Newell e Herbert Simon em 1970 no Carnegie-Mellon University pela teoria dos Sistemas de Produção, (Bradshaw 1997 citado por Olumene 2010, Wooldridge 2009; Gasser e Bond 1988).

Neste âmbito, destacamos nas subáreas da IAD os Sistemas Multiagentes (SMA) pela sua relevância na dissertação. Wooldridge (2002; 2009) afirma que SMA é um campo emergente nas ciências computacionais (CS) e que recentemente é referenciado como subcampo da Inteligência Artificial, embora alguns pesquisadores poderiam indignamente e talvez precisamente responder que Inteligência Artificial é mais propriamente entendida como um subcampo dos Sistemas Multiagentes. Portanto, começamos nesta fase a assinalar o “*ser*” e “*não ser*” da IA em relação a IAD.

Nesta perspectiva, o percurso da IA é bastante longo e proveniente de várias áreas do saber. Destacamos neste percurso a Cibernética (teoria de controle) ao qual Russell e Norvig (2003 p15; 2010 p.15), questionam: “*porquê Inteligência Artificial e teoria de controlo são campos diferentes, apesar das estreitas relações entre os seus membros fundadores?*”.

Cibernética

A Cibernética “*é o campo da teoria do controle e da comunicação, quer em máquinas ou em animais*” (Wiener 1961 p.11; Bauer 2010 p.55). Segundo Novais (2002 p.128) esta “*É a ciência que estuda a transposição para mecanismos inanimados, de algumas ou todas as características nitidamente humanas, de modo a tentar substituir o Homem pela máquina e quiçá, explicar mecanicamente o funcionamento do psiquismo humano*”.

Desta forma, o campo da Cibernética foi, provavelmente, o movimento intelectual que reuniu na altura pesquisadores de todas áreas do saber – incluindo políticos e religiosos - por uma mesma causa: *O Homem e a Máquina*. Outrossim, Feigenbaum e Barr (1981), Navais (2002) e Varela et.al (1991) afirmam que os cibernéticos influenciaram muitos campos de pesquisa pelo seu pensamento interdisciplinar e em muitos casos, directamente, os primeiros trabalhos da Inteligência Artificial.

Sendo assim, advogamos que uma das razões para a separação da Cibernética e IA pode ter origens pessoais como podemos ilustrar nas afirmações do próprio membro fundador da Inteligência Artificial John McCarthy:

“ *as razões para o termo Inteligência eram para escapar a associação com a “cibernética”. Sua concentração na analogia realimentação parecia equivocada, e eu desejava evitar, assim como aceitar, Norbert Wiener como um “guru” ou ter que debater com ele*” (McCarthy citado por Nilsson 2010 p.78).

Contudo, Varela et al (1991) afirmam que virtualmente todos os temas debatidos actualmente na IA, Ciências Cognitivas, Neurociência e áreas afins foram já introduzidos nos anos do movimento cibernético. Destacamos, por exemplo, as conferências *Mancy* (USA), realizadas em 1946 à 1953 e *The Ratio Club* (UK), realizadas em 1949 à 1958.

Deste modo, “*Cabe argumentar que a Cibernética pode não ter sido ainda plenamente compreendida, seu estudo é mesmo difícil e irá requerer um tempo maior de maturação, que o vigor das disciplinas alternativas é transitório, e mais cedo ou mais tarde todas elas precisarão retomar as suas raízes cibernéticas*”(Salles 2007 p34).

Por esta via, destacamos neste histórico a posição de Salles pois, temos assistido actualmente a evidência de que alguns dos problemas do futuro na ciência vão requerer o método cibernético, “trabalho entre as fronteiras”, visto no problema científico. Este será o método ou abordagem na IA a propor nos capítulos posteriores. A seguir vamos procurar definir o conceito da IA, começando pelo conceito de Inteligência; Inteligência Artificial e, por fim, Objectivos da IA.

2.2.2 Inteligência Artificial

Segundo a ACM e IEEE-CS (2006), de um modo geral podemos definir a computação como uma actividade orientada a meta que exige benefícios a partir de; ou a criação de computadores incluindo sistemas de concepção e construção de hardware e software para uma ampla gama de propósitos; (...) como fazer sistemas de computador se comportar de forma inteligente entre outros. Destacamos desta definição o aspecto de “*fazer sistemas de computador se comportarem de forma inteligente*” que é o objecto de discussão nesta pesquisa.

Inteligência

Inteligência é um tópico complexo e nebuloso cujas definições são complexas, difíceis de esclarecer e particularmente arriscadas (Simons 1984; Cardoso et. al. 1993). Simons questiona se é possível definirmos inteligência concluindo que, talvez seja preferível enumerar actividades apropriadas, mentais e de comportamento de forma a descrever a inteligência.

Esta significa do latim: *intus + legere = ler no íntimo*. A actividade inteligente consiste na compreensão do essencial de uma situação e numa resposta reflexa apropriada (Heim citado por Simons 1984). Ademais, num acto inteligente o homem raciocina, se emociona e delibera. Então, a Inteligência é a capacidade agregadora ou global de um indivíduo agir com propósito, de pensar racionalmente, e de se adaptar eficientemente ao ambiente (Wechsler citado por Simons 1984).

Não obstante, a Inteligência ainda é um tema bastante recente e constitui, actualmente, objecto de pesquisa na academia assumindo-se como uma das áreas mais complexas por desvendar aliada, também, a complexidade do cérebro humano como veremos adiante.

É nesta direcção que o neurocientista computacional do MIT, Tomaso Poggio, afirma o seguinte: *“para entender a inteligência de forma profunda precisamos de um novo ciclo de pesquisas com uma ligação forte entre a Neurociência, Ciências Computacionais(CS) e Ciências Cognitivas. Acredito que apenas a inteligência colectiva de um grupo interdisciplinar de cientistas estará habilitada a começar a resolver o grande problema nas ciências – como o cérebro funciona”* (Poggio citado por Desimone 2011 p.4). Vide figura 2.1.

As afirmações de Poggio são um recuo a escola cibernética de Norbert Wiener da década 40 pois a IA, Ciências Cognitivas e Neurociência são todas filhas da Cibernética. Em outra vertente, poggio mostra-nos que ainda não atingimos um entendimento claro (ou completo) sobre a Inteligência.

Inteligência Artificial

Discutir Inteligência Artificial (IA) é um exercício de *“usar o nosso cérebro para perceber o cérebro”* (Eccles citado por Almeida 2010). Este exercício pode necessitar um elevado nível de abstracção que pressupõe, antes de tudo, *“conhecer-se a si mesmo”* que é um tema central

da Antropologia Filosófica. A Antropologia Filosófica é a reflexão sobre si, o ensaio sempre renovado que o homem faz para chegar a compreender-se (Groethuysen 1988).

Portanto, o que é Inteligência Artificial, pode ser o mesmo que perguntar o que é a Filosofia. Neste contexto, começamos por nos posicionar, “*mutatis mutandis*”, que Inteligência Artificial é Filosofia.

Deste modo, Marakas e O’Brien (2007) apresentam um mapa das disciplinas envolvidas na IA. Estes, afirmam que “*Inteligência Artificial é um campo da ciência e da tecnologia baseado em disciplinas como Informática, Biologia, Psicologia, linguística, Matemática e Engenharia. A finalidade da Inteligência Artificial é desenvolver computadores com capacidade de simulação do pensamento, além de visão, audição, fala, sentimento e movimento. A principal característica é simular às funções do computador normalmente associadas à Inteligência Humana*”. Vide figura 2.2.

Destacamos, nesta definição, a “simulação” do sentimento humano (por exemplo: A Emoção Artificial). Não obstante, Simons (1984 p.38), afirma que “*os investigadores da IA devotam pouca atenção à possibilidade de proverem sistemas artificiais com emoção e tópicos de Vontade não são, no momento, áreas principais de investigação da IA*”.

Ademais, “*o alcance das capacidades inteligentes inclui não só actos como a aprendizagem, a compreensão de uma linguagem, a elaboração ou teste de planos, a resolução de problemas, etc., mas também capacidades de motivação, emoção e reacção*” (Simons 1984 p37). Vide figura 2.3.

Contudo, o olhar da IA numa perspectiva apenas do fenómeno psíquico da cognição, como tem sido tradicional na computação é, no nosso entender, reducionista pois a Inteligência, como vimos é uma faculdade agregadora.

Desta feita, Vignaux (1991 p.17) afirma que *“se a Inteligência Artificial sofreu o desenvolvimento que se conhece durante os últimos trinta anos, o facto deveu-se aos programas conjuntos da Informática, da lógica, da psicologia e das ciências da vida...a Inteligência Artificial não existiria sem a longa história da Medicina que explica grande parte do funcionamento do corpo humano e, especialmente, do sistema nervoso”*. Vide figura 2.4.

No entanto, Sloman (1978 citado por Simons 1984) clarifica que a IA não diz respeito somente as “raras” ou “meritosas” formas de comportamento, as actividades dos seres humanos comuns e outros animais, também, são de interesse. Vide figura 2.5.

Este posicionamento é de extrema importância pois alarga ainda o âmbito da Inteligência Artificial. Normalmente em currículos da IA abordamos o lado da inteligência humana apesar dos animais, também, serem de interesse para os propósitos da IA. Outrossim, uma excelente clarificação sobre a IA pode ser encontrada em Sloman (2008 ch.1 p.10) ao afirmar que: *“Inteligência Artificial não é apenas fazer com que as máquinas façam coisas que quando feitas por pessoas são chamadas de inteligente. É mais amplo e fundo do que isto, por ela incluir aspectos filosóficos e científicos bem como o lado da engenharia”*. Vide figura 2.6.

Objectivos da IA

Em termos de objectivos Winston (1984 citado por Brooks 1999) afirma que os objectivos da IA são, para além de construir sistemas inteligentes, entender a inteligência humana, isto é, explicar a mente e comportamento humano e usar termos psicológicos para explicar o que o artefacto faz (Ekbia 2008; Pfeifer e Bongard 2007).

Nesta nossa caminhada um aspecto importante a reter é que IA não é apenas simular ou construir mas, também, entender a Inteligência, isto é, fornecer inputs sobre o conceito de inteligência a outras áreas do saber como, por exemplo, a Psicologia, Filosofia entre outros. Neste âmbito, uma abordagem, a nosso ver, bastante elucidativa do que é IA em termos de objectivos pode ser obtida através de Herbert Simon, membro fundador da Inteligência Artificial, ao afirmar que a IA pode ter duas finalidades (Simon citado por Stewart 1994):

1. **Primeiro Objectivo** - *“ (...) é usar o poder dos computadores para aumentar o pensamento humano, assim como usamos os motores para aumentar o poder humano ou dos cavalos. A Robótica e Sistemas Especialistas são os principais ramos desta parte (...)”*;

Este primeiro objectivo é uma evolução normal e natural das ciências computacionais. Nesta abordagem podemos enquadrar, por exemplo, mas não se limitando: O processamento inteligente da Informação; Processamento de conhecimento, entre outros. Incluímos, também, e segundo Dervojeda et.al (2013) em um recente caso de estudo da União Europeia, aspectos de: *Business Intelligence, Data Mining, Big Data*, entre outros.

2. **Segundo Objectivo** - “ (...) é usar a Inteligência Artificial do computador para entender como os seres humanos pensam de uma forma humanóide. Se você testar seus programas não apenas por aquilo que eles podem realizar, mas como eles realizam, então você está realmente fazendo ciência cognitiva; você está usando o IA para entender a mente humana (...)”.

Este segundo objectivo é uma ruptura tecnológica; uma mudança radical; uma revolução na computação pois, muda - por completo - a maneira de abordar os conceitos na computação. Destacamos o aspecto de “entender como os seres humanos pensam” que parece-nos não constituir objectivo para computação como veremos adiante.

Por fim, as figuras anteriores 2.1 à 2.6 permitiram, como análise e levantamento preliminar, começar a desenhar as prováveis disciplinas do corpo do conhecimento da IA a propor nos próximos capítulos. Nesta vertente a seguir vamos ilustrar as disputas do “ser” e “não ser” e “todo” e “a parte” da IA pelas áreas de conhecimento das ciências e da Filosofia.

2.3 Algumas disputas pela Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial é “uma igreja ampla, cujos membros diferem sobre as metodologias gerais, bem como em detalhes” (Boden 1996 P.xv). Este tem sido o percurso da IA, desde a sua fundação até a data da escrita desta dissertação. Entendemos, por esta via, que a definição de um estatuto científico e corpo de conhecimento poderá minimizar as diferenças sobre as metodologias e detalhes em torno da IA.

Desta feita, vamos discutir as disputas, contradições, argumentos e contra-argumentos em torno da IA. Esta discussão a semelhança do ponto anterior também tem como objectivo montar os pilares para corpo de conhecimento da IA a propor nos capítulos posteriores.

2.3.1 Discussão do lado da Computação

Uma discussão computacional da IA é pertinente na medida que a história da Inteligência Artificial não se resume, apenas, pela história dos computadores (Computação) mas, também, pela história e natureza da própria inteligência humana (Filosofia) que é, a nosso ver, o seu aspecto fundamental. De seguida, abordaremos a discussão por áreas (ou disciplinas) do conhecimento.

Matemática (Lógica) e IA

As ciências computacionais são irmã da Matemática se não filha desta (Bauer 2010). Nesta perspectiva, matemática é a base da CS. Na ambiguidade do “ser” e “não ser” se consideramos o “ser” a IA herda como disciplina base a matemática.

Contudo, McCarthy, membro fundador da Inteligência Artificial, acreditava que o caminho para fazer máquinas inteligentes seria por uma abordagem formal rigorosa – matemática - em que os actos inteligentes seriam reduzidos a um conjunto de relacionamentos lógicos que poderiam ser expressos precisamente em termos matemáticos (Gardner 1985).

Não obstante, Russell e Norvig (2003 p17,18; 2010 p.18) afirmam que *“olhando para o workshop de Darmouth nós podemos ver porque foi necessário para a IA tornar-se um ramo separado (...) “Porquê a IA não poderia ser um ramo da matemática?” (...) A primeira resposta é que a IA foca-se em duplicar as faculdades humanas e nenhum dos campos trata estas questões. A segunda resposta é a metodologia (...)”*

Por outro lado, Grize (1990 citado por Vignaux 1991 p91) afirma que o filósofo da mente H. Dreyfus - crítico da inteligência artificial - admitia em uma entrevista que:

“ poderá existir, um dia, um computador realmente dotado de “inteligência”, mas somente quando os investigadores tivessem posto do lado o conforto das lógicas formais e clássicas para enfrentar os fenómenos da “lógica natural”, a usual e de todos os dias”.

Por esta via, Vignaux (1991), acrescenta que o prazo seria, provavelmente não de alguns séculos, mas de três mil anos. Ainda nesta direção, Johnson-Laird (1983 citado por Gardner 1985) afirma que as pessoas não empregam uma lógica mental na resolução de problemas os tipos de lógicas descritas pelos lógicos simplesmente parecem irrelevante para indivíduos normais.

De referir que a lógica, em particular a formal, até então, tem sido uma das disciplinas base e de eleição na academia para os cursos da IA. Neste contexto, Gardner (1985) e Ekbia (2008), afirmam que a “lógica” não pode servir como modelo válido de como muitos indivíduos resolvem problemas muitas das vezes. Esta, não consiste apenas de um sistema de operação livre, ela se expressa como um complexo de estados de consciência, os sentimentos e respostas intelectuais, os quais são caracterizados por certas obrigações cujo carácter social é difícil negar (Piaget 1950).

Notamos que existe uma relação de influência ou dependência entre a lógica, a Engenharia de computadores e Engenharia de software com podemos ver de seguida.

Engenharia de Computadores e IA

Segundo Dreyfus (1972 p.216), Claud Shannon, inventor da teoria da informação, na sua discussão sobre o que os computadores poderão fazer observa que:

“uma máquina eficiente vai requerer computadores diferentes dos tipos que temos hoje. Na minha maneira de ver estes serão computadores cuja operação natural será em termos de padrões, conceitos e similaridades vagas, do que operações sequenciais em números digitais”.

Outrossim, Vignaux (1991), faz uma discussão exaustiva sobre as mudanças necessárias, por exemplo, nas novas “arquitecturas de computadores”, demonstrando a inadequação das arquitecturas de Von Neumann, das ciências computacionais para Inteligência Artificial. Esta mesma posição é defendida por Gardner (1985); Kosslyn e Koenig (1995).

Assim, segundo o psicólogo cognitivo, Howard Gardner, fundador da teoria das Inteligências Múltiplas, os seres humanos são notavelmente diferentes de um computador ideal (Gardner 1985 p.363).

Desta forma, se a lógica e os actuais computadores não são adequados para IA então a pergunta de Russel e Norvig, vista na problemática, continua valida: “*Estamos indo na direcção certa?*”. Nossa resposta é não, pois as abordagens actuais são - *de grosso modo* - deferente dos seres humanos, isto é, estamos a produzir algo artificial que é completamente diferente do original (ou natural).

Pelo exposto acima, podemos concluir que a Inteligência Artificial passa pela mudança e pesquisa de novas formas de tratar determinados problemas. Algumas abordagens tradicionais, por hipótese, não se adequam a estes novos desafios que a ciência impõe. Estas mudanças e pesquisas deverão ser acompanhadas não apenas na perspectiva tecnológica mas também na academia, isto é, na educação dos futuros cientistas e na reformulação curricular. A seguir ainda neste âmbito da lógica e engenharia de computadores vamos abordar de seguida a engenharia de software.

Engenharia de Software (ES) e IA

A engenharia de software (ES) e a Inteligência Artificial tem vários aspectos em comum com destaque ao aspecto de “software”. *Michael Wooldridge* afirma que “*Quando nós construímos um agente para realizar um conjunto de tarefas em um ambiente, provavelmente vamos recorrer a técnicas da “Inteligência Artificial” de algum modo – mas muito do que nós estaremos a fazer será “ciências computacionais” (CS) e Engenharia de Software* (Wooldridge 2009 p.13).

No entanto, existe alguma indefinição sobre onde tratar determinados assuntos do “aspecto Software”. Esta indefinição acaba prejudicando a própria ciência da computação. Olumene, discute estes aspectos acabando por concluir que:

“existem muitos trabalhos “soltos” de software, na área da Inteligência Artificial, mas sem nenhum enquadramento no corpo de conhecimento da engenharia de software (SWEBOK). Num futuro próximo, as comunidades de IA e ES, que aparentemente estão de costas voltadas, deverão unir esforços conjuntos no sentido de tornar o SWEBOK o mais genérico possível” (Olumene 2010 p.148).

Neste contexto, dois anos depois, da abordagem de Olumene, o ICSE (International Conference on Software Engineering), patrocinado pelo IEEE e ACM, promove um evento sobre a problemática IA e Engenharia de software designado RAISE, como referido na

situação problemática, para responder a estas questões. O objectivo principal do RAISE é fazer cruzamento de ideias (aproximar as comunidades) discutindo o estado de arte (problemas) de ambos os campos.

Por outro lado, por exemplo, olhando para o ciclo de vida de desenvolvimento de Software, podemos observar a inadequação da metodologia de engenharia de software convencional quando confrontadas com problemas da Inteligência Artificial (Partridge 1998). Este, afirma que talvez teremos mudanças radicais nesta nova maneira de construir software para este novo paradigma de engenharia de software da Inteligência Artificial.

É na perspectiva do ciclo de vida da ES que Olumene (2010) propõe um modelo para Fase de Teste de um software Inteligente ao qual designou Modelo ANCD. Outrossim, para a fase de construção Software, por exemplo, Novais (2002 P.146) afirma que *“programar em Inteligência Artificial não é o mesmo que programar em Informática tradicional, a IA obriga a uma metodologia distinta da Informática corrente”*.

Ademais Dreyfus (1972) e Searle (1984) discutem ou discordam sobre o computador digital e o aspecto das regras. Pfeifer e Bongard (2007), afirmam que *“a abordagem do algoritmo na forma simples não ajuda no entendimento da Inteligência”*. De facto, se não entendermos como a mente funciona o alcance dos propósitos da IA fica comprometido. Vamos de seguida abordar a área de conhecimento central neste estudo, as ciências computacionais.

Ciências Computacionais (CS) e IA

A Inteligência Artificial é formalmente enquadrada como subárea das Ciências Computacionais (Simons 1984; Feigenbaum e Barr 1981e 1982; Lucas 1991). Uma razão para esta convenção é a possibilidade de distinguir no tempo o início das actividades em que se foca o trabalho corrente sobre a IA (Simons 1984).

Não obstante este enquadramento, encontramos na literatura da IA várias citações em sentido contrário, pois parece existir, como referimos anteriormente, uma indefinição do “ser” ou “não ser”, na verdadeira relação hierárquica entre as ciências computacionais (CS) e Inteligência Artificial. Vejamos adiante:

“A IA é geralmente considerada como uma subclasse das ciências computacionais (...) a nossa definição de subclasse IA é normalmente arbitrária” (Simons 1984 p.46).

Por outro lado, o contraditório:

“A percepção de que os passos detalhados de quase toda actividade humana inteligente era desconhecida marcou o início da Inteligência Artificial como parte separada da ciência da computação” (Feigenbaum e Barr 1981p.6).

“A expressão Inteligência Artificial foi inventada por John McCarthy, em 1956, numa conferência que se considera ter marcado o começo da IA como um ramo separado na ciência de computadores” (Simons 1984 p.51).

Ademais, o campo da IA é geralmente associado as ciências computacionais embora ela tenha links importantes com outros campos, esta, começou a emergir como ramo separado de estudo durante 1940 e 1950 (Padhy 2009).

Contudo, um aspecto interessante que, também, vem a confirmar o facto de a IA “ser” e “não ser” ao mesmo tempo é que em algum momento da sua trajectória esteve isolada das ciências computacionais e em outros momentos esteve ligada as Ciências Computacionais como vimos acima. Por outro lado, em alguns momentos as CS pertenceram a IA e em outros momentos a IA pertenceu as CS.

Entretanto, parece-nos evidente que a CS e IA sejam duas disciplinas distintas embora, a nosso ver, ambas partilham conceitos da computação como disciplina mãe. Não discutimos nesta disputa da computação a relação IA com SI e TI que também, em particular os SI, tem aspectos em comum com a IA como veremos nos próximos capítulos. Sendo assim vamos de seguida discutir as disputas pela IA na filosofia.

2.3.2 Discussão do lado da Filosofia

O filósofo Daniel Dennett afirma que *“os filósofos sonham com a Inteligência Artificial há séculos”* (Dennett 1998 citado por Rachels 2010). Como referimos, anteriormente, IA pode ser filosofia pois procura responder os velhos – e polémicos – problemas filosóficos.

Neste âmbito, Sloman (2008 ch.1 p. 3) e Sloman (citado por Gardner 1985) afirma que *“ Estou preparado para ir tão longe para dizer que dentro de poucos anos, se ainda existir algum filósofo que não esteja familiarizado com alguns dos desenvolvimentos principais na*

Inteligência Artificial, será justo acusá-lo de incompetência profissional e que por isso ensinar cursos em filosofia da mente, epistemologia, estética, filosofia das ciências, filosofia da linguagem, ética, metafísica, e outras áreas importantes da filosofia, sem discutir os aspectos relevantes da Inteligência Artificial será uma irresponsabilidade”.

Ainda nesta perspectiva, Dennett (1981 p.112) afirma que *“Então eu estou afirmando que IA partilha com a filosofia (em particular com a epistemologia e filosofia da mente) o estatuto de uma investigação mais abstracta de princípios da psicologia (...) IA pode ser abstracta e não empírica como a filosofia na questão que tenta responder, mas ao mesmo tempo, ela pode ser explícita e particular nos seus melhores modelos como a psicologia ”.*

Não obstante, Putnam (citado por Dennett 1998) sugeriu que se IA é um subramo da Engenharia, não pode ser filosofia ou epistemologia. Por outro lado, Dennett (1998), afirma que Hobbes, Leibniz e Descartes estavam fazendo filosofia e mesmo epistemologia quando abordavam sobre os limites do mecanicismo, também Kant.

Portanto, aqui o “ser” e “não ser” é abordado, por um lado, na perspectiva da IA ser um subramo da Engenharia e, por outro lado, a IA ser um subramo da Filosofia. Muito recentemente, Poole e Mackworth (2010 p9) ao discutirem a relação da IA com outras disciplinas afirmam que *“A ciência da inteligência artificial pode ser descrita como “psicologia sintética”, “Filosofia experimental” e “epistemologia computacional”.*

Todavia, *“A possibilidade do actual desenvolvimento da Inteligência Artificial, porém, não é apenas uma questão suficiente de tecnologia avançada, ela é fundamentalmente uma questão filosófica”* (Carter 2007 p.1). Ademais, McCarthy (1996) afirma que a Inteligência Artificial precisa de muitas ideias que tem sido estudadas apenas por filósofos, isto porque um Robô para ter o nível de inteligência e habilidade humana bem como para aprender a partir da sua experiência precisa de uma visão geral no qual organiza os factos.

Acrescentamos ao desenho do possível corpo do conhecimento as seguintes disciplinas vistas neste ponto: a filosofia da mente, epistemologia, ética, metafísica, estética, filosofia das ciências, filosofia da linguagem, psicologia sintética, filosofia experimental, epistemologia computacional e linguística. Desta feita, a possibilidade da IA em máquinas reais é, também, a possibilidade de dotar estas máquinas de vida a semelhança dos humanos. A seguir vamos abordar algumas ciências da vida relevantes a pesquisa.

2.3.3 Discussão do lado das Ciências da Vida

Fisiologia é a ciência consagrada ao estudo das funções e propriedades dos órgãos e tecidos dos seres vivos (Thérond e Ramé 2012). Por outro lado, a Neurociência é o estudo do sistema nervoso, particularmente do cérebro (Russell e Norvig 2003, 2010)

Neste ângulo, Gazzaniga (2008 p.9), afirma que *“hoje o córtex cerebral é talvez a entidade mais complexa da ciência”*. Ainda nesta perspectiva, Almeida (2010 p.x) afirmou que *“numerosos investigadores da inteligência artificial estão a dedicar-se ao estudo do córtex cerebral no sentido de aproximarem o mais possível a actividade dos computadores à sua maneira de trabalhar”*.

Por outro lado, Churchland (1986 p.99), afirma que *“se nós queremos entender como o cérebro funciona, nós devemos entender não apenas a natureza da unidade básica, o neurónio, mas também como uma população de neurónios está configurada (...) o elemento fundamental na construção da teoria do que o cérebro está fazendo será a partir da sua organização”*.

Destacamos mais uma vez a questão do “entender”, também, referenciada pelo membro fundador da IA Herbert Simon nos objectivos da IA vistas anteriormente, isto é, “entender” antes de “modelar” ou “simular”.

Nesta direcção, Pereira (2001 p.30) afirma que *“É preciso levar em conta conceitos novos, como(...) computação quântica, antes de se adoptar uma conclusão final sobre a suficiência dos modelos computacionais na neurociência cognitiva”*. Por esta via, Churchland (1986 p.6) afirma que *“Não podemos esperar entender o comportamento do cérebro a menos que compreendamos o que os neurónios fazem e como eles estão interligados”*.

Ainda nesta perspectiva, Rodney Brooks, afirma que *“A Inteligência em sistemas biológicos é completamente diferente. Trabalhos recentes em Inteligência Artificial baseada em comportamento tem produzidos novos modelos de inteligência que estão muito mais perto em espírito de sistemas biológicos. Os modelos computacionais “não-Von Neumann” compartilham muitas características com a computação biológica. (...) estamos condenados a trabalhar para sempre dentro das actuais restrições arquitectónicas?...”* (Brooks 1999 p 134, 140).

Acrescentamos ao desenho do possível corpo do conhecimento as seguintes disciplinas vistas neste ponto: computação quântica. Por fim, podemos observar pelas disputas que na verdade a IA é parte de todas as áreas do saber se acrescentarmos a elas a inteligência.

Segundo Wooldridge (2009 p.14) *“a Inteligência Artificial clássica tem largamente ignorado os aspectos sociais de agência. Eu espero que você concorde que parte do que nos faz espécies únicas, na terra, não é apenas a nossa habilidade de aprender e resolver problemas, mas a nossa habilidade para comunicar cooperar e alcançar acordos com os nossos pares. Estes tipos de habilidades sociais são seguramente importantes para o comportamento inteligente”*. Neste âmbito, pelo exposto acima vamos de seguida ilustrar a relevância e relacionamento das ciências humanas e sociais na IA,

2.3.4 Discussão do lado das Ciências Humanas e Sociais

Norbert Wiener, membro fundador da Cibernética, afirmou, ao longo da preparação do movimento cibernético, que notaram as implicações da Psicologia, Sociologia e Antropologia no movimento cibernético: *“a inclusão da psicologia “no movimento cibernético” ficou evidente logo no início (...). Quem estuda sistema nervoso não pode esquecer a mente, e quem estuda a mente não pode esquecer o sistema nervoso”* (Wiener 1961 p.18,19).

A seguir vamos realizar esta discussão em especialidades começando pela sociologia.

Psicologia, Linguística, Ciências Cognitivas e IA

O Pai dos sistemas especialistas (ou baseados no conhecimento), Edward Feigenbaum, afirma que *“Psicologia e IA tem uma relação de reciprocidade. O que nós aprendemos acerca da inteligência humana sugeri extensão para a teoria da inteligência das máquinas e vice-versa”* (Feigenbaum e Cohen 1982 p.3).

Na mesma direcção, Boden (2004 p.6) afirma que *“Conceitos de Inteligência Artificial nos permitem fazer a Psicologia de uma nova forma, por permitir-nos construir (e testar) hipóteses acerca das estruturas e processos que podem estar envolvidos no pensamento”*.

Outrossim, Allport (1980 citado por Simons 1984 p.37), Allport (citado por Eysenck et.al 1994 p.444) e Allport (citado por Boden 2006 p.512) declarou que *“...o advento da*

Inteligência Artificial é o desenvolvimento singular mais importante da história da psicologia”.

Não obstante, “(..).parece-me razoável esperar que a Inteligência Artificial acabe por vir a desempenhar, “vis às vis” as ciências psicológicas e sociais, papel idêntico ao desempenhado pela matemática, desde o século XVII em relação as ciências físicas” (Allport 1980 citado por Simons 1984 p65,66).

Entretanto, é interessante notar nas possibilidades levantadas acima sobre a possibilidade da IA, com o tempo, vir a reduzir-se em psicologia. Recordamos, neste ponto, as afirmações do Prof Roger Pressman, vista na problemática, sobre a influência da psicologia humana na computação como uma mudança revolucionária que mudará, inclusive, as direções de pesquisa na computação.

Todavia, a junção entre Psicologia Cognitiva e Inteligência Artificial resultou nas Ciências Cognitivas (Searle 1984 ch3 p43; Russell e Norvig 2003, 2010). Porém Veja-se o contraditório:

“(..) a IA pode ser vista como vindo sob a égide da ciência cognitiva. A ciência cognitiva liga várias disciplinas que estudam a cognição e raciocínio, da psicologia à linguística à antropologia à neurociência. A IA distingue-se dentro da ciência cognitiva, fornecendo ferramentas para a construção de inteligência em vez de apenas estudar o comportamento externo de agentes inteligentes ou partes do funcionamento interno de sistemas inteligentes (...).” (Poole e Mackworth 2010 p.10).

Pylyshyn (1981 citado por Simons 1984 p.65) afirma que “o campo da IA é co extensivo ao da Psicologia Cognitiva (...) como disciplinas intelectuais (não como tecnologias aplicadas), se dedicam aos mesmos problemas e por isso os êxitos alcançados em cada uma delas devem, em última instância, ser julgados de acordo com o mesmo critério (...) Eu creio que a IA é precisamente o remédio de que a psicologia precisa neste seu estágio de desenvolvimento”.

Pelo exposto acima vemos, por um lado, a IA como resultado das ciências cognitivas e, por outro lado, as ciências cognitivas como resultado da IA. É de realçar que estas duas áreas (IA e Ciências Cognitivas) nascem no mesmo ano de 1956, no mesmo local MIT do qual participaram na sua fundação, alguns dos membros fundadores de ambas.

Por outro lado, na perspectiva da linguística Boden (1996 p.xvii) afirma que *“Inteligência Artificial e Psicologia computacional são inescapavelmente interdisciplinares. Elas necessitam de “insights” das ciências (...) computacionais, das ciências humanas e também (...) da linguística”* É neste contexto que Aaron Sloman afirma que *“Você não pode fazer uma máquina “computador” entender inglês sem estudar regras sintáticas, semântica e pragmática do inglês, isto é, sem fazer linguística”* (Sloman 2008 ch.1p.12).

Acrescentamos ao desenho do possível corpo do conhecimento as seguintes disciplinas vistas neste ponto: a psicologia cognitiva, psicologia computacional e linguística.

Sociologia na IA

Wooldridge (2009 p15) questiona o seguinte: *“As ciências sociais são primeiramente centradas no entendimento do comportamento humano em sociedades. Alguns cientistas sociais estão interessados (computacionalmente) em sistemas multiagentes porque elas providenciam uma ferramenta experimental com a qual se modela as sociedades humanas (...). É o campo dos sistemas multiagentes, desta forma, uma subárea das ciências sociais?”*.

Notamos, neste ponto, o ser e não ser da IA tornar-se subramo das ciências sociais. A Sociologia é o estudo da vida (comportamento, conduta) social das interações (relações sociais) e organizações (grupos, sociedades) humanas (Rocher 2012; Tunner 2000; Giddens 2010; Lakatos e Marconi 2010; Dias 2010).

Desta feita, a psicologia social é o estudo científico da influência recíproca entre as pessoas (interacção social) e do processo cognitivo gerado por esta interacção (pensamento social). Esta interacção social afecta, de uma forma ou de outra, pensamentos, emoções e comportamentos das pessoas envolvidas (Rodrigues et.al. 2009).

Por outro lado, o desenvolvimento são as continuidades sistemáticas e mudanças no indivíduo que ocorrem desde a concepção até a morte. Este, também, é influenciado pelas mudanças sociais; eventos históricos, como guerras; avanços tecnológicos como o desenvolvimento dos computadores pessoais; e causas sociais (Shaffer 2005).

A psicologia social e de desenvolvimento respondem a questões de: *Como um robô percebe o mundo e, mais importante, como obter comportamento adaptativo e evolutivo, no tempo, em função desta percepção.* As abordagens tradicionais da IA negligenciavam o aspecto do desenvolvimento enfatizando a construção de um Robô com inteligência de um adulto.

Actualmente temos vistos avanços nesta perspectiva de desenvolvimento social com a construção de robôs que aprendem em função do seu envolvimento e desenvolvimento do ambiente social no qual estão inseridos.

Acrescentamos ao desenho do possível corpo do conhecimento as seguintes disciplinas: Psicologia Social e Psicologia de desenvolvimento. Estamos particularmente interessados em como a inteligência opera nestes fenómenos sociais e, desta forma, construí-los artificialmente em máquinas reais.

Antropologia e IA

Segundo Layton (1997) a antropologia estuda os povos. Adiante, e no contexto da pesquisa, Layton destaca a antropologia social como uma sociologia comparada, ou seja, que estuda um vasto leque de sociedades humanas com o objectivo de se desenvolver teorias gerais sobre como funcionam as sociedades.

Um trabalho interessante, por exemplo, da relação IAD (Sistemas Multiagentes) e Antropologia pode ser vista em Tese de Doutoramento das Ciências Computacionais de Bordini 1999: *Contribuição para uma abordagem antropológica para a adaptação cultural de agentes migrantes*. Este defende que a “Antropologia cognitiva” é uma disciplina fundamental para os Sistemas Multiagente (SMA),

Adiante, nesta Tese define o conceito de “Antropologia cognitiva” como: a área que foca-se em descobrir como diferentes pessoas organizam e usam sua cultura .(...) é uma tentativa de compreender os princípios que organizam o comportamento (Tyler 1969 citado por Bordini 1999). Esta área assume que cada pessoa tem um único sistema de perceber e organizar um fenómeno, coisas, eventos, comportamentos e emoções.

Acrescentamos ao desenho do possível corpo do conhecimento a disciplina Antropologia cognitiva.

Ciência Política na IA

A Política existe quando os homens agem e comunicam colectivamente (Arendt 1987 citado por Barracho 2011). A ciência política é uma ciência social que estuda o exercício, a distribuição e a organização do poder na sociedade (Dias 2011). Existem diferentes concepções sobre o objecto de estudo da ciência política sendo que alguns defendem que é a ciência do poder e outros a ciência do estado.

Estamos nesta pesquisa particularmente interessados com o exercício do Poder em agentes de software. Outrossim, Cristiano Castelfranchi, pesquisador de ciências cognitivas e inteligência Artificial, é um dos pioneiros no estudo da simulação do Poder em Sistemas Multiagentes na perspectiva das ciências sociais. Vide na literatura Castelfranchi e Falcone (2010).

Um trabalho interessante, por exemplo, mas não se limitando, sobre poder na IA (sistemas Multiagentes) pode ser vista na Tese de Doutorado em Engenharia Electrónica de Susanne Kalenka 2001: *Modelando Atitudes de Interação Social em Sistemas MultiAgentes*. Este trabalho faz referencia ao poder em sistemas multiagentes na perspectiva de Castelfranchi, isto é, a questão da “dependência” (Dependência de recursos e dependência social) e “poder de”, “poder sobre” e “poder para influenciar”.

Por outro lado, em sentido político, Barracho (2007) afirma que ao falarmos do poder de alguém, na verdade, estamos a afirmar que este alguém está autorizado por um certo número de pessoas a actuar em nome deles.

Um senso comum nos dias de hoje, é de esperarmos que um agente de software, haja em nome de alguém, para levar a cabo uma tarefa específica, para qual foi delegado fazer (Bradshaw 1997 citado por Olumene 2010). Nesta vertente o poder é uma relação entre um qualquer agente “A” e um qualquer agente “B”, na qual o agente “A” induz o agente “B” a agir de um modo que o agente “B” não faria, se não fosse por acção do agente “A”. Vide figura 2.7.

Figura 2. - O fenómeno do Poder em SMA

Desta feita, concluímos que um agente só o é se estiver investido de poder sendo, este, a condição de existência dos agentes, isto é, não existem agentes sem poder e nem poder sem agentes.

Direito e Moral na IA

Bragaglia (2002 citado por Olumene 2010), questiona o seguinte:

□

P

ode o software “mentir” ou ocultar informações em ambientes cooperativos?;

□

Q

uem é responsável pelos danos causados pela acção de um software inteligente, quando ocorrem, por exemplo, decisões erradas em bolsas de valor, controlo de tráfego aéreo, leilões electrónicos, sistemas de votação electrónicos, entre outros?.

Ainda neste contexto, Nwana (1996 citado por Olumene 2010) afirma que: imagine um agente de software seu, que provavelmente comprou e configurou, oferecendo conselhos errados ou ruins para outros agentes de terceiros: De quem é a responsabilidade? Da empresa que desenvolveu o agente ou sua, pois houve personificação?. Ainda em Nwana podemos encontrar o código de ética para agentes de software.

Por outro lado, a responsabilidade é uma consequência da actividade moral e podemos definir como a característica em virtude da qual o agente moral deve responder pelos seus actos, isto é, reconhecê-los como seus e suportar as suas consequências. (Ribeiro e Silva 1968).

Outrossim, responsabilidade exige como condição a imputabilidade, isto é, a atribuição de um acto a uma pessoa como seu actor. Só é responsável por um acto o homem a quem esse mesmo acto é imputado (Ribeiro e Silva 1968). Aspectos como crimes cibernéticos, espionagem militar, entre outros, são na sua maioria praticados por agentes de software o que torna, a nosso ver, a política e o direito áreas de estudo relevantes na IAD. Nos dias de hoje temos discutido bastante sobre a necessidade de legislação para lidar com esta temática.

Economia e Teoria dos Jogos na IA

Sobre a economia recaem três aspectos fundamentais do comportamento económico: Necessidades, Recursos, e Escassez. A questão de interesse é saber como a inteligência opera na interacção humana em cenários de recursos escassos. A teoria dos jogos é um excelente exemplo para o exposto.

A Teoria de jogos tem por objectivo o estudo formal da decisão racional, isto é, o estudo de como um agente escolhe ou decide uma de entre várias alternativas à sua disposição (Costa e Simões 2008). Esta, preocupa-se com o modo como os indivíduos tomam decisões quando estão cientes de que suas acções afectam uns aos outros e quando cada individuo leva isso em conta (Bierman e Fernandez 2011).

É neste ângulo que Wooldridge (2009 p14) conclui que “*na altura da escrita do livro, teoria dos jogos parece ser a ferramenta predominante em uso para análises em Sistemas Multiagentes. Uma pergunta óbvia é se Sistemas Multiagentes são propriamente vistos como um campo de economia/teoria dos jogos*”

Notamos o “ser” e “não ser” da IA em relação a economia e teoria dos jogos. As ciências humanas e sociais mostram, cada vez mais, nos dias de hoje que são bastante úteis para os propósitos da Inteligência Artificial pois permitem responder a questão de como o *Robô* percebe o mundo e como o mundo é percebido por 2 ou mais pessoas incluindo o *Robô*.

2.4 Alguns Problemas da Inteligência Artificial

Destacamos três problemas observados na fundação da IA, 1956, e nos primeiros anos:

- (1) **Falta de estruturação (ou fundamentação) do curso**, contrariamente aos cursos fortemente relacionadas que surgiram no mesmo ano, Ciências Cognitivas, 1956, e posteriormente, Neurociência em 1970;
- (2) **Indefinição ou falta de clareza sobre o âmbito da Inteligência Artificial** e, por outro lado, a falta de consciência sobre a dimensão do problema, ou objecto, que se propunha estudar ou solucionar. Este desconhecimento foi confirmado pelo próprio membro fundador da Inteligência Artificial, John McCarthy, na celebração dos 50 anos da Inteligência Artificial.
- (3) **“Saída em falso”, no acto da sua criação**. Isto é, muitas promessas que geraram muitas expectativas e posteriormente muitas frustrações. Desde então, a maioria dos encontros da IA, para além de troca de acusações, por se ter tomado certas direcções, tem sido um autêntico campo de competições e rivalidades como veremos adiante pelos próprios membros fundadores da IA. É neste contexto que Coelho (citado por Costa e Simões 2008 p.27) afirma que:

“muitas vezes os investigadores envolvem-se em longos e penosos debates fratricídios para provar a superioridade da sua abordagem face às restantes”;

Outrossim, Wilensk (1983 citado por Gardner 1985), afirma que o campo da Inteligência Artificial é famoso pela sua falta de consenso em questões fundamentais e isto é notável pelas seguintes declarações dos membros fundadores da IA: “ *Eu acho que nós não falamos um ao outro mais do que devíamos...nenhum de nós tinha o talento necessário no entendimento do ponto de vista do outro. Havia uma tendência depois de começar a discussão de avançar e trabalhar sozinho num assunto*” (McCarthy citado por Henderson 2007 p.51).

Entretanto, alguns dos membros fundadores e participantes na conferência da IA não olhavam para ela como um futuro curso científico, com um estatuto e corpo de conhecimento próprio nas ciências. Vejamos:

“...[O novo campo da IA] estava indo em direcções diferentes. Eles [i.e. Minsky e John McCarthy] não queriam ouvir de nós, e nós certamente que não queríamos ouvir deles: nós tínhamos algo para mostrar-lhes!...de certa forma, era irónico, porque nós já tínhamos feito o primeiro exemplo do que eles estavam atrás e, segundo, eles não prestaram muita atenção nisso. Mas isso não é incomum...” (Simon citado por Boden 2006 p.41).

Por outro lado, os problemas da IA atingiram posições de extremo pelos principais intervenientes. Terry Winograd, em entrevista, afirmou que no MIT havia uma separação entre estudantes de Chomsky e Minsky. *“Você não podia dizer aos estudantes de Chomsky que estudava IA, Não havia comunicação mas sim uma hostilidade activa. O mesmo entre estudantes de Feigenbaum e McCarthy havia uma clara divisão entre faculdades”* (Winograd citado por Vendelo 2000),

Por esta via, concluímos que a conferência do nascimento da Inteligência Artificial, *“não alcançou as expectativas de todos pois havia mais competição e menos intercâmbio entre os participantes contra o que os organizadores tinham desejado”* (Gardner 1985 p.139). Nesta direcção, vamos terminar este capítulo reflectindo e ilustrando breves aplicações da relevância da IA na actualidade.

2.5 Reflexões Socioculturais em torno da Inteligência Artificial

Vamos apresentar uma Reflexão Sobre o Problema Filosófico da Inteligência Artificial na perspectiva do impacto desta na vida das pessoas.

Alguns sociólogos como, por exemplo, Anthony Giddens, Manuel Castells e Gustavo Cardoso, têm-se dedicado ao estudo e reflexões dos impactos sociais e culturais das TIC's (Inteligência Artificial) nas sociedades. Aspecto como Inteligência Artificial, Comunicação wireless, Cibernética, internet, Robótica, Nanotecnologia entre outros, tem sido citado por estes autores como as tecnologias que irão revolucionar a humanidade mudando os hábitos socioculturais dos mesmos.

Todavia, Cardoso (2006) começa por questionar *que cultura é gerada pela era da informação* (TIC's) e vai buscar sustento nas obras de ficção científica, ex o filme "The Matrix", e visões do futuro das TIC's, já referenciados, como agentes criados pelo homem, robôs, inteligência artificial e a cibernética de Norbert Wiener.

Desta forma, em a "A Galáxia Internet" e "Sociedade em Rede", Castells (2001:2005) discute os desafios da sociedade em rede, apontando como principal temor das pessoas, os "*monstros tecnológicos*" que possamos criar. Nesta perspectiva, Castells (2001) e Pressman (2010) apontam algumas tecnologias emergentes a saber: A Engenharia Genética, Sensores Ubíquos e a Nanotecnologia.

Nesta análise vamos focar os seguintes efeitos: Efeito Rede de Sensores Ubíquos e a Internet de Todas as coisas; Efeito Comunicação Máquina a Máquina e a Revolução Genética e, Efeito da Simulação Social Baseada em Agentes.

IA e Efeito Rede de Sensores Ubíquos e a Internet de Todas as coisas

A tecnologia de nanosensores junto com a internet e comunicação wireless serão, a nosso ver, certamente a tecnologia "*enabler*" desta revolução. Segundo a (ITU-T 2010) *ubiquitous sensor network* (USN) é uma rede conceptual construída em cima da rede física que faz o uso de dados sensíveis – sensed data – e providencia serviços a qualquer pessoa, em qualquer lugar e a qualquer altura, e onde a informação é gerada pelo uso de "*Context awareness*".

Portanto, sensores com capacidade "context aware" são sensores inteligentes que captam dados do ambiente e providenciam informação (ou serviços) contextualizada e relevante para o utilizador.

Por outro lado Castells (citado por Cardoso 2006) afirma que a internet e a comunicação wireless estão a modificar nos seus fundamentos a forma como comunicamos e, consequentemente os nossos comportamentos locais e globais.

Na perspectiva da internet referenciamos o conceito sociológico de sociedade em rede de Manuel castells, que é uma estrutura social operada pelas TIC's baseada em redes de microelectrónica e de computadores digitais que geram, processam e distribuem informação baseada na informação acumulada nos nodos da rede (Castells 2005).

Por esta via, podemos encontrar similaridades do conceito sociedade em rede nesta definição da ITU-T: "*nós estamos caminhando para uma nova era da comunicação e computação invisível, esta que irá transformar radicalmente as nossas organizações, comunidades e aspectos pessoais (...) permitindo novas formas de comunicação entre pessoas e "coisas" e entre "coisas" e "coisas" (...) é uma revolução tecnológica que representa o futuro das*

comunicações e computação com várias disciplinas envolvidas desde os sensores wireless à Nanotecnologia. A combinação de todos estes desenvolvimentos vai criar a “internet das coisas” que conecta o mundo dos objectos com sensores de uma maneira inteligente” (ITU-T 2005).

Outrossim, a *Internet of Everything* é a fase evolutiva final do mundo conectado, em que o previamente desconectado se torna conectado, Pode ser considerada um objectivo final para a indústria de tecnologia que podemos esperar para materializar durante a próxima década sendo em essência, a Internet das coisas um período de transição. A revolução da *Internet of Everything* é inseparavelmente uma revolução do sensor (ABI Research 2014).

IA e Efeito Comunicação Máquina a Máquina (M2M) e a Revolução Genética

É esperado que a “internet das coisas” integre as tecnologias emergentes como as relacionadas a *Machine to Machine* (...) com tecnologias avançadas de sensor/actuador (ITU-T 2012b). Ademais, M2M é uma comunicação entre duas ou mais entidades que não requerem, necessariamente, a intervenção humana no processo de comunicação (ITU-T 2012a). Isto é, as Máquinas comunicam-se de forma autónoma e não na resposta de um estímulo humano.

Sendo assim, advogamos que antigamente o Homem tinha que entender a máquina (TIC) e aprender como lidar com ela. No futuro próximo, a máquina (TIC), de forma autónoma, deverá entender o Homem e aprender como lidar com ele, sendo que nesse período não haverá distinção entre homem e máquinas. Segundo Olumene (2013;2014) a era da Inteligência Artificial ou Inteligência das máquinas começa a ser uma realidade, conceitos como “intelligent” ou “smart” serão, se é que já não são, parte obrigatória das nossas vidas.

Por outro lado, Castells (2007) em “o fim do milénio” alerta sobre prováveis debates acalorados sobre as consequências sociais e ambientais da revolução das TIC’s em particular a revolução genética.

A política sempre se aproveitou da (re)evolução tecnológica sendo de destacar que, na sua maioria, estas revoluções brotam da política para fins de destruição em massa. Podemos destacar, a título de exemplo, que a maior parte dos cientistas computacionais da década 30, 40, 50 nos USA, UK, URSS, estiveram directamente envolvidos em pesquisas para esse efeito assim como a própria cibernética de Nibert Wiener é um exemplo destes cenários.

É neste contexto que Castells alerta para não se cometerem os mesmos erros do século XX, isto é, usando a tecnologia para nos massacramos. Para evitarmos os efeitos maléficos da

revolução biológica, necessitamos não só de governos responsáveis como de uma sociedade instruída e responsável (Castells 2007).

IA e Efeito Sistemas Multiagentes e Simulação Social

Designamos Sistemas Multiagentes a um conjunto de agentes computacionais que vivem em sociedade, isto é, mas não se limitando, cooperam, negociam, competem, formam parcerias estratégicas, executam actos maléficos e benéficos sempre com algum grau de autonomia e ,na sua maioria, delegados por terceiros.

Os Sistemas MultiAgentes começaram a ser largamente usados em simulações sociais na década 90 sendo, na actualidade, a base das pesquisas em simulações sociais (Wooldridge 2009; Gilbert e Troitzsch 2005; Edmonds et. al 2008).

Outrossim, a simulação passou a ser largamente usada pela crescente preocupação, na previsão de fenómenos complexos e/ou previsão do futuro de modo a evitar catástrofes (crises) mundiais e, também, pela dificuldade de ter acesso a determinados contextos ambientais ou fenómenos a realidade (Gilbert e Troitzsch 2005; Wooldridge 2009). Uma área emergente que se destacou bastante é a área de Simulação Social Baseada em Agente (ABSS).

ABSS é uma área multidisciplinar que envolve Sociologia, Ciência Política, Ciências Policiais, Etnologia, Arqueologia, Filosofia, Ciências Cognitivas, Economia, Informática de Gestão, Neurociências, Biologia, Vida Artificial, Teoria dos Jogos entre outros (Arai et al 2005; Trajkovski 2007; Gilbert e Conte 2005; Edmonds et. al 2008; Gilbert e Troitzsch 2005). Esta, tem como foco os Modelos baseados em agentes. O Modelo ANCD, de Olumene (2010), pode se enquadrar nesta classificação.

Como temos referido ao longo destes capítulos, as ciências do futuro estarão entre as “fronteiras” ou “terra de ninguém” e, a nosso ver, o prognóstico de Norbert Wiener, pai da cibernética, estava bastante correcta.

2.6 Considerações Finais

A inteligência Artificial é um caminho bastante longo e, como referimos na introdução, estamos ainda a caminho da verdadeira inteligência das máquinas, embora temos visto numerosas aplicações de sucesso da IA. Construímos um “discurso do método”, em torno da IA que permitiu aferir a diversidade de opiniões em torno do mesmo sujeito. Discursamos

sobre as disputas em torno da natureza do “ser” ou “não ser” da IA e não tomamos nenhuma posição pois, este, pretendia expor o problema na “dúvida metódica”.

No entanto, parece-nos ainda existirem perguntas que não encontram respostas certas. Alguns aspectos, por exemplo, chamaram-nos a atenção: A inadequação dos computadores (arquitectura de Von Neumann) actuais; a inadequação da lógica para tratamento de determinados aspectos da IA; a ambiguidade ou imaturidade dos métodos, ferramentas, objectivos, objecto, definições e disciplinas da IA

Por outro lado, mostramos nossa preocupação com o lado académico e curricular dos futuros cientistas desta revolução. A nosso ver, ficou evidente que a IA obriga-nos a reflectir sobre novas abordagens na computação. Neste contexto, procuramos explorar as possíveis ou prováveis disciplinas do corpo do conhecimento da IA.

Ademais, verificamos que excluir do debate da Inteligência artificial a componente sociocultural do robô para além de ser um acto minimalista é um reducionismo metodológico como, também, referiu Gardner. Constatamos que podemos estudar individualmente a inteligência mas o problema está quando queremos unir o resultado dos estudos individuais numa máquina.

Todavia, quando o Homem descobrir - o que é a inteligência - terá, também, descoberto como funciona o cérebro humano e a partir daí construirá máquinas que, verdadeiramente, são inteligentes. Sendo assim, terminados o debate em torno dos problemas filosóficos da IA que nos permitiram criar os pilares para, nos próximos capítulos, propormos alguns itens do corpo de conhecimento da IA.

Notamos e registamos, uma forte relação de dependências entre “Entender” o homem (e sua inteligência) antes de “Construir” ou “Simular” no computador. Estas constatações serão objecto de aprofundamento nos próximos capítulos. Nesta direcção, vamos iniciar o capítulo seguinte montando a base (Modelo) das análises posteriores da Dissertação..

CAPÍTULO.3 Modelo de Ciclo de Vida da Inteligência Artificial

Capitulo.3 Modelo de Ciclo de Vida da Inteligência Artificial

3.1 Introdução

A mudança curricular é um processo normal, na computação, e surge como resultado das mudanças da sociedade em que a academia é chamada a responder com profissionais à altura da evolução social. Por exemplo, para o caso de Moçambique, com as recentes descobertas

de recurso minerais alguns cursos, como por exemplo: Engenharia de Petróleo, que talvez há algum tempo atrás, não eram relevantes hoje são chamados para dar resposta a estas novas descobertas.

Neste contexto, a Inteligência Artificial é um campo de conhecimento da computação que, de forma surpreendente como vimos no Capítulo.2, foi evoluindo muita das vezes dentro e fora da própria computação sendo que, como anteriormente visto, várias razões contribuíram para este afastamento, ou isolamento, desta na computação. Não obstante, esta, hoje é chamada para responder a alguns problemas ou desafios do futuro revolucionário da computação.

O capítulo 2 definiu as bases teóricas para o que nos propomos apresentar, em termos práticos, neste capítulo. Sendo assim, vamos construir um Modelo para IA que nos permita avaliar e propor conceitos que julgamos relevantes no contributo à possibilidade da autonomia da Inteligência Artificial. Ademais, a forma de apresentação de alguns resultados será na perspectiva da ACM e IEEE.

3.2 Objecto de Estudo da IA

Notamos ao longo da discussão, no capítulo 2, que sobre a IA recaem, de entre outros, dois aspectos de base, o Método e o Objecto de estudo, sendo que sobre estes aspectos constatamos várias opiniões contraditórias. Neste ângulo, de acordo com a visão tradicional, o que distingue um campo de conhecimento do outro são dois elementos (Sell 2006): o Objecto e o Método. Sendo assim, vamos discutir, neste ponto, o objecto de estudo da IA.

“*Conhece-te a ti mesmo e conhecerás o universo de Deus*” é uma máxima grega atribuída ao sábio Sócrates mas que pode ser, neste contexto, o ponto de partida para a questão: *Qual é o objecto de estudo da IA?*. Mesmo que o homem chegue a conclusão natural de que para se “conhecer a si mesmo”, deve conhecer o homem, a questão pode conservar o sentido que a primeira tinha (Groethuysen 1953).

Nas discussões apresentadas nos capítulos anteriores não discutimos sobre computadores, lógica ou programação, e não foi intencional, mas sim tudo foi em torno do conceito o Homem e por conseguinte, a nosso ver, ficou evidente que o objecto de estudo da IA é o Homem. Nesta direcção, cabe questionar se a IA será uma “MetaCiência” pois, discutir o objecto de estudo - o homem -, transcende a essência do próprio “homem-sujeito” para um “homem-objecto”.

É neste contexto, que Groethuysen (1953) afirma que o homem desde que reflecta sobre si próprio, ultrapassa-se, quer porque encontra em si esse outro elemento que transcende a esfera da sua experiência vital, quer porque se coloca, de algum modo, no conjunto do mundo e se vê a si próprio como uma criatura da natureza.

Por outro lado, o homem, não pode ser compreendido unicamente em função de si mesmo, mas sempre em relação a outra coisa (Groethuysen 1953). “Conhecer-te a ti mesmo” significa, neste sentido: “contempla todo mundo ao teu redor; aprende a contempla-lo, para no seu contacto poderes definir o que tu próprio és e o que significas”. A seguir, conforme mencionamos, vamos abordar o método da IA.

3.3 O Método da IA

A maioria dos cientistas da década 30 à 50, das áreas arroladas na dissertação, tinham um vasto conhecimento multidisciplinar que, em algum momento, poderíamos questionar se eram: filósofos, matemáticos, neuro fisiologistas, electrónicos, biólogos, psicólogos entre outros.

Ainda nesta direcção, por exemplo, Husbands e Holland (2008) afirmam que no movimento cibernético da Inglaterra, “1949 - *The Ratio Club*”, muitos biólogos tinham algum treinamento em Electrónica, Comunicação/Radar e Matemática, vice-versa, e interagiam entre cientistas destas áreas

Se este método multidisciplinar foi adequado ou não, uma coisa é certa, o método das pesquisas destes cientistas ajudou bastante na evolução das ciências e em particular nas áreas multidisciplinares que eclodiram na altura a citar, por exemplo, mas não se limitando: A Cibernética, Ciências Cognitivas, Computação, Biónica, Inteligência Artificial, Vida Artificial, Neurociência entre outras.

Por esta via, é válido começar por questionar qual é o método da IA que junte – de uma só vez - a filosofia, psicologia, ciências computacionais, entre outras, para alcançar os seus propósitos.

Nesta direcção, Marvin Minsky afirma que “*Embora os trabalhos de Inteligência Artificial se baseiem em métodos de outros campos, isso não é uma área interdisciplinar de forma significativa, ela tem seus próprios conceitos, técnicas e “jargões”, e estes estão crescendo*

lentamente para formar uma especialidade organizada” (Minsky 1968 p.6 citado por Boden 2006 p233).

Nesta perspectiva, também, alinhamos na direcção do membro fundador da IA Marvin pois, entendemos em função das discussões do capítulo.2 que a IA deverá ter os seus próprios métodos para poder avançar e ter sucesso. Sendo assim, a seguir vamos propor um método para IA.

3.3.1 Modelo de Ciclo de Vida da Inteligência Artificial (MCVIA)

Entenda-se por MCVIA como um modelo de alto nível que objectiva ilustrar a *Entrada, Processamento e Saída* de um processo completo em termos de método de direcção, planificação e raciocínio de qualquer actividade ou pesquisa da IA. Este modelo tem como objectivo, principal, responder os aspectos levantados na situação problemática e problema científico.

O modelo de ciclo de vida da IA, aqui proposto, deverá responder em termos práticos as questões levantadas na problemática e problema científico sobre a possibilidade do “*Estatuto Científico*” da IA a saber: “*o ser e não ser da IA*”, “*Colocar tudo junto na IA*”, “*Workshop RAISE*”, “*corpo do conhecimento da IA*”, “*O futuro revolucionário da computação com suporte as disciplinas não-computação*” e “*Disputas em torno da IA*”.

Nesta direcção, e em suporte as nossas constatações, Russell e Norvig (2010 p.3) afirmam que “*se nós vamos dizer que um dado programa «computador» pensa como humanos, nós devemos ter alguma forma de determinar como o homem pensa. Nós precisamos entrar e perceber como a mente humana funciona. Uma vez termos um número suficiente de teorias precisas da mente, torna-se possível expressar a teoria em um programa de «computador»*”.

Sendo assim, com base nas relações de dependência (Entender, Construir e Simular) vistas no Capítulo 2, propomos o seguinte esquema do Modelo ciclo de vida para a Inteligência Artificial, Vide figura 3.1:

Figura 3. - Modelo de Ciclo de vida da Inteligência Artificial

Funcionamento do Modelo

Neste Modelo de Ciclo da IA, a faculdade de interesse, ou de destaque é a inteligência (Input e output do Modelo). Por esta via, é comum afirmarmos:

- Entender a Inteligência (Métodos que permitem entender a inteligência);
- Simular a Inteligência (Métodos que permitem simular a inteligência);
- Construir um animal que exiba a faculdade inteligente (Métodos que permitem construir a inteligência);
- Testar a Inteligência (Métodos que permitem testar a inteligência).

Todavia, o acto inteligente pode, de entre outras formas, ser observado pela manifestação de um determinado comportamento, neste caso comportamento Inteligente. Dai, também, referenciarmos na literatura:

- Entender o Comportamento (Métodos que permitem entender o comportamento),
- Simular o Comportamento (Métodos que permitem simular o comportamento);
- Construir o Comportamento Animal em Máquinas reais (Métodos que permitem construir o comportamento);
- Testar o Comportamento (Métodos que permitem testar o comportamento).

Por outro lado o Modelo de ciclo de vida da IA impõe o seguinte:

- (1)Um método sequencial (dependente), isto é, não se pode “simular” sem “entender”; não se pode “construir” sem “simular” e, por fim, não se pode “testar” sem “construir”;
- (2)O “teste” é bidireccional apenas para a fase de “construir” impondo, desta feita, a sequência dependente do modelo;
- (3)Um método multidisciplinar pois, cada fase abarca consigo uma ou várias áreas específicas do saber. Por exemplo, as disciplinas da área de “entender” (ciências humanas, sociais e da vida) não são as mesmas da área da “construção” (computação, engenharias).

- (4)O método advoga que ao fazer determinada pesquisa na IA devemos, muito claramente, especificar em que fase do ciclo da IA nos encontramos pois, a fase condiciona o método.

No caso de estudo vamos ilustrar a aplicabilidade dos métodos aqui propostos. Sendo assim, pelo proposto acima, nos pontos anteriores, julgamos poder formular uma definição unificadora para a IA.

3.3.2 Uma Definição para IA

Podemos começar por considerar a IA como uma prática, ou concretização, da Filosofia, ciências humanas, sociais e da vida na medida em que deve, em última instância, tornar o “homem-objecto”, objecto de estudo de todas elas, em um “homem-artificial”.

Sendo assim, com base nas discussões dos capítulos e pontos anteriores, a Inteligência Artificial pode ser definida da seguinte forma:

Um curso ou área de conhecimento da computação que vai buscar conhecimentos, por um lado, da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida e, por outro lado, conhecimento das Ciências Exactas e da Terra para “Entender, Simular, Construir e Testar” o Animal (Inteligência ou comportamento) em Máquinas Reais de modo a melhorar a sua condição animal, social, cultural e tecnológica.

A definição elucida o seguinte:

- (1)O real ecossistema da IA: Como vimos no capítulo 2 todas as disciplinas do conhecimento são válidas para o alcance dos propósitos da IA.
- (2)A IA é um curso da Computação: Julgamos conveniente, este posicionamento, pelo facto de a IA ter formalmente nascido na computação e ter convivido com está cerca de 58 anos.
- (3)O Objecto de estudo da IA é o Homem. A máquina (computador) é apenas uma ferramenta para os propósitos da IA;

Vamos de seguida avaliar a autonomia da IA.

3.4 Nova Disposição dos Cursos na Computação

Neste estágio, com a definição da IA junto com seu objecto e método podemos avançar para a avaliação da autonomia da IA na computação.

3.4.1 Histórico da Autonomia dos cursos da Computação

Vamos iniciar a avaliação apresentando os grandes momentos (anos) em que a disposição e avaliação das disciplinas na computação foram efectivadas.

Primeiro Período 1970

Durante 1970, ambos os organismos ACM e IEEE-CS formaram comités para revisão do currículo de ciências computacionais (ACM e IEEE-CS 2001). O cenário mais comum é que as Ciências Computacionais surgiram de um departamento de matemática na década de 1970. Posteriormente, o departamento de Matemática se transformou em um Departamento de Matemática e Ciências Computacionais. Outrossim, nas universidades que tiveram um programa de engenharia eléctrica, era comum as ciências computacionais crescerem da engenharia eléctrica, vide figura 3.2.

No entanto, esta separação suscitou várias controversas pois, muitos consideravam que a CS não podia ser um curso legítimo na computação, isto é, esta era considerada uma plataforma de pesquisa da matemática (ACM e IEEE-CS 2006).

Nesta direcção, inicialmente tínhamos 3 grandes grupos de cursos:

- Ciências Computacionais (CS);
 - o Engenharia de Software (ES);
- Engenharia Eléctrica (EE);
 - o Engenharia de Computadores (EC);
- Sistemas de Informação (SI);

1970

Figura 3. - Evolução das Ciências Computacionais na Computação

Segundo Período 1990

Segundo a ACM e IEEE-CS (2006), durante a década 90 importantes mudanças na tecnologia da comunicação e computação e no impacto tecnológico na sociedade levaram a importantes mudanças na família dos cursos.

Após a separação das ciências computacionais da matemática e/ou engenharia eléctrica assistimos, da mesma forma, a Engenharia de Software (ES) e a Engenharia de Computadores (EC) se tornarem cursos autónomos na Computação.

Neste período, do mesmo modo, surgiu o curso de Tecnologia de Informação. Sendo assim, a computação ficou com 5 cursos:

- Ciências Computacionais (CS);
- Engenharia de Computadores (EC);
- Sistemas de Informação (SI);
- Tecnologia de Informação (TI) e
- Engenharia de Software (ES), vide figura 3.3.

Figura 3. - Disposição dos Cursos da Computação (Fonte: ACM, IEEE-CS 2006)

Podemos observar que na perspectiva de áreas de conhecimento os cursos da computação estão agrupados em 3 áreas: Área de Hardware, Área de Software e Área de Necessidades Organizacionais. Em termos de zonas de proximidade podemos ver que a área de Hardware tem uma relação forte com a área de Software via curso de Engenharia de Computadores. Portanto, o curso de Engenharia de Computadores abarca, por um lado, aspectos da Engenharia eléctrica e, por outro lado, aspectos de Ciências computacionais e Engenharia de Software. A seguir apresentamos, como proposta, o terceiro período de evolução.

3.4.2 IA como Curso Autónomo na Computação

Terceiro Período

Neste ângulo, esta pesquisa propõe com base nas discussões do capítulos 2 e pontos anteriores uma mudança no Currículo da Computação ajustando-a a nova realidade mundial. Portanto, a Inteligência Artificial deverá se separar das Ciências Computacionais e progredir, individualmente.

Nesta perspectiva, com esta proposta a computação ficaria com 6 cursos:

- Ciências Computacionais (CS);
- Engenharia de Computadores (EC);
- Sistemas de Informação (SI);
- Tecnologia de Informação (TI);
- Engenharia de Software (ES) e
- Inteligência Artificial (IA), vide figura 3.4.

Em termos de áreas de agrupamento, pela discussão observada nos capítulos anteriores (1, 2) científico notamos a ausência da dimensão humana na computação. Sendo assim, propomos a quarta área do conhecimento a qual designaremos: Estrutura Humana. Nesta direcção a IA vai abarcar todas áreas (Hardware, Software, Necessidade organizacionais e Estrutura humana). Vide figura 3.4.

Outrossim, de referir que a dimensão (ou área de conhecimento) Estrutura Humana engloba a Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e as Ciências da Vida bastante discutidas nos capítulos 1 e 2.

Situação Proposta: Nova organização para os Cursos da Computação na ACM/IEEE:

Figura 3. - Disposição Proposta para os Cursos da Computação (Fonte: ACM, IEEE-CS 2006 Adaptado)

Desta feita, pelo exposto anteriormente consubstanciado pela figura 3.4 apresentada acima avaliamos que é possível a IA ser um curso autónomo na computação e, desta forma, possuir seu estatuto científico próprio.

3.5 Considerações Finais

Notamos que o processo de separação de determinada área de conhecimento na academia nunca foi algo consensual. Neste contexto, como vimos, por exemplo, a separação das

Ciências Computacionais da Matemática suscitou vários debates acalorados entre os cientistas.

Alguns mais cépticos não acreditavam que as Ciências Computacionais poderiam ser um campo independente nas ciências (Computação). Por esta via, é notório hoje, em algumas universidades do mundo, a conservação do estatuto de Departamento de Matemática e Ciências Computacionais ou, como no MIT, Departamento de Engenharia Eléctrica e Ciências computacionais.

Outrossim, notamos que a separação da Engenharia de Software (ES) das Ciências Computacionais, também, suscitou debates acalorados. Hoje tanto as Ciências Computacionais como a Engenharia de Software atingiram uma maturidade, autonomia, inquestionável e são campos com seu próprio estatuto científico (e Corpo do conhecimento) na computação.

Por esta via, concluímos que a IA terá o mesmo percurso até efectivamente se tornar autónoma na computação. A possibilidade da sua autonomia é fortemente sustentada pelo facto dos seus objectivos, métodos e objecto de estudo, segundo a pesquisa, serem diferentes das ciências computacionais.

O ponto máximo desta dissertação foi alcançado neste capítulo com o desenvolvimento de um Modelo de ciclo de vida da IA. Este modelo será a base do caso de estudo da Dissertação, portanto, toda a análise será baseada neste modelo.

Nesta perspectiva, no próximo capítulo vamos ilustrar a prática desta possibilidade em dois casos de estudo.

CAPÍTULO.4 Caso de Estudo: O Modelo Curricular da IA

Capítulo.4 Caso de Estudo: O Modelo Curricular da IA

4.1 Introdução

O objectivo deste capítulo é propor, na prática, do ponto de vista curricular, toda discussão e abordagens efectuadas nos capítulos anteriores. Destacamos, neste capítulo, a ilustração prática da aplicabilidade do Modelo do ciclo de vida da Inteligência Artificial, desenvolvido, e a significância da relevância da IA na actualidade.

Portanto, como referimos no problema científico estamos particularmente preocupados em como as disciplinas que vão revolucionar a computação (Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida) serão enquadradas no futuro currículo da computação de modo a moldar a direcção de pesquisa na computação.

Desta feita, propomo-nos a praticar dois casos de estudo. O primeiro caso de estudo é um caso ideal do futuro, embora já esteja em implementação parcial em algumas universidades visitadas da amostra. O segundo caso de estudo pode ser aplicado em países em que a IA ainda está em fase de maturação.

A forma de apresentação dos casos de estudo será na abordagem da ACM e IEEE em relação aos cursos da computação.

4.2 Amostra do Levantamento de Dados

Foram visitados ao longo da pesquisa as instituições (e respectivos documentos publicados) na tabela 4.1 abaixo:

Tabela 4. - Fonte de Recolha de Dados da Pesquisa

Fonte de Recolha	Factos, Dados Recolhidos	Ano de consulta ou publicação
Times Higher Education	IA Curriculum do Ranking Top 10, Top 100 e Top	2011/12;2012/13;
	200 das melhores Universidades do Mundo	2013/14
	CS Curricula	2013
ACM e IEEE	CS Curricula <i>Strowman e Ironman Draft</i>	2012, 2013
	CS Curricula	2001, 2008
	Computing Curriculum	2005
	Curriculum CE	2004
	Curriculum SI	2010
ACM e AIS	SWEBOK	2004, 2010 Draft
IEEE	RAISE 2013	2012
IEEE/ACM - ICSE	Currículo da CS Modular	1984, 1994
UNESCO		
INCOSE	CS Curricula e Projecto Nigéria	2004
	Documento de Visão da Engenharia de Sistemas	2007
	2020	
Revista Cérebro & Mente	Literatura da Neurociência	2007
AAAI	Educação da IA	2010 - 2014
Universidade de Reading da	<i>Papers</i> do Cientista Profº Drº Kevin Warwick	2013
Inglaterra	(Professor de Cibernética, Robótica e Biónica)	
MIT e Harvard	Literatura da IA, Projectos sobre Inteligência,	2013
	Seminários, Entrevistas	
Machine 2 Machine; Machines	Estado de Arte da Inteligência Artificial na	2014
Like Us; Internet of Everything	academia, indústria, comercio e sociedade.	
World; ABI Research; ITU-T;		
European Communication		
Universidade Eduardo	Dissertação de Mestrado de Olumene 2010	2010
Mondlane, DMI	(Definição do Problema, Recomendações,	
	Conclusão)	
	Palestrante de Seminários sobre tendências da IA.	2013, 2014

Por esta via, vamos iniciar com a apresentação das disciplinas da IA.

4.3 Disciplinas da IA na Computação

Adiante, resumimos as disciplinas que foram arroladas no capítulo 2 desta pesquisa. Sendo assim, começamos por propor as disciplinas básicas da Inteligência Artificial. Vide tabela 4.2.

Tabela 4. - Competências Nucleares da IA

Curso da Computação	Competências nucleares da IA	Disciplinas base da IA	Método da IA
Inteligência Artificial	Filosofia	Filosofia	Entender
	Matemática	Matemática Biologia Física	Simular, Construir Entender Construir, Simular

Segundo o Modelo de ciclo de vida da Inteligência Artificial, proposto no capítulo anterior, propomos as seguintes correntes (ou ramos) de disciplinas:

- Disciplinas que permitem ao estudante “entender” o Homem (Ramo da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida);
- Disciplinas que permitem ao estudante “simular” as faculdades humanas (Ramo das Ciências Computacionais, Engenharias e disciplinas transversais);
- Disciplinas que permitem ao estudante “construir” o Homem Artificial (Ramo da Engenharia Eléctrica, de Computadores e Mecânica);
- Disciplinas que permitem “testar” o Homem Artificial. De referir que estas disciplinas são sustentadas pelos três ramos acima, isto é, todas juntas. Vide tabela 4.3 e 4.4.

Tabela 4. - Disciplinas do Conhecimento da IA

Curso da Computação	Áreas do conhecimento	Disciplinas do conhecimento da IA	Método da IA
Inteligência Artificial (IA)	Ciências Humanas e Sociais (CHS)	Antropologia (AT)	Antropologia Cognitiva (AC)
		Sociologia (SL)	Antropologia Social (AS) Psicologia Social (PS)
		Psicologia (PS)	Ciências Cognitivas (CC) Psicologia do Desenvolvimento (PD) Psicologia Cognitiva (PC)
		Economia (EN) História (HS) Direito (DR) Ciências Políticas (CP) Linguística (LG) Biologia (BL)	
	Ciências da Vida (CV)	Fisiologia (FS)	Fisiologia Animal (FA) Fisiologia do Cérebro (FC)
		Neurociência (NR)	Neurociência Cognitiva (NC)
	Filosofia (FL)	Medicina (NA)	Anatomia (AN)
		Lógica (LG)	
			Entender e Testar
			Entender

Ciências Exactas e da Terra (CET)	Filosofia das Ciências (FC)	
	Filosofia da Mente (FM)	
	Computação (CP)	Simular, Construir e Teste
	Engenharia Mecânica (EM)	
	Engenharia Electrónica (EL)	
	Matemática (MT)	
	Física (FC)	

Realçamos na tabela 4.3, acima, a aplicação do método da IA na última coluna.

Tabela 4. - Disciplinas Transversais da IA

Curso da Computação	Disciplinas do conhecimento da IA	Disciplinas Transversais (ou de Cruzamento) da IA	Método da IA
	Psicologia	Psicologia	
		Computacional	

Inteligência Artificial (IA)

		Simulação
Computação		
Psicologia		
	Neurociência	
	Computacional	
Neurociência		

Computação Linguística	Linguística Computacional	
Computação Filosofia da Mente Psicologia Biologia	Computação Afectiva Vida Artificial / Biologia Computacional / Bioinformática	
Computação Sociologia	Sistemas MultiAgentes / Sociologia Computacional	
Antropologia Ciências Políticas Psicologia Economia Computação Economia	Economia Computacional	
Computação Biologia Computação Psicologia História Biologia	Computação Evolutiva Biónica / Biotecnologia / Engenharia Genética / Nanotecnologia / Computação Quântica	Construção
Computação Electrónica Medicina Mecânica		

As disciplinas de cruzamento, na tabela 4.4, só podem ser feitas depois de completar as disciplinas que as constituíram. Isto é, por exemplo, para frequentar a disciplina psicologia computacional é suposto ter créditos da Psicologia cognitiva e Psicologia de desenvolvimento. A seguir vamos apresentar os casos da dissertação.

4.4 O Caso Ideal do Futuro Modelo Curricular da IA na Computação

4.4.1 O Espaço Problema da IA na Computação

Segundo a ACM e IEEE-CS (2006) a visão do *espaço problema* visa, de uma forma gráfica, ilustrar as diferenças e aspectos comuns entre os cursos na computação. De referir que na literatura e Anexo.A, podemos ver as dimensões espaço problema para os restantes cursos da computação mencionadas anteriormente, isto é, espaço problema dos seguintes cursos: Curso de Ciências Computacionais, Engenharia de computadores, Tecnologias de informação, Sistemas de Informação, e Engenharia de software.

Na vertical, vide Anexo.A e figura 4.1, começa da dimensão pessoa (SI e aspectos organizacionais) e desce até aspectos de Hardware (Arquitectura e Hardware de computador). Nesta perspectiva, conforme o proposto no capítulo anterior, acrescentamos a esta pesquisa, a dimensão “*Estrutura humana*” no topo do eixo vertical, junto a dimensão humana da ACM/IEEE, e mantivemos o eixo horizontal, vide adiante. A “*Estrutura humana*” visa enfatizar ou enaltecer o lado anatómico e de construção do homem artificial.

Figura 4. - O Espaço Problema da IA na Computação (Fonte: ACM, IEEE-CS 2006 Adaptado)

Definido o espaço problema da IA vamos iniciar com mapeamento das disciplinas de acordo com esta abordagem.

4.4.2 Mapeamento das disciplinas da IA por semestre

As disciplinas do 1º e 2º ano visam potenciar os estudantes, de conhecimentos Teóricos/Filosóficos sobre o objecto em estudo. Por outro lado, as disciplinas do 3º ano caracterizam-se por serem multidisciplinares e visam dotar aos estudantes de habilidade experimentais (ou laboratoriais) com foco em Programação e Modelação. Portanto, praticamente todas as disciplinas do 3º ano abordam os Modelos Computacionais do objecto

de estudo em questão. Vide tabelas 4.5, 4.6 e 4.7. Vamos ilustra o mapeamento baseando-se no Modelo do ciclo de vida da IA proposto no capítulo anterior.

Tabela 4. - Horizonte Temporal do Método e Disciplinas da IA

Entender (2 disciplinas cada Ramo)		Simular (2 disciplinas cada Ramo)	Construir e Testar (2 disciplinas de cada Ramo)	
1 Ano	2 Ano	3 Ano	4 Ano	
Ramo da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vidas (FHSV)			CP e EG	
Ramo da Computação (CP)				
Ramo das Engenharias (EG)				

Abordaremos, apenas, algumas disciplinas do Ramo da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida que julgamos fornecerem alguma base de apoio para um futuro currículo da Inteligência Artificial.

Tabela 4. - Dependências das Disciplinas do 1 e 2 Ano

Proposta de Disciplinas Básicas do Futuro Curricula da Inteligência Artificial (IA) (Ramo da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida) (2 disciplinas de cada Ramo por semestre)			
I Semestre (1º Ano)	II Semestre (1º Ano)	III Semestre (2º Ano)	IV Semestre (2º Ano)
Introdução a IA, Filosofia, Ciências Humanas e da vida	Introdução a Sociologia (Psicologia Social) e Antropologia (Cognitiva)	Psicologia Cognitiva	Psicologia de Desenvolvimento
Ramo da Computação e Engenharias	Filosofia da Mente	Fisiologia do Cérebro	Neurociência
		Ramo da Computação	
		Ramo da Computação	
		Ramo das Engenharias	
		Ramo das Engenharias	

Tabela 4. - Dependências das Disciplinas do 3 e 4 Ano

Proposta de Disciplinas Básicas do Futuro Curricula da Inteligência Artificial (IA) (Ramo da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida) (2 disciplinas de cada Ramo por semestre)			
V Semestre (3º Ano)	VI Semestre (3º Ano)	VII Semestre (4º Ano)	VII Semestre (4º Ano)
Sociologia, Psicologia e Antropologia Computacional	Linguística Computacional	Inteligência Artificial Aplicada	
			Todos os Ramos
Neurociência	Vida Artificial, Biologia	Ramo da	
Computacional	Computacional, Computação Evolucionária	Computação	
		Ramo das	
		Engenharias	

Ramo da Computação (CP)
Ramo da Computação (CP)
Ramo das Engenharias (EG)
Ramo das Engenharias (EG)

4.4.3 Mapa de Pesos Comparativos de Tópicos da Computação por Curso

Na tabela 4.8, adiante apresentamos na coluna a esquerda as áreas da computação e as competências que os alunos estudam em cursos de computação. Nossa pesquisa acrescentou, a estas tabelas, o curso de Inteligência Artificial, suas áreas fundamentais e respectivos pesos. Em relação as áreas fundamentais, optamos por colocar as áreas ou disciplinas de cruzamento da IA por serem mais representativas, isto é, ilustrarem o lado Filosófico da Computação. Vide partes finais da tabela 4.8.

Os valores (pesos) da tabela 4.8 e 4.9 variam entre 0 (mais baixo) e 5 (mais alto) e representam a importância relativa de cada tipo de programa de graduação de computação sendo apenas ilustrativos (ACM e IEEE-CS 2006). Estes valores não têm a intenção de representar as medidas exactas da ênfase a cada curso. Para cada um dos cinco tipos de programas de graduação, cada tópico contém dois valores: um na coluna mínimo (min) e outro na coluna máximo (max).

O mínimo valor representa a ênfase mínima geralmente colocado sobre o assunto, conforme especificado no currículo para cursos de computação. O valor máximo representa a maior ênfase que normalmente pode ocorrer dentro da latitude fornecida pelo currículo para aquele grau (ACM e IEEE-CS 2006),

Cada disciplina permite aos estudantes alguma latitude na escolha de uma área de especialização e exige que o programa de estudo de um aluno vá além dos mínimos definidos no currículo. Também, é permitido a cada instituição o estabelecimento de exigências maiores que aquelas definidas nos Mapa de pesos.

Como vimos no capítulo.3 (Autonomia dos cursos da computação), a IA está fortemente relacionada a Engenharia de Computadores, Engenharia de Software, Ciências Computacionais e Sistemas de Informação. Nesta perspectiva, como critério de preenchimento e de acordo com o espaço problema visto anteriormente optamos por adicionar (copiar) os pesos máximos entre a EC, ES, CS e SI nos pesos da IA.

Para as disciplinas específicas da IA, “Estrutura humana”, vide tabela 4.8, apenas preenchemos os pesos para a IA. Em relação aos restantes cursos optamos por colocar peso “0” assumindo que não constituem seu objecto de estudo.

Na tabela 4.9, adiante apresentamos na coluna a esquerda as áreas “*não computação*” e as competências que os alunos estudam em cursos de computação. Nossa pesquisa acrescentou, a estas tabelas, o curso de Inteligência Artificial, suas áreas fundamentais e respectivos pesos. Nesta tabela usamos o critérios de copiar os pesos dos SI (máximos) pois as Ciências computacionais tem peso “0”.

Tabela 4. - Mapa de Pesos de Tópicos de Computação com a IA (Fonte: ACM, IEEE-CS 2006 Adaptado)

Áreas de Conhecimento (Tópicos)	CE		CS		IA		IS		IT		SE	
	Min	Max										
Fundamental da Programação	4	4	4	5	5	5	2	4	2	4	5	5
Programação Integrativa	0	2	1	3	2	4	2	4	3	3	1	3
Algoritmos e Complexidade	2	4	4	5	4	5	1	2	1	2	3	4
Organização e Arquitectura de Computadores	5	5	2	4	5	5	1	2	1	2	2	4
Princípios e Desenho de Sistemas Operativos	2	5	3	5	3	5	1	1	1	1	3	4
Configuração e Uso de Sistemas Operativos	2	3	2	4	3	5	2	3	3	5	2	4
Desenho e Princípios de Redes centralizadas	1	3	2	4	3	4	1	3	3	4	2	4
Configuração e Princípios de Redes Centralizadas	1	2	2	3	4	5	2	4	4	5	2	3
Plataformas Tecnológicas	0	1	0	2	2	4	1	3	2	4	0	3
Teoria de Linguagens de Programação	1	2	3	5	3	5	0	1	0	1	2	4
Interacção Homem Computador	2	5	2	4	4	5	2	5	4	5	3	5
Gráficos e Visualização	1	3	1	5	1	5	1	1	0	1	1	3
Sistemas Inteligentes	1	3	2	5	2	5	1	1	0	0	0	0
Teoria de Gestão da Informação	1	3	2	5	2	5	1	3	1	1	2	5
Prática de Gestão da Informação	1	2	1	4	4	5	4	5	3	4	1	4
Computação Científica (Método numérico)	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
Legal, Profissional, ética, Sociedade	2	5	2	4	2	5	2	5	2	4	2	5
Desenvolvimento de Sistemas de Informação	0	2	0	2	5	5	5	5	1	3	2	4

Análise de Requisitos de negócio	0	1	0	1	5	5	5	5	1	2	1	3
e-business	0	0	0	0	4	5	4	5	1	2	0	3
Análise de técnicas de requisitos	2	5	2	4	3	5	2	4	3	5	3	5
Fundamento de engenharia para SW	1	2	1	2	2	5	1	1	0	0	2	5
Engenharia Económica para SW	1	3	0	1	2	3	1	2	0	1	2	3
Análise e Modelação de Software	1	3	2	3	4	5	3	3	1	3	4	5
Desenho de Software	2	4	3	5	5	5	1	3	1	2	5	5
Validação e verificação de Software	1	3	1	2	4	5	1	2	1	2	4	5
Evolução de Software (Manutenção)	1	3	1	1	2	4	1	2	1	2	2	4
Processo de Software	1	1	1	2	2	5	1	2	1	1	2	5
Qualidade de Software	1	2	1	2	2	4	1	2	1	2	2	4
Engenharia de Sistemas de Computador	5	5	1	2	5	5	0	0	0	0	2	3
Lógica Digital	5	5	2	3	5	5	1	1	1	1	0	3
Sistemas embebidos	2	5	0	3	2	5	0	0	0	1	0	4
Sistemas Distribuídos	3	5	1	3	3	5	2	4	1	3	2	4
Princípios e aspectos de segurança	2	3	1	4	1	4	2	3	1	3	1	3
Implementação e gestão da segurança	1	2	1	3	3	5	1	3	3	5	1	3
Administração de sistemas	1	2	1	1	3	5	1	3	3	5	1	2
Gestão da organização de SI	0	0	0	0	3	5	3	5	0	0	0	0
Integração de sistemas	1	4	1	2	4	5	1	4	4	5	1	4
Digital media development	0	2	0	1	3	5	1	2	3	5	0	1
Suporte técnico	0	1	0	1	5	5	1	3	5	5	0	1
Filosofia da Mente (Estrutura Humana)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Antropologia Computacional (Estrutura Humana)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Sociologia Computacional (Estrutura Humana)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Psicologia Computacional (Estrutura Humana)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Linguística Computacional (Estrutura Humana)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Neurociência computacional (Estrutura Humana)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0

Tabela 4. – Mapa de Pesos de Tópicos não-computação com a IA (Fonte: ACM e IEEE-CS 2006 Adaptado)

Áreas de Conhecimento (Tópicos)	CE		CS		IA		IS		IT		SE	
	Min	Max										
Teoria Organizacional	0	0	0	0	1	4	1	4	1	2	0	0
Teoria de decisão	0	0	0	0	3	3	3	3	0	1	0	0
Comportamento Organizacional	0	0	0	0	3	5	3	5	1	2	0	0
Gestão da Mudança Organizacional	0	0	0	0	2	2	2	2	1	2	0	0
Teoria Geral dos Sistemas	0	0	0	0	2	2	2	2	1	2	0	0
Gestão do Risco (Projectos e Risco de Segurança)	2	4	1	1	2	4	2	3	1	4	2	4
Gestão de Projectos	2	4	1	2	4	5	3	5	2	3	4	5
Modelos de Negócio	0	0	0	0	4	5	4	5	0	3	0	0
Áreas funcionais de negócio	0	0	0	0	4	5	4	5	0	3	0	0
Avaliação do desempenho do negócio	0	0	0	0	4	5	4	5	0	0	0	0
Sistemas e circuitos	5	5	0	2	5	5	0	0	0	1	0	0
Electrónica	5	5	0	0	5	5	0	0	0	1	0	0
Processamento Digital de Sinais	3	5	0	2	3	5	0	0	0	0	0	2
Desenho VLSI	2	5	0	1	2	5	0	0	0	0	0	1
Teste de HW e Tolerância a falhas	3	5	0	0	3	5	0	0	0	2	0	0
Fundamentos matemáticos	4	5	4	5	4	5	2	4	2	4	3	5
Comunicação interpessoal	3	4	1	4	3	5	3	5	3	4	3	4

4.4.4 Guia do Plano Temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA

Os tópicos (conteúdos) apresentados adiante não se limitam ao exposto, apenas, pretendemos ilustrar um modelo de guia para a IA. De realçar, que os objectivos de aprendizagem são definidos em função do Método da IA (Modelo de ciclo de vida da IA) proposto anteriormente.

FS/ Introdução a IA, Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida [Principal]

Tópicos:

- Filosofia das Ciências (Origem, Natureza, Classificação, Paradigmas/Metáforas, Metodologia Científica e Filosófica);
- Problemas filosóficos (Relação Corpo-Mente, Pode a máquina pensar?, Livre-arbítrio, Teste de Turing, Argumento do Quarto Chinês);
- Introdução a Inteligência Artificial (Metáfora simbólica, conexionista e genética; Aplicações da IA na indústria e Comércio).

Objectivos de Aprendizagem: Método “Entender”;

1. Visão geral do Curso;
2. Disciplina que visa introduzir as várias áreas do conhecimento ilustrando e justificando suas possíveis relações;
3. Despertar interesse, motivação e curiosidades pelo curso.

No anexo.C apresentamos outras disciplinas “*não-computação*” apresentadas nas tabelas 4.6 e 4.7.

4.5 O Caso da Disciplina da IA no DMI em Moçambique

O Departamento de Matemática e Informática (DMI) é um Departamento académico da Faculdade de Ciências da UEM. Pela sua natureza, é uma unidade científica da Faculdade que engloba um conjunto de áreas científicas afins, capazes de leccionar, desenvolver a investigação e extensão.

As principais áreas de investigação são: Matemática, Informática (por exemplo: Sistemas Inteligentes), Estatística e Ciências de Informação Geográfica.

O currículo da Disciplina da IA no DMI esta, neste momento, em fase de actualização para aprovação no novo programa curricular de 4 anos. Nesta pesquisa vamos nos basear no currículo de 2009 para 3 anos.

Para este segundo caso de estudo observamos que é dada maior ênfase a fase de <<Simular>> (Fase [*CORE(Principal)*]) e, por esta via, maior profundidade a Matemática/Programação vide Anexo.D. No entanto, e como referimos, o método da IA é determinístico, isto é, não se pode modelar ou programar antes de <<Entender>>. Por esta via, vamos propor a parte de entender neste programa temático.

4.5.1 Guia do Plano temático da Disciplina da IA no DMI Adaptado

Tópicos de IA / Seminários de IA

Tópicos:

1. Introdução a IA (Clássica e Distribuída):
 - Estado de Arte da IA (Histórico, Paradigmas e Metáforas);
2. Breve Introdução a Filosofia da Mente, Ciências Cognitivas e Fisiologia do cérebro (O que é Inteligência e Comportamento Inteligente ?);
3. Agentes Inteligentes:
 - Tipos, Arquitecturas e classificação de ambiente de Agentes;
 - Introdução aos Sistemas MultiAgentes; Modelos Baseados em Agentes e Simulação Social Baseada em Agentes;
4. Representação do Conhecimento e Raciocínio:
 - Introdução aos Sistemas Especialistas e Baseados em Conhecimento (Introdução a Ontologia e Epistemologia).
5. Aprendizagem Automática:
 - Introdução ao Desenvolvimento Cognitivo, da Linguagem e da Aprendizagem;
6. Inteligência Artificial Avançada e Aplicada

- Breve Introdução a Computação Afectiva (Interacção Homem Computador, *Brain Computer Interface*);
- Breve Introdução a Computação Quântica/Evolucionária e a Vida Artificial;
- IA na Indústria e Comércio (Introdução a *Machine to Machine e Ambient Intelligence/Smart Home, Big Data*);
- Ética e os Problemas Filosóficos da IA;
- O Futuro da IA e Direcções de Pesquisa.

Objectivos de Aprendizagem: Método da IA (<<Entender>>[*CORE(Principal)*]);

<<Simular>>: <<Construir>> e <<Testar>>):

1. Analisar, Modelar, Desenvolver, Testar e Implementar Sistemas/Software Inteligentes.

4.6 Considerações Finais

Notamos que o foco dos cursos da nossa amostra é na sua maioria na perspectiva da IA Clássica (tradicional) e não numa perspectiva moderna (IAD). Isto é, em poucas universidades encontramos cursos de ciências computacionais ou IA, com uma abordagem explícita da Sociologia (Psicologia Social), Psicologia do Desenvolvimento, Antropologia (Social, cultural e cognitiva), Filosofia, Economia, Política ou ainda, “tudo junto” como referiu o membro fundador da IA Marvin Minsky.

Esta dissertação advoga que o futuro e revolução na computação (ou ponto de ruptura) é exactamente este aspecto – do colocar todo junto – pois, estas disciplinas “*não-computação*” são a base das revoluções tecnológicas que temos assistido.

Por outro lado, entendemos que é necessário que se abra espaço ou caminhos para uma correcta educação – treino - de um futuro profissional da Inteligência Artificial. Devemos ter a consciência que a educação para a IA é um processo complexo e longo a medida, naturalmente, do objecto de estudo: O Homem.

Portanto, o estudante deve ser treinado, logo nos primeiros anos, a possuir habilidades em raciocínio matemático, filosófico e de ciências humanas, sociais e da vida. Só assim, no nosso entender, o estudante terá a abstracção necessária para resolver os problemas da IA ou formular de forma correcta um problema, quer do ponto de vista Filosófico/ Matemático, para que outros especialistas mais abalizados resolvam. No próximo capítulo vamos discutir os resultados aqui obtidos.

CAPITULO.5 Discussão de Resultados da Pesquisa

CAPITULO.5 Discussão de Resultados da Pesquisa

5.1 Introdução

Nos propusemos a demonstrar a Relevância do Curso da Inteligência Artificial (IA) na actualidade como contributo para a definição do seu Corpo de Conhecimento (AIBOK) na Computação e, desta forma, definimos um conjunto de objectivos para este alcance com particular destaque ao momento elevado desta dissertação, isto é, a construção de um método o qual designamos Modelo do ciclo de vida da Inteligência Artificial e o Desenho de um futuro currículo da IA na computação.

A nossa investigação foi conduzida basicamente por questões e hipóteses como *Qual a melhor abordagem para a resolução dos problemas da Inteligência Artificial e Como a Influência da Filosofia, Ciências humanas, Sociais e Ciências da Vida vão moldar o futuro ou as direcções de pesquisa na Computação* em termos, por exemplo, do currículo dos cursos da computação .

Sendo assim, obtivemos os seguintes resultados: *Uma Definição para IA, Modelo de Ciclo de Vida da IA; Definição das Competências Nucleares da IA; Definição das Disciplinas Básicas e Gerais da IA, Nova Organização para as Disciplinas da Computação na ACM/IEEE; Definição do Espaço Problema da IA na computação; Definição das Disciplinas da IA por semestre; Montagem do Mapa de Pesos por tópicos; Definição do Guia de Plano temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA.*

Desta feita, neste capítulo, vamos discutir se os objectivos definidos, perguntas de investigação e hipóteses apresentadas, no início da pesquisa, espelham os resultados alcançados. Como temos vindo a referir a forma de apresentação dos resultados foi baseada na ACM e IEEE.

5.2 Discussão do Corpo do Conhecimento da IA na Computação

Corpo do conhecimento é um conjunto de conceitos (práticos e teóricos) acumulados, testados e promulgados, consensualmente, sobre uma determinada área do conhecimento sendo, este, um dos pilares principais para o alcance do “*Estatuto Científico*” de determinada área de conhecimento. O corpo do conhecimento que propusemos nesta dissertação, AIBOK, está alinhado com a forma de abordagem dos seus pares na computação.

Um dos aspectos importantes na definição do corpo do conhecimento é a determinação das disciplinas que a constituem. Embora cursos afins possam partilhar determinadas disciplinas em comum, existem aquelas que apenas pertencem a determinada curso constituindo o “*CORE*” desse curso. Sendo assim, foi necessário, intencionalmente, dissertar com algum detalhe sobre esta questão. Este exercício foi feito no capítulo 2.

Após o término do capítulo 2 pudemos tipificar as disciplinas do corpo do conhecimento em 3 vertentes: (1) Disciplinas da Filosofia; (2) Disciplinas das Engenharias e Computação e (3) Disciplinas das Ciências Humanas, Sociais e da vida. De seguida, nesta direcção, começamos por apresentar o Objecto e Métodos da IA. Vide adiante.

5.2.1 Discussão do Objecto e Método da IA

A construção do Modelo de Ciclo de Vida da IA foi particularmente útil pois enfatizou que toda pesquisa em IA, bem como o Modelo curricular, deverá ser feito em função das suas fases e de forma determinística. Não obstante, por exemplo, para um curso de engenharia pode se enfatizar, em menor escala, as fases de “entender” e “simular” e com maior peso as fases de “construir”. Para um curso de Ciências computacionais, tradicional, por exemplo, pode enfatizar em menor escala as fases de “entender”, “construir” e com maior peso a “simulação” (modelação, programação).

No entanto, cabe a IA a partir do modelo proposto e como referiu Marvin Minsky “*colocar tudo isto junto*”.

5.2.2 Discussão da Definição da IA

Propusemos uma definição alinhada com a preocupação da maioria dos cientistas da discussão no capítulo 2. Com esta definição fica evidente que todas áreas são válidas e necessárias para o alcance dos propósitos da IA.

Não obstante, formulamos uma definição que tem como ponto de partida a IA na computação. Poderíamos ter definido também, como disciplina de ponto de partida a Filosofia, Engenharia, Ciências humanas e sociais ou Ciências da vida.

Isto é:

Alternativa (1): A IA é um curso da Filosofia que vai buscar conhecimentos por um lado da Computação, Engenharias e, por outro lado, das Ciências humanas, sociais e da vida ou;

Alternativa (2): A IA é um curso das Engenharias que vai buscar conhecimento por um lado da Computação e, por outro lado, da Filosofia, Ciências humanas, Sociais e da vida ou;

Alternativa (3): A IA é um curso das Ciências da Vida que vai buscar conhecimentos por um lado da Computação, Engenharias e, por outro lado, da Filosofia, Ciências humanas e Sociais ou ainda;

Alternativa (4): A IA é um curso das Ciências humanas e sociais que vai buscar conhecimentos da Computação, Engenharias e, por outro lado, da Filosofia e ciências da vida.

Adiante a discussão da nova disposição dos cursos da IA.

5.2.3 Discussão da Nova Disposição para os Cursos da IA na computação

Até a data da escrita desta dissertação a Computação possuía, formalmente, na ACM/IEEE 5 cursos (Engenharia de Computadores, Ciências Computacionais, Engenharia de Software, Sistemas de Informação e Tecnologia de Informação) agrupadas em 3 áreas (Hardware, Software e Necessidades Organizacionais).

Esta dissertação propôs uma nova organização ou disposição com 6 cursos após a saída da IA da CS. Outrossim, propusemos mais uma área de agrupamento ficando 4: Hardware, Software, Necessidades organizacional e Estrutura Humana.

5.2.4 Discussão do Espaço Problema e Mapa de Pesos por Tópicos da IA

Conforme a disposição da computação, proposta no ponto anterior, acrescentamos nas dimensões no espaço problema da IA na computação a *estrutura humana*. Este posicionalmente visava estar alinhado com o facto de termos assumido ou proposto o homem (animal) como objecto de estudo da IA.

Por outro lado, o Mapa de Pesos permite que cada instituição académica estabeleça requisitos superiores ou inferiores aos definidos nos cinco cursos sendo que o max representa a maior ênfase de se esperar no caso típico de um estudante que opta por realizar trabalho opcional nessa área ou que se forma a partir de uma instituição que exige que seus alunos alcancem o domínio além o exigido pelos cursos do currículo.

Ambos os valores mínimos e máximos referem-se ao que pode ser razoavelmente esperado no caso geral. Para qualquer programa do estudante ou grau individual, o valor min pode ser tão baixo como zero e o valor máximo pode ser tão elevada quanto cinco, independentemente dos padrões prevalecentes no currículo.

Ademais, o Mapa de pesos de tópicos não-computação tradicional com IA, tabela 4.9, mostrou claramente que o “aspecto comportamental”, o Homem, não é o foco ou objecto de estudo das ciências computacionais.

Neste aspecto, verificamos que todos os cursos da computação excepto SI e TI, tem pesos zero. Este Mapa é, a nosso ver, bastante elucidativo de que o homem não constitui prioridade para as CS e é exactamente este, o ponto de ruptura ou a revolução na computação.

5.2.5 Discussão do Guia de Plano temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA

Apresentamos um Guia para 4 anos sendo este apenas uma média ilustrativa pois, pela complexidade do curso da IA pode-se alastrar para 5 ou 6 anos a semelhança da Medicina. Como referiu Tom de Marco (citado por Olumene 2010), a propósito da IA, a prática da computação será “*mais e mais*” como da Medicina.

Por outro lado, notamos ao longo da pesquisa que um dos desafios para o futuro currículo da computação será de como incluir, no seu currículo, disciplinas da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida como *CORE*. Embora esta dissertação avança nesta direcção julgamos que o debate ainda vai continuar.

Não obstante, nossa pesquisa advoga que áreas tradicionais da computação “raramente” discutem Filosofia, ciências humanas, sociais e da Vida na perspectiva de “construção”. No entanto, notamos algum desenvolvimento ou preocupação nesta direcção. Algumas organizações internacionais, por exemplo INCOSE, já iniciaram com este desafio da revolução na computação em uma perspectiva de standardização de um futuro currículo.

Um dos desafios lançado pela INCOSE, no seu documento de visão 2020, é melhorar o entendimento da psicologia, da inclusão de funções observáveis em humanos e da integração de técnicas cognitivas na engenharia de sistemas.

Outrossim, a INCOSE enaltece que a educação e o treinamento de um Engenheiro de Sistemas no futuro vai focar-se em disciplinas “não - engenharia” como Sociologia, Psicologia, Economia entre outros.

5.3 Discussão do Caso da Disciplina da IA do DMI

No geral, notamos alguns constrangimentos no caso de estudo em Moçambique em torno da Disciplina da IA:

- IA em Moçambique ainda é vista como um mito pela sociedade, indústria e alguns círculos académicos embora, a tecnologia IA, já esteja em uso;
- A IA é uma área de conhecimento ainda em maturação e, por esta via, poucas Universidades do País leccionam, de facto, cursos ou a Disciplina IA;

- Existência de fraca mobilidade académica, no sistema nacional, o que dificulta a obtenção de créditos em outros departamentos, da mesma instituição, ou Universidades do País necessários para frequentar um curso ou disciplina de IA;
- Existência de fraca divulgação, cooperação, pesquisas multidisciplinares, entre Departamentos e Universidades em torno dos aspectos da IA, Ciências Cognitivas e Neurociências;
- Falta de Laboratórios de IA e, como consequência, fracos resultados concretos em torno desta disciplina que visam, por exemplo, contribuir para o desenvolvimento socioeconómico do país;

Não obstante, notamos ao nível do DMI iniciativas da IA em termos de reestruturação da Disciplina. Várias opções poderão ser adoptadas, vide abaixo, sendo que optamos por recomendar a adopção, nesta fase, da opção 3:

Opção.1: Condição de Mobilidade - Disciplina da IA com pré-requisitos (créditos) obtidos em outras Universidades ou Departamentos da Universidade (Departamentos da Filosofia, Ciências Humanas, Sociais e da Vida), isto é, disciplinas da fase de <<entender>>. Só após o estudante completar um conjunto de créditos, previamente definidos, estará apto a frequentar a Disciplina da IA com foco, por exemplo para o caso do DMI, nas Disciplinas de Cruzamento (Competências da Matemática);

Opção.2: Disciplina da IA dividida em duas (IA1 e IA2). IA1 (Competência da Filosofia - foco no entendimento dos conceitos teóricos de base e introdução a disciplinas de cruzamento da IA). IA2 (Competência da Matemática - foco avançado nas disciplinas de cruzamento da IA);

Opção.3: Única Disciplina da IA em que se misturam as duas competências nucleares da IA. Isto é, no início de cada tópico primeiro introduzimos o conceito Filosófico a ele relacionado;

Opção.4 Disciplina da IA descentralizada em termos de conceitos. Isto é, existência no currículo do curso de outras disciplinas que aprofundam conceitos de base teórica sobre assuntos da IA.

5.4 Considerações Finais

Pelos resultados obtidos concluímos que o curso da computação que fornecerá as bases para *estudar, aprender, entender ou treinar* os futuros estudantes ou pesquisadores entre as fronteiras (terra de ninguém) da Computação, Psicologia, Sociologia, Filosofia, Antropologia e outras disciplinas das Ciências da Vida, de modo a colocar “*tudo isto junto*”, para responder aos desafios revolucionários da computação e, desta forma, construir os futuros computadores baseados na fisiologia do cérebro humano será: *A Inteligência Artificial*.
A seguir as conclusões gerais da pesquisa.

Conclusões

Começamos por discutir sobre o problema filosófico da IA de modo a formar uma estrutura detalhada das possíveis disciplinas da IA consideradas, actualmente “*não-computação*”.

Avançamos nesta perspectiva, com a apresentação de subsídios para o futuro corpo de conhecimento da Inteligência Artificial (AIBOK). Desta feita, foi necessário primeiro estarmos suficientemente claros sobre os objectivos e objecto da IA. Por esta via, destacamos nesta caminhada o “*discurso do método*” que culminou com a construção do modelo de ciclo de vida IA que permitiu elucidar o processo completo da IA. Portanto, toda a análise foi feita nesta perspectiva tendo terminado com a proposta de um currículo para IA.

Desta feita, concluímos que a IA não é Matemática, Filosofia ou Engenharia mas sim um curso das “fronteiras” ou “terra de ninguém”, todas juntas são necessárias e desempenham um papel de relevo nos propósitos da IA. O espaço problema da IA e o Mapa de pesos de tópicos não-computação tradicional com IA veio a confirmar nossas hipóteses. Ademais, a IA não é uma subclasse da CS pois ambas tem objectos de estudo diferentes.

Neste contexto, concluímos também que a Inteligência Artificial não pode continuar com a visão apenas computacional (matemática) se pretender atingir seus verdadeiros propósitos. Deveremos criar condições para unir os vários esforços multidisciplinares em um único movimento. Desta forma, como primeiro passo, entendemos que a IA deverá se tornar um curso autónomo na computação.

Por outro lado, concluímos que actualmente o curso IA é relevante pois, cada vez mais, é chamada a dar respostas a problemas cujas técnicas da computação tradicionais não se adequam a nova realidade. Uma nova abordagem da IA que está a emergir é o conceito de *Ambient Intelligence*, em que em vez de dotar, apenas, a máquina de inteligência dotamos, também, o ambiente na qual a máquina está inserida.

Verificamos que a Relevância da Inteligência Artificial é notória nos desenvolvimentos recentes das TIC's. Aspectos como *Big Data*, *Internet of Everything*, *Machine to Machine* assumem a Inteligência Artificial como a tecnologia “*enabler*” para o seu sucesso. De facto, a era da Inteligência das máquinas começa a ser uma realidade. Conceitos como “*intelligent .- Anything*” ou “*Smart - Anything*” farão – se é que já não fazem - parte obrigatória das nossas vidas.

Contribuições

Esta Dissertação contribuiu com subsídios para o futuro AIBOK (*Artificial Intelligence Body of Knowledge*) e desta forma, também, para a possibilidade do seu “Estado Científico” na ACM/IEEE. Destacamos as seguintes contribuições:

□ Contribuição Teórica:

1. Uma Definição para o Curso da IA;

□ Contribuição Prática:

1. Modelo de Ciclo de Vida da IA;
2. Definição das Competências Nucleares da IA;
3. Definição das Disciplinas da IA;
4. Nova Organização para os Cursos da Computação na ACM/IEEE;
5. Desenho do Modelo Curricular ideal para IA.
 - 5.1 Definição do Espaço Problema da IA na computação;
 - 5.2 Montagem do Mapa de Pesos por tópicos;
 - 5.3 Definição do Guia de Plano temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA.

Limitações

Temos a consciência de que propor um “Estatuto Científico” de um curso é um processo, ou caminho, muito longo acrescido a complexidade e

amplitude da definição do “Corpo do conhecimento” de um curso científico bastante multidisciplinar que, outrossim, ainda procura a seu espaço (autonomia) na computação. Por outro lado, não tivemos acesso ao plano curricular actual, por aprovar, da disciplina IA na UEM por razões de confidencialidade apresentada pelo DMI.

Neste processo, de mudança, proposto, aspectos ainda não clarificados ou definidos serão salvaguardados pelas ciências computacionais de onde a IA actualmente esta enquadrada.

Não obstante, sintetizamos os grandes aspectos não abordados nesta pesquisa:

- Não mostramos a relação entre a carga horaria necessário para as disciplinas do curso da IA e seus respectivos créditos;
- Não desenvolvemos a parte referente as Ciências exactas;
- Não abordamos os métodos de avaliação;
- Não abordamos, no Mapa de pesos, sobre os outros cursos da computação face as disciplinas não computação introduzidas;

Pelos motivos expostos acima, isto é, de forma a completar o corpo de conhecimento da IA e propor seu estatuto científico recomendamos o seguinte adiante.

Recomendações

Recomendamos o seguinte:

1. Que o trabalho tenha continuidade, em maior profundidade, em Teses de Doutorado;
2. Que a pesquisa seja submetida a ACM/IEEE para objecto de discussão;

3. Que a pesquisa seja divulgada em instituições académicas na forma de conferências, seminários ou publicações para objecto de discussão;
4. Que os pesquisadores da IA se abram ao diálogo construtivo com a Filosofia, ciências humanas, sociais e da vida e, desta forma, não julguem seu método ou área de conhecimento como a mais importante para a solução dos problemas da IA;

Por fim, que se quebrem barreiras entre universidades, pessoas e departamentos pois, somos todos convidados com os nossos saberes e experiências para esta - ecologia - que precisa de todos nós. Só assim, no nosso entender, conseguiremos, de facto, construir máquinas verdadeiramente inteligentes. A seguir vamos ilustrar a bibliografia utilizada na pesquisa.

Bibliografia Referenciada

ACM, IEEE-CS, 2013a, *Curriculum Guidelines for Undergraduated Degree Programs in Computing Science*, Final Report. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 04/07/14]

ACM, IEEE-CS, 2013b, *Computing Science Curricula 2013: Ironman Draft*, Version 1.0, February 2013. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 04/06/13]

ACM, IEEE-CS, 2012, *Computing Science Curricula 2013: Strawman Draft*, Version 1.0, February 2012. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 04/06/13]

ACM, IEEE-CS, 2001, *Computing Curricula 2001: Computer Science*, Final Report. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 04/06/13]

ACM, IEEE-CS, 2006, *Computing Curricula 2005: The Overview Report*. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 05/06/13]

ACM, IEEE-CS, 2008, *Computing Science Curriculum*. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 05/06/13]

ACM, AIS, 2010, *Curriculum Guidelines for Undergraduated Degree Programs in Informations Systems*. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 05/06/13]

ACM, IEEE-CS, 2004, *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering: A Report in the Computing Curricula Series*. Disponível em: <http://www.acm.org>.

[Acedido em 05/06/13]

AAAI, 2014, *AI Topics: Education* [online] (Daily), USA, Disponível em: <http://www.aaai.org/home.html>. [Acedido em Daily]

Almeida L.B., 2010, *Introdução a Neurociência: Arquitectura, função, interações e doença do Sistema Nervoso*, Lisboa: CLIMEPSI Editores.

Aarts E., Ruyter B., 2009, *New research perspectives on Ambient Intelligence*, *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environment*, p.5-14. Disponível em:

<http://boris.borderit.com/docs/JAISE.pdf>

[Acedido em 01/08/13]

Arai K., Deguch H., Matsui H., 2006, *Agent-Based Modeling Meets Gaming Simulation*, 2nd Edition, Japan: Spring-Verlag.

Arendt H., 2001, *A condição Humana*, Lisboa: Relógio D'água Editores.

ABI Research, 2014, *Internet of Things vs. Internet of Everything: What's the Difference?*. Disponível em: <https://www.abiresearch.com/> [Acedido em 11/04/14]

Bauer F.L., 2010, *Origins and Foundations of Computing*: In cooperation with Heinz Nixdorf MuseumsForum, Berlin: Spring-Verlag

Brooks R.A., 1999, *Cambrian Intelligence: The Early History of the New Artificial Intelligence*, USA: The MIT Press.

Boden M.A., 1996, *Artificial Intelligence: Handbook of Perception and Cognition*, 2nd edition, England: Academic Press.

Boden M.A., 2004, *The Creative Mind: Mind, myths and mechanisms*, 2nd Edition, London: Routledge.

Boden M.A., 2006, *Mind as Machine: A History of Cognitive Science*, Volume 1, USA: Oxford University Press.

Barracho C.J.B.S., 2011, *Temas e Ideias em Ciência Política: A questão do Poder*, Lisboa: Clássica Editora.

Barracho C.J.B.S, 2007, *Estratégias de Poder e Autoridade em Contextos Socio-políticos diferenciados*, Tese(Phd), Universidade de Santiago de Compostela. Disponível em: https://dspace.usc.es/bitstream/10347/2412/1/9788497509947_content.pdf

[Acedido em 01/07/13]

Bierman H.S, Fernandez L., 2011, *Teoria dos Jogos*, 2ª edição, Brasil: Person Education.

Chong N-Y., Mastrogiovanni F., 2011, *Handbook of research on Ambient Intelligence and Smart Environments: Trends and Perspective*. USA: IGI Global.

Castells M, 2007, *A Era da Informação - Economia, Sociedade e Cultura: A Galáxia Internet*, 2ª Edição, Volume III, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Castells M., Cardoso G., (Eds), 2005, *The Network Society*, USA: Center for Transatlantic Relations. Disponível em:

<http://www.ebooksmagz.com/pdf/the-network-society-university-of-massachusetts-amherst-181985.pdf>

[Acedido em 03/03/14]

Cardoso C., 2006, *Os Média na Sociedade em Rede*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Churchland P.S, 1986, *Neurophilosophy: Toward A Unified Science of the Mind Brain*, USA: The MIT Press.

Costa E., Simões A., 2008, *Inteligência Artificial: Fundamentos e Aplicações*, 2ª edição, Lisboa: FCA.

Costa E., Simões A., 2004, *Inteligência Artificial: Fundamentos e Aplicações*, 1ª Edição, Lisboa: FCA.

Carter M., 2007, *Minds and Computers: An Introduction to the Philosophy of Artificial Intelligence*, Edinburg University Press.

Crescenzo L., 1988, *História da Filosofia Grega: A partir de Sócrates*, 1ª Edição, Lisboa: Editorial Presença.

Castelfranchi C., Falcone R., 2010, *Trust Theory: A Socio-Cognitive and Computational Model*, UK: John Wiley & Sons Ltd.

Cérebro & Mente. (neurociencia@grupos.com.br), 2014, Re: [Cérebro & Mente], e-mail to L. Olumene (lolumene@tdm.mz),

Dennett D.C, 1981, *Brainstorms: Philosophical Essay on Mind and Psychology*, USA: The MIT Press.

Dennett D.C, 1998, *Brainchildren: Essay on Designing Minds*, Massachusetts: The MIT Press.

Dreyfus H.L, 1972, *What Computers Can't Do: A Critique*, 1st edition, USA: Harper & Row Publishers.

Dervojeda K., Verzijl D., Nagtegaal F., Lengton M., Rouwmaat E., Netherlands P., 2013, *Business Innovation Observatory: Big Data – Artificial Intelligence*, Case Study 9, European Union. Disponível em: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/policy/business-innovation-observatory/files/case-studies/09-bid-artificial-intelligence_en.pdf [Acedido em 10/06/14]

Desimone B., 2011, Brain SCAN, McGovern Institute for Brain Research at MIT: Computing Intelligence. Disponível em: http://cbcl.mit.edu/news/files/brainscan_issue19.pdf. [Acedido em 12/09/13]

Dias R., 2010, *Introdução a Sociologia*, 2ª edição, São Paulo: Prentice Hall.

Dias R., 2011, *Ciência Política*, São Paulo: Editora Atlas S.A.

Davis R., 1980, *Report on the Workshop on Distributed AI*, MIT AIL, USA. Disponível em: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41155> [Acedido em 03/04/13]

Edmonds B., Hernandez C., Troitzsch K.G, 2008, *Social Simulation: Technology, Advances and new Discoveries*, IGI Global.

Ekbia H.R., 2008, *Artificial Dreams: The Quest for Non-Biological Intelligence*, USA: Cambridge University Press.

Eysenck M.W, Keane M.T, 1994, *Psicologia Cognitiva: Um Manual Introdutório*, Porto Alegre: Artes Médicas.

European Communications (editor@eurocomms.com), Daily 2014, Re: European Communications, e-mail to L. Olumene (lolumene@tdm.mz),

Feigenbaum E.A., Barr A., 1981, *The Handbook of Artificial Intelligence: Volume I*, Department of Computer Science, Stanford University, California: William Kaufmann Inc.

Feigenbaum E.A., Barr A., 1982, *The Handbook of Artificial Intelligence: Volume.II*, Department of Computer Science, Stanford University, California: William Kaufmann Inc.

Feigenbaum E.A., Cohen P.R., 1982, *The Handbook of Artificial Intelligence: Volume.III*, Department of Computer Science, Stanford University, California: William Kaufmann Inc.

Gardner H., 1985, *The Minds new science: A history of the cognitive revolution*. NewYork: Library of Congress Cataloging.

Gilbert N., Conte R., 2005, *Artificial Societies: The computer simulation of social life*, UK: UCL Press.

Gilbert N., Troitzsch K.G., 2005, *Simulation for the social Scientists*, 2nd Edition, Open University Press.

Gazzaniga M.S., 2008, *Human: The Science Behind what makes us unique*. 1ST Edition, USA: HarperCollins Publishers Inc.

Gazzaniga M.S, Ivry R.B., Mangum G.R., 2008, *Neurociência Cognitiva: A biologia da Mente* - Capítulo.1: Breve História da Neurociência Cognitiva. Disponível em:

http://www.filoczar.com.br/Cem_bilhoes/comportamental/Cap_01.pdf

[Acedido em 14/06/13]

Giddens A., 2010, *Sociologia*, 8ª edição, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Groethuysen B., 1988, *Antropologia Filosófica*, 2ª Edição, Lisboa: Editorial Presença.

Gasser L., Bond A.H., 1988, *A Survey of Distributed Artificial Intelligence*. Disponível em:

<http://www.exso.com/nsurvo.pdf>

[Acedido em 03/12/13]

Harvard (gazette@u.harvard.edu), Daily 2013, Re: Harvard Gazette, e-mail to L. Olumene (lolumene@tdm.mz),

Husbands P. Holland O., 2008, *The Ratio Club: A Hub of British Cybernetics*

Disponível em:

<http://www.sussex-ucu.org.uk/Users/philh/pubs/Ratio2.pdf>

[Acedido em 10/05/13]

Henderson H., 2007, *Artificial Intelligence: Mirrors for the Mind*, New York: Chelsea House.

ICSE news, 10 Dec 2012, *RAISE 2013: 2nd International NSF sponsored Workshop on Realizing Artificial Intelligence Synergies in Software Engineering* (ICSE 2013 Workshop),

Available from: icse-publicity@list.ifi.uzh.ch. [Accessed 10 Dec 2012].

INCOSE, 2007, *Systems Engineering Vision 2020*, Technical Operations. Disponível e:

https://www.incose.org/ProductsPubs/pdf/SEVision2020_20071003_v2_03.pdf

[Acedido em 07/08/13]

ITU-T, 2005, *The internet of things*, ITU Internet Report , Executive summary. Disponível

em: <http://www.itu.int/pub/S-POL-IR.IT-2005>.

[Acedido em 13/08/2013]

ITU-T, 2010, *Requirements for support of ubiquitous sensor network applications and services in the NGN environment*. Disponível em

<http://www.itu.int/en/ITU-T/Pages/default.aspx>

[Acedido em 17/08/2013]

ITU-T, 2012b, *Overview of the internet of things*, Next generation network – frameworks and functional architecture models. Disponível em: <http://www.itu.int/en/ITU-T/Pages/default.aspx>

[Acedido em 15/08/13]

ITU-T, 2012a, *Impact of M2M communications and non-M2M mobile data applications on mobile networks*, Technica Paper. Disponível em: <http://www.itu.int/pub/T-TUT-IOT-2012-M2M>

[Acedido em 07/08/2013]

Jones M.T, 2008, *Artificial Intelligence: A Systems Approach*, Hingham: Infinity Science Press.

Kuhn T.S, 1996, *The Structure of Scientific Revolutions*, 2nd edition, Chicago: The university of Chicago Press.

Kurzweil R., 2005, *The Singularity is Near: when humans transcend biology*, USA: Viking Penguin Group.

[Kruglinski](#) S., 2007, *Discover Interview: Marvin Minsky: The legendary pioneer of artificial intelligence ponders the brain, bashes neuroscience, and lays out a plan for superhuman robot servants*. Disponível em:

<http://discovermagazine.com/2007/jan/interview-minsky>

[Acedido em 20/04/13]

Kosslyn S.M., Koenig O., 1995, *Wet Mind: The New Cognitive Neuroscience*, USA: The Free Press.

Kalenka S., 2001, *Modelling Social Interaction Attitudes in Multi-Agents Systems*, Thesis(Phd), London Queen Marcy University, Department of Electronic Engineering. Disponível em:

<http://users.ecs.soton.ac.uk/nrj/download-files/kalenka01.pdf>

[Acedido em 12/08/13]

Laudon K.C, Laudon J.P., 2007, *Sistemas de Informação Gerenciais*, 7ª Edição, Brasil: Pearson Education.

Lucas P., Gaag L.V.D., 1991, *Principles of Expert Systems*, 1st Edition, Great Britain: Addison-Wesley Ltd.

Layton R., 1997, *Introdução à teoria em Antropologia*, Lisboa: Edições 70 LDA.

Lakatos E.M., Marconi M.A., 2010, *Sociologia Geral*, 7ª edição, são Paulo: Editora ATLAS S.A

M2M Magazine (info@m2mmagazine.co.uk), Daily 2014, *Re: Top Stories from M2M Magazine* , e-mail to L. Olumene (lolumene@tdm.mz).

Machines Like Us (machineslikeus@gmail.com), Daily 2014, *Re: Top Stories Machines Like Us News*, e-mail to L. Olumene (lolumene@tdm.mz).

McCarthy J., Hayes P.J., 1969, *Some Philosophical problems from the standpoint of Artificial Intelligence*, Computer Science Department, Stanford University. Disponível em: <http://innovation.it.uts.edu.au/projectjmc/articles/mcchay69/mcchay69.pdf>

MIT, 2013, *MIT Intelligence Initiative* [online], USA: MIT. Disponível em: <http://isquared.mit.edu/> [Acedido em 2013 - 2014]

MIT, 2013, *MIT Center for Collective Intelligence* [online], USA: MIT. Disponível em: http://cci.mit.edu/about_mitcenter.html [Acedido em 2013 - 2014]

McCulloch W., Pitts W., 1943, *A logical calculus of the ideas immanent in a nervous activity*. Disponível em: <http://minicomplexity.org/pubs/1943-mcculloch-pitts-bmb.pdf> [Acedido em 07/09/13]

Marakas G.M, O'Brien J.A., 2007, *Administração de Sistemas de Informação: Uma Introdução*, 13ª Edição, São Paulo: MCGrawHill.

Nilsson N.J., 2010, *The Quest for Artificial Intelligence: A History of ideas and Achievements*, Stanford University. Disponível em: <http://ai.stanford.edu/~nilsson/QAI/qai.pdf> [Acedido em 10/02/13]

Negnevitsky M., 2005, *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*, 2nd Edition, UK: Pearson Education Limited.

Novais J., 2002, *O Homem e a Automação: emoção versus razão*, Lisboa: Escolar Editora.

Olumene L.R.S., 2010, *Modelo de Teste para Agentes cognitivos de software*, Tese (Msc), Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Ciências, Departamento de Matemática e Informática, Moçambique, Maputo.

Olumene L.R.S., 2013, *The Future of ICT - Rethinking ICT: Ambient Intelligence, Internet of Thing, Machine to Machine, Ubiquitous computing: Trends, Challenges and Opportunities from Academic and Telecom Players to Consumers Perspective*, Universidade Eduardo Mondlane, Departamento de Matemática e Informática, Seminário de Desenvolvimento de TIC's, 3ª Edição do Mestrado, Moçambique, Maputo.

Olumene L.R.S., 2013, *The Future of ICT - Rethinking ICT: Machine to Machine, Ambient Intelligence, Internet of Things: Trends, Challenges and Opportunities from Academic and Telecom Players to Consumers Perspective*, Universidade São Tomas, 6ª Jornadas científicas, Outubro de 2013, Moçambique, Maputo.

Olumene L.R.S., 2014, *The Future of ICT - Rethinking ICT: Machine to Machine, Internet of EveryThings, Ambient Intelligence, Big Data, Master Data Management And Chief Data Office – Trends, Challenges, Academic and Business Opportunities*, Universidade Eduardo

Mondlane, Departamento de Matemática e Informática, Seminário de Desenvolvimento de TIC's, 4ª Edição do Mestrado, Moçambique, Maputo.

Pressman R.S, 2006, *Engenharia de Software*, 6ª edição, São Paulo: McGraw-Hill.

Pressman R.S, 2010, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 7th Edition, New York: McGraw-Hill International Edition.

Padhy N.P., 2009, *Artificial Intelligence and Intelligent Systems*, New Delhi: OXFORD University Press.

Patricia A., Lorenz-R., Baynes K., Mangun G.R., Phelps E.A, (Eds), 2010, *The Cognitive Neuroscience of Mind: A Tribute to Michael S. Gazzaniga*, USA: The MIT Press.

Partridge D., 1998, *Artificial Intelligence and Software Engineering: Understanding the Promise of the Future*, New York: AMACOM.

Disponível em:

<http://www.artemi.info/site/aibooks/Amacom%20-%20Artificial%20Intelligence%20And%20Software%20Engineering.pdf>

[Acedido em 04/10/13]

Poole D.L., Mackworth, 2010, *Artificial intelligence: Foundations of computational agents*, Cambridge University Press

Pfeifer R., Bongard J., 2007, *How the Body Shapes the Way we Think: A New View of Intelligence*, USA: The MIT Press.

Pereira J.A, 2001, *Questões Epistemológicas da Neurociência Cognitiva*, Tese de Livre-Docência, Instituto de Biociência, UNESP, Botucatu. . Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-77462010000300010#back

[Acedido em 05/02/13]

Piaget J., 1950, *The Psychology of Intelligence*, Routledge and Kegan Paul Ltd

Russell S., Norvig P.,2003, *Artificial Intelligence: A modern approach*, 2rd Edition, USA: Person Education.

Russell S., Norvig P., 2010, *Artificial Intelligence: A modern approach*, 3rd Edition, USA: Person Education.

Rocher G., 2012, *Sociologia Geral: A Acção Social*, 7ª Edição, Lisboa: Editorial Presença.

Rachels J., 2010, *Problemas da Filosofia*, 2ª Edição, Lisboa: Gradiva Publicações S.A.

Ribeiro J.B., Silva J., 1968, *Compêndio de Filosofia*, 6º e 7º ano, Lisboa: Editora Francisco Franco.

Rodrigues A., Assmar E.M.L., Jablonski B., 2009, *Psicologia Social*, 27ª Edição, Brasil: Editora Vozes.

Reynolds W.G, Stair R.M., 2010, *Princípios de Sistemas de Informação*, 9ª edição, Brasil: Cengage Learning.

Ramos C., Augusto J.C., Shapiro D., 2008, *Ambient Intelligence – the next step for Artificial Intelligence*, IEEE Computer society, IEEE Intelligent Systems, Vol 23, n.2, 15-18. Disponível em: <http://www.computer.org/csdl/mags/ex/2008/02/mex2008020015-abs.html> [Acedido em 07/03/13]

Sadri F., 2011, *Ambient Intelligence: A Survey*, ACM Computer Survey, vol. 43, n4,p.36:1-36:56, Outubro. Disponível em: http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/b3it/readings/Sadri11-Ambient_Intelligence_AmI-A_survey.pdf [Acedido em 11/04/13]

Sloman A., 2008, *The Computer Revolution in Philosophy: Philosophy Science and Models of Mind*, Cognitive Studies Programme, The University of Sussex. [Acedido em 10/02/13]

Simons G.L, 1984, *Introdução a Inteligência Artificial*, Lisboa: Clássica editora.

Searle J.R., 1984, *Minds, Brains and Science*, USA: Harvard University Press.

Shaffer D.R., 2005, *Psicologia do Desenvolvimento: Infância e Adolescência*, 6ª Edição, São Paulo: Cengage Learning

Sell C.E., 2006, *Introdução à Sociologia Política: Política e sociedade na modernidade tardia*, São Paulo: Editora Vozes.

Salles F.R., 2007, *A Relevância da Cibernética: Aspectos da contribuição filosófica de Norbert Wiener*, Tese (Msc), Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: http://www.fflch.usp.br/df/site/posgraduacao/2007_mes/MES_2007_FernandoSalles.pdf [Acedido em 10/12/10]

Stewart D, 1994, entrevista a Herbert Simon. OMNI Publications International, Ltd. Disponível em: <http://www.astralgalia.com/webportfolio/omnimoment/archives/interviews/simon.html>. [Acedido em 13/04/13]

SWEBOK, 2004, *Corpo do Conhecimento da Engenharia de Software*, Disponível em: <http://www.computer.org/portal/web/swebok> [Accessado 10 /07/2008].

Turing A.M, 1950, *Computing Machinery and Intelligence*, Mind, 59, p433-460. Disponível em: <http://www.loebner.net/Prizef/TuringArticle.html> [Acedido em 03/10/13]

Thérond S., Ramé A., 2012, *Anatomia e Fisiologia*, Portugal: Climepsi editores.

Trajkovski G., 2007, *An Imitation-Based Approach to Modeling Homogenous Agents Societies*, USA: Idea Group INC.

Times Higher Education, 2014, World University Rankings [on line], Top, 10/100/200, UK, Disponível em: <http://www.timeshighereducation.co.uk/> [Acedido em 15/06/14]

UNESCO-IFIP, 1984, *A Modular Curriculum in Computer Science*. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000597/059714eo.pdf> [Acedido em 08/11/13]

UNESCO-IFIP, 1994, *A Modular Curriculum in Computer Science*. Disponível em: http://www.unesco.org/education/pdf/54_63.pdf [Acedido em 08/11/13]

UNESCO- HND, 2004, *Computer Science: Curriculum and Course Specification, Nigeria Project - National Board For Technical Education*. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001614/161457e.pdf> [Acedido em 08/11/13]

Vignaux G., 1991, *As Ciências Cognitivas*, Lisboa: Instituto Piaget.

Vendelo M.T., 2000, *An interview with Terry A. Winograd*, Copenhagen Business School, Department of Informatic.

Disponível em:

http://www.researchgate.net/publication/228795979_An_Interview_with_Terry_A._Winograd/file/d912f50aa66c0cf11c.pdf.

[Acedido em 20/04/13]

Varela F.J, Thompson E., Rosch E., 1991, *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*, The MIT Press.

Warwick K., et.al. 2010, *Controlling a Mobile Robot with a Biological Brain*, University of Reading, Defense Science Journal, Vol 60, N°1, January 2010, pp5.14, Author personal copy. Disponível em: <http://www.reading.ac.uk/> [Acedido em 03/07/13]

Warwick K., et.al. 2004, *Thought communication and control: a first step using radiotelegraphy*, University of Reading, IEE Proc.-Commun., Vol. 151, No. 3, June 2004 Author personal copy. Disponível em: <http://www.reading.ac.uk/> [Acedido em 03/07/13]

Warwick K., 2010a, *Studies in Ethics, Law, and Technology*, University of Reading, Vol n°2, Issue3, Author personal copy. Disponível em: <http://www.reading.ac.uk/> [Acedido em 03/07/13]

Warwick K., 2010b, *Implications and consequences of robots with biological brains*, School of Systems Engineering, University of Reading. Springer Science + Business Media B.V, Author personal. Disponível em: <http://www.reading.ac.uk/>

[Acedido em 03/07/13]

Wooldridge M., 2009, *An Introduction to MultiAgents Systems*, 2nd Edition, UK: John Wiley & sons Ltd.

Wooldridge M., 2002, *An Introduction to MultiAgents Systems*, UK: John Wiley & sons Ltd.

Wiener N., 1961, *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine*, 2nd edition, The M.I.T Press.

Anexo

...E o caos concebe sua obra-prima!

William Shakespeare, 1564 - 1616

Anexo.A – Espaço Problema dos Cursos da Computação

Abaixo, ilustramos o espaço problema dos cursos da computação (ACM e IEEE 2006):

Figura A. - Espaço Problema da Engenharia de Computadores (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Figura A. - Espaço Problema das Ciências Computacionais (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Figura A. - Espaço Problema dos Sistemas de Informação (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Figura A. - Espaço Problema da Tecnologia de Informação (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Figura A. - Espaço Problema da Engenharia de Software (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Anexo.B - Mapa de Pesos Comparativos de Tópicos da Computação por Disciplina

Abaixo o Mapa de pesos comparativos (ACM e IEEE 2006):

Tabela B. - Mapa de pesos de tópicos dos cursos tradicionais da computação (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Áreas de Conhecimento	CE		CS		IS		IT		SE	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	Fundamental da Programação	4	4	4	5	2	4	2	4	5
Programação Integrativa	0	2	1	3	2	4	3	3	1	3
Algoritmos e Complexidade	2	4	4	5	1	2	1	2	3	4
Organização e Arquitectura de Computadores	5	5	2	4	1	2	1	2	2	4
Princípios e Desenho de Sistemas Operativos	2	5	3	5	1	1	1	1	3	4
Configuração e Uso de Sistemas Operativos	2	3	2	4	2	3	3	5	2	4
Net Centric Principles and Design	1	3	2	4	1	3	3	4	2	4
Net Centric Principles and Configuration	1	2	2	3	2	4	4	5	2	3
Plataformas Tecnológicas	0	1	0	2	1	3	2	4	0	3
Teoria de Linguagens de Programação	1	2	3	5	0	1	0	1	2	4
Interacção Homem Computador	2	5	2	4	2	5	4	5	3	5
Gráficos e Visualização	1	3	1	5	1	1	0	1	1	3
Sistemas Inteligentes	1	3	2	5	1	1	0	0	0	0
Teoria de Gestão da Informação	1	3	2	5	1	3	1	1	2	5
Prática de Gestão da Informação	1	2	1	4	4	5	3	4	1	4
Computação Científica (Método numérico)	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0

Legal, Profissional, ética, Sociedade	2	5	2	4	2	5	2	4	2	5
Desenvolvimento de Sistemas de Informação	0	2	0	2	5	5	1	3	2	4
Análise de Requisitos de negócio e-business	0	1	0	1	5	5	1	2	1	3
Análise de técnicas de requisitos	2	5	2	4	2	4	3	5	3	5
Fundamentos de engenharia param SW	1	2	1	2	1	1	0	0	2	5
Engenharia Económica para SW	1	3	0	1	1	2	0	1	2	3
Análise e Modelação de Software	1	3	2	3	3	3	1	3	4	5
Desenho de Software	2	4	3	5	1	3	1	2	5	5
Validação e verificação de Software	1	3	1	2	1	2	1	2	4	5
Evolução de Software (Manutenção)	1	3	1	1	1	2	1	2	2	4
Processo de Software	1	1	1	2	1	2	1	1	2	5
Qualidade de Software	1	2	1	2	1	2	1	2	2	4
Engenharia de Sistemas de Computador	5	5	1	2	0	0	0	0	2	3
Lógica Digital	5	5	2	3	1	1	1	1	0	3
Sistemas embebidos	2	5	0	3	0	0	0	1	0	4
Sistemas Distribuídos	3	5	1	3	2	4	1	3	2	4
Princípios e aspectos de segurança	2	3	1	4	2	3	1	3	1	3
Implementação e gestão da segurança	1	2	1	3	1	3	3	5	1	3
Administração de sistemas	1	2	1	1	1	3	3	5	1	2
Gestão da organização de SI	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0
Integração de sistemas	1	4	1	2	1	4	4	5	1	4
Digital media development	0	2	0	1	1	2	3	5	0	1
Suporte técnico	0	1	0	1	1	3	5	5	0	1

Tabela B. - Mapa de pesos de tópicos não-computação tradicional (Fonte: ACM e IEEE 2006).

Áreas de Conhecimento	CE		CS		IS		IT		SE	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	Teoria Organizacional	0	0	0	0	1	4	1	2	0
Teoria de decisão	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0
Comportamento Organizacional	0	0	0	0	3	5	1	2	0	0
Gestão da Mudança Organizacional	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0
Teoria Geral dos Sistemas	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0
Gestão do Risco (Projectos e Risco de segurança)	2	4	1	1	2	3	1	4	2	4
Gestão de Projectos	2	4	1	2	3	5	2	3	4	5
Modelos de Negócio	0	0	0	0	4	5	0	3	0	0
Áreas funcionais de negócio	0	0	0	0	4	5	0	3	0	0
Avaliação do desempenho do negócio	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0
Sistemas e circuitos	5	5	0	2	0	0	0	1	0	0
Electrónica	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0
Processamento Digital de Sinais	3	5	0	2	0	0	0	0	0	2
Desenho VLSI	2	5	0	1	0	0	0	0	0	1
Teste de HW e Tolerância a falhas	3	5	0	0	0	0	0	2	0	0
Fundamentos matemáticos	4	5	4	5	2	4	2	4	3	5
Comunicação interpessoal	3	4	1	4	3	5	3	4	3	4

Anexo.C - Plano Temático das Disciplinas “não Computação” para o Curso da IA

Abaixo ilustramos os possíveis tópicos a abordar nas disciplinas “*não-computação*” propostas nas tabelas 4.6 e 4.7.

FM/Filosofia da Mente [Principal]

Tópicos:

- Estados ou Processos Mentais (Cognição, Afectividade, Volição);
- Teorias Intelectualistas, Fisiológicas (James-Lange), em torno da emoção, cognição e vontade – o que vem primeiro?;
- Processamento Cognitivo e Emotivo;
- Consciência e Intencionalidade;
- Epistemologia (Teoria do Conhecimento).

Objectivos de Aprendizagem: Método “Entender”;

4. Perspectiva filosófica da Inteligência.

SL/AT/Introdução a Sociologia (Psicologia Social) e Antropologia (Cognitiva) [Principal]

Tópicos:

- Interação Social, Dinâmica de Grupo e mudança social;
- A Cultura e Sociedade, Cultura e Linguagem;

Objectivos de Aprendizagem: Método “Entender”;

5. Perspectiva da Inteligência Social.

PC/AC/Psicologia Cognitiva [Principal]

Tópicos:

- Reconhecimento de Padrões, Teoria do Processamento da Informação, Representação Mental, Raciocínio e tomada de decisão,
- Linguagem e Pensamento.

Objectivos de Aprendizagem: Método “Entender”;

6. Perspectiva da influência cognitiva na inteligência.

FC/Fisiologia do Cérebro e Neurociência [Principal]

Tópicos:

- O Cérebro (Arquitectura, Organização e funções);

- Cortex Cerebral; Sistema Nervoso (Anatomia, Tipos);
- Nerónio (estrutura, Potenciais de Repouso e Acção, neurotransmissores);
- Neurologia das Emoções humanas, Emoção e Memória.

Objectivos de Aprendizagem: Método “Entender”;

7. A Inteligência vista como um processo biológico;
8. Biologia do Comportamento Humano.

PD/Psicologia de Desenvolvimento [Principal]

Tópicos:

- Teorias de Desenvolvimento humano;
- Desenvolvimento de cérebro e das habilidades motoras;
- Desenvolvimento Cognitivo, da Linguagem e da Aprendizagem,
- Desenvolvimento Emocional; Desenvolvimento Social.

Objectivos de Aprendizagem: Método “Entender”;

9. A Inteligência vista como o resultado de um processo de desenvolvimento.

LC/Linguística Computacional [Principal]

Tópicos:

- Linguagem Natural (Fonética, Sintaxe, Semântica, Pragmática, Fonologia, Fonética, Lexicologia, Morfologia);
- Neurolinguística; Metadados, Ontologia;
- Busca, Tradução e Recuperação de Informação.

Objectivos de Aprendizagem: Método “Simular”;

10. Perspectiva da influência da linguagem na inteligência;
11. Modelos computacionais.

NCP/Neurociência Computacional [Principal]

Tópicos:

- Redes Neurais, tipos de Modelos;
- Análise e Modelação de Sinais Neurais;
- Processamento de Sinais Neurais (Teoria de Informação).

Objectivos de Aprendizagem: Método “Simular”;

12. Perspectiva neural da inteligência;
13. Modelos Computacionais.

PC/SC/Psicologia, Sociologia e Antropologia Computacional [Principal]

Tópicos:

- Inteligência Artificial Distribuída (Sistemas Multiagentes);
- Modelos Baseados em Agentes (ABM);
- Simulação Social Baseada em Agentes (ABSS);
- Modelação e Simulação de Comportamentos Complexos/Emergentes (O Movimento das Massas, Comportamento colectivo, Tendências sociais, Guerras, Eleições entre outros).

Objectivos de Aprendizagem: Método “Simular”;

14. Como a Inteligência, do individuo, actua (ou é influenciada) em comportamentos colectivos complexos;
15. Modelos computacionais.

CA/Computação Afectiva [Principal]

Tópicos:

- Emoção Artificial;
- Detecção e Reconhecimento de estados afectivos (Modelos e técnicas, Interacção Homem Computador-HCI, Brain Computer Interface-BCI);
- *Affective Wearable* (Ambient Intelligence, Ubiquitous Computing e Context aware).

Objectivos de Aprendizagem: Método “Simular”;

16. Modelos Computacionais;
17. O papel da Emoção na Inteligência.

VA/BC/CE/Vida Artificial, Biologia Computacional e Computação Evolucionária [Principal]

Tópicos:

- Teorias da Evolução, Conceito de Vida;
- Autómatas Celulares, Auto-Reprodução;
- Algoritmos genéticos, Programação genética;

- Algoritmos evolucionários, Programação evolucionária;

Objectivos de Aprendizagem: Método “Simular” e “Construir”;

18. Modelos Computacionais

IAP/Inteligência Artificial Aplicada [Principal]

Tópicos:

- Engenharia Genética (Introdução ao DNA)
- Computação Quântica (Algoritmos quânticos, Arquitectura de computadores quânticos);
- Biónica (Técnicas de Implante, Próteses Neurais, Nanociência, Tecnologia de nanosensores, RFID); Nanotecnologia (Átomos e Moléculas);
- Inteligência Artificial e Sociedade (Lições de Direito, Moral e ética na IA, Responsabilidade de agentes criados artificialmente);

Objectivos de Aprendizagem: Método “Simular” e “Construir”;

19. Construção de Nanorobôs.

Anexo.D - Disciplina de Inteligência Artificial do DMI

Competências Especificas

O estudante deverá desenvolver as seguintes competências:

- Conhecer os principais paradigmas, áreas e algumas aplicações reais da Inteligência Artificial.
- Aplicar os algoritmos de procura cega, informada, local, heurística e função de avaliação.
- Modelar problemas de procura, especificar heurísticas e avaliar seu comportamento na prática.
- Utilizar métodos de inferência em lógica proposicional de primeira ordem.
- Formalizar de forma lógica e modelar problemas de planeamento.
- Modelar conhecimentos com recurso as diversa lógicas.

Tabela D.- Plano temático das Disciplinas do DMI para a Disciplina IA

TEMAS

HORAS

Contacto Directo				Estudo Independente				
AT	AP/LAB	S	CD	L	E	P	EI/O	T

1. Introdução e breve historial da Inteligência Artificial (paradigmas e agentes inteligentes).	4	6	10	4	6		10	20
	4	8	12	4	4	18	26	38
	4	10	14	8	8	18	34	48
2. Agentes e Problemas de procura.	6	10	16	6	8		14	30
	6	6	12	6	6		12	24
3. Representação de Conhecimento e Raciocínio.								
4. Planeamento								
5. Aprendizagem Automática								
	24	40	64	28	32	36	96	160

AT-Aulas Teóricas
S-Seminários
L-Horas de Leitura
P-Projectos
T-Total de Horas

AP/LAB-Aulas Práticas/Laboratoriais
CD-Contacto Directo
E-Horas de exercícios
EI/O-Estudo Independente/Orientado