

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Polyana Santos Fonseca

**PROPOSTA DE DEFINIÇÃO DE INTELIGÊNCIA
DE MÁQUINA INSPIRADA NA
TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE
HOWARD GARDNER**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

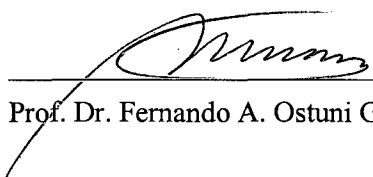
Prof. Dr. Mauro Roisenberg

Florianópolis, Novembro de 2002

PROPOSTA DE DEFINIÇÃO DE INTELIGÊNCIA DE MÁQUINA INSPIRADA NA TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE HOWARD GARDNER

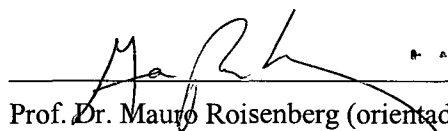
Polyana Santos Fonseca

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, Área de Concentração Sistemas de Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.



Prof. Dr. Fernando A. Ostuni Gauthier

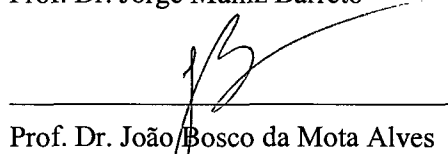
Banca Examinadora




Prof. Dr. Mauro Roisenberg (orientador)



Prof. Dr. Jorge Muniz Barreto



Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves



Prof. Dr. Fernando Mendes de Azevedo

*“Se nosso cérebro fosse tão simples a ponto de podermos entendê-lo
seríamos tão tolos que continuaríamos sem entendê-lo”*

Jostein Gaarder – O Dia do Curinga

*Este trabalho é dedicado ao meu avô Wilson Dias da Fonseca (in memoriam),
que com sua sabedoria e simplicidade me ensinou o que é viver.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me presentear com os dons que fazem de mim o que sou e à minha família, por refiná-los e amplificá-los. Aos meus pais e avós que me ensinaram que o maior tesouro que se leva da vida é a vida que se leva. À minha mana Diana, que tornou estes últimos tempos em Florianópolis tão mais alegres. Aos tios e primos queridos por quase três anos de maravilhosa convivência. Ao amor da minha vida, Yúdice, pela paciência e compreensão infinitas. À Ivana, por ajudar-me a construir o suporte necessário para enfrentar as adversidades.

Ao CESUPA (em especial aos professores Gustavo e Conceição) e “coleguinhas do mestrado de lá” (Rita, Marta, Iranildo, e todos), por acreditarem em meu potencial e garantirem-me esta grande oportunidade. À UFSC, por proporcionar ensino gratuito e de qualidade. Aos professores do mestrado (Barreto, Edla, Jovelino e outros), por mudarem tão radicalmente a minha visão sobre ciência, vida e mim mesma. Em especial, aos professores Bosco, por abrir-me as portas, e Mauro, meu orientador maravilhoso, por mantê-las sempre abertas. Aos meus “coleguinhas do mestrado de cá” (Reinaldo, Jacques, Cíntia, Lu, Márcia, Jan, Carine, Eli, Gláucio, todos) pelo carinho tão imenso e lembranças inesquecíveis. Em especial, à querida dinda Andréa, por ser uma verdadeira irmã, amorosa, companheira e disponível, sempre disposta a dar colo e apoio. À Verinha e Val, pelos sorrisos e disponibilidade. À cidade de Florianópolis, Ilha da Magia, por proporcionar-me momentos incomparáveis e me fazer deixar um pedacinho do meu coração aqui. A todos que de alguma forma contribuíram na construção deste conhecimento e auto-conhecimento.

Muito Obrigada.

SUMÁRIO

Sumário	vi
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Motivações.....	12
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1. Objetivo Geral.....	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	14
1.3. Organização	14
2. INTELIGÊNCIA HUMANA.....	16
2.1. Esforços para medir Inteligência	18
2.1.1. Quociente de Inteligência	19
2.1.2. Frenologia.....	20
2.1.3. Outras Teorias de Inteligências Múltiplas	23
2.2. A Teoria das Inteligências Múltiplas de H. Gardner.....	24
2.2.1. Inteligência Lingüística	27
2.2.2. Inteligência Musical	28
2.2.3. Inteligência Lógico-Matemática	29
2.2.4. Inteligência Espacial	30
2.2.5. Inteligência Corporal-Cinestésica	31
2.2.6. As Inteligências Pessoais – Inteligência Intrapessoal e Interpessoal	32
3. AS MÚLTIPLAS INTELIGÊNCIAS DO COMPUTADOR.....	36
3.1. Inteligência Lingüística Artificial	38
3.2. Inteligência Musical Artificial	42
3.3. Inteligência Lógico-Matemática Artificial	43

3.4. Inteligência Espacial Artificial e Inteligência Corporal-Cinestésica Artificial	45
3.5. Inteligência (s) Pessoal (is) Artificial (is).....	46
3.5.1. Inteligência Intrapessoal Artificial.....	48
3.5.2. Inteligência Interpessoal Artificial.....	50
4. SISTEMA NEBULOSO PARA IDENTIFICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL.....	52
4.1. Lógica Nebulosa	52
4.1.1. Conceitos Preliminares.....	53
4.1.2. Operações	55
4.1.3. Fuzzificação e Defuzzificação	56
4.2. Sistema Especialista	62
4.2.1. Dados de Entrada	63
4.2.2. Regras e Inferências	71
4.2.3. Dados de Saída.....	75
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	76
6. CONCLUSÕES.....	83
6.1. Sugestões para Trabalhos Futuros	85
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXO 1 – Regras do Módulo de ILA.....	91
ANEXO 2 – Regras do Módulo de IMA.....	93
ANEXO 3 – Regras do Módulo de ILMA.....	96
ANEXO 4 – Regras do Módulo de IECA.....	103
ANEXO 5 – Regras do Módulo de IIAPA.....	105
ANEXO 6 – Regras do Módulo de IIEPA.....	106

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa Frenológico de Gall	21
Figura 2 – As Relações Semióticas.....	40
Figura 3 – Funcionamento Genérico de um Sistema Autônomo	47
Figura 4 – Agente Baseado em Metas	49
Figura 5 – Agente Baseado em Utilidade	50
Figura 6 – Limites dos Conjuntos de Primeira Ordem e Nebulosos	54
Figura 7 – Funções de Pertinência para Conjuntos de Primeira Ordem e Nebulosos	54
Figura 8 – União e Interseção de Conjuntos Nebulosos	55
Figura 9 – Complemento de um Conjunto Nebuloso	56
Figura 10 – Etapas do Cálculo com Lógica Nebulosa.....	56
Figura 11 – Função Triangular	57
Figura 12 – Função <i>Singleton</i>	57
Figura 13 – Abordagem Nebulosa para a Velocidade de um Automóvel	58
Figura 14 – Exemplo de α -cut para valor de pertinência (α) 0,6.....	61
Figura 15 – Defuzzificação pela Técnica do Centróide.....	62
Figura 16 – Funções de Pertinência para os Parâmetros de Entrada de ILA	64
Figura 17 – Funções de Pertinência para os Parâmetros de Entrada da IMA	66
Figura 18 – Funções de Pertinência <i>Singleton</i> para os Parâmetros de Entrada da IMA. 66	
Figura 19 – Funções de Pertinência <i>Singleton</i> para os Parâmetros de Entrada da ILMA68	
Figura 20 – Funções de Pertinência <i>Singleton</i> para os Parâmetros de Entrada da IIAPA70	
Figura 21 – Funções de Pertinência para os Parâmetros de Entrada da IIEPA	71
Figura 22 – Funções de Pertinência para os Dados de Saída	75

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Operações Lingüísticas X Qualidades Ergonômicas.....	41
Tabela 2 – Respostas dos Questionários do SEMINT para os problemas de Busca na Internet e Diagnóstico Médico	77
Tabela 3 – Respostas do Questionário SEMINT para os problemas de Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas.....	78
Tabela 4 – Resultados do SEMINT para os problemas de Busca na Internet e Diagnóstico Médico	79
Tabela 5 – Resultados do SEMINT para os problemas de Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas.....	79
Tabela 6 – Resultados Lingüísticos do SEMINT para os problemas de Busca na Internet e Diag. Médico	79
Tabela 7 – Resultados Lingüísticos do SEMINT para os problemas de Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas.....	80

Resumo

Esta pesquisa apresenta um estudo sobre medição de Inteligência de Máquina inspirado na Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner. Após uma análise dessa Teoria, é feita uma comparação das principais características de cada uma das sete inteligências de Gardner com as funcionalidades centrais de uma máquina computacional. Baseando-se nessas comparações são propostos paralelos, representando as inteligências de máquina.

A mensuração é feita associada a uma tarefa, através de um Sistema Especialista com inferência Nebulosa. Um questionário analisa, em módulos, as características da tarefa com relação a cada uma das inteligências propostas. Essas informações representam as entradas do Sistema Especialista. O sistema então retorna os valores das inteligências necessários para resolver a tarefa, permitindo ao engenheiro do conhecimento decidir a melhor forma de abordar computacionalmente o problema.

Palavras-Chaves: inteligência artificial, inteligência de máquina, métricas de IA, sistema especialista, inteligências múltiplas.

Abstract

This research presents a study about measurement of Machine Intelligence inspired by the Howard Gardner's Multiple Intelligences Theory. After an analysis of that Theory, it is made a comparison of the main characteristics of each one of the Gardner's seven intelligences with the central functionalities of a computable machine. Basing on those comparisons, parallels are proposed, representing the machine intelligences.

The measuring is made associated to a task, through a Specialist System with Fuzzy inference. A questionnaire analyzes, in modules, the characteristics of the task according to each one of the intelligences proposals. That information represents the entrances of the Specialist System. The system then comes back the values of the necessary intelligences to solve the task, allowing to the engineer of the knowledge to decide the best way to computerizing approach the problem.

Keywords: artificial intelligence, machine intelligence, AI measuring, specialist system, multiple intelligences.

1. Introdução

“A inteligência é útil para tudo, mas não é suficiente para nada”

Henri-Frederic Amiel, professor suíço (1821-1881)

1.1. Motivações

O homem nasceu criatura. Mas sempre quis ser criador. E, de fato, torna-se um. O homem criou as artes, os sistemas lingüísticos, as ciências, as sete maravilhas do mundo, as tecnologias. Depois quis criar a vida e conseguiu as inseminações artificiais, os vegetais e animais modificados e melhorados geneticamente e, enfim, os animais clonados. Não ainda satisfeita, a humanidade quer criar a inteligência, não só vida semelhante à sua, mas inteligência semelhante à sua. À sua “imagem e semelhança”, como no conto de Frankenstein (SHELLEY, 1998) ou como na Bíblia (GÊNESE, 1999).

Ao restringir-se a visão sobre as tecnologias criadas pelo homem, vê-se agora as tentativas de aperfeiçoar o que estudamos por Inteligência Artificial. Ao criar seres ditos inteligentes, surge a necessidade de avaliar sua inteligência para saber a amplitude das conquistas. Ou seja, é preciso perguntar qual a real capacidade desses seres artificiais. Conseguem eles realmente emular, ou emitir, ou fazer emergir de seus circuitos algum tipo ou grau de inteligência? São capazes de aumentar o nível de sua inteligência e conhecimento – aprender? Quão rápido aprendem? Quanto podem aprender?

Assim como talvez Einstein tivesse grande dificuldade em escrever algo semelhante à nona sinfonia, provavelmente Michael Jordan não conseguiria formular a teoria da relatividade. Na área da computação, tanto em hardware quanto em software, ocorre fenômeno semelhante. Por exemplo, um computador com um co-processador aritmético é capaz de resolver conjuntos de equações complexas muito mais rapidamente que um microprocessador simples de 8 bits; também uma rede neural teria enormes dificuldades para implementar um *browser* para a Internet, ao passo que um

programa procedural teria um desempenho sofrível para implementação de um sistema especialista para auxílio ao diagnóstico médico onde se dispusesse apenas de exemplos de casos de diagnóstico.

Medir a inteligência computacional é, portanto, parte importante do processo de escolha da tecnologia e recursos que serão utilizados na solução de um problema. Poder avaliar “quanto” de inteligência computacional (e suas várias facetas) é necessária para resolver um problema, ou avaliar qual tecnologia resolveria melhor o problema proposto, proporcionaria uma economia de tempo e investimento em um projeto. Assim, linguagens de programação, técnicas de inteligência artificial, recursos físicos e outros poderiam ser mais bem aproveitados de acordo com as características do problema a ser resolvido e da inteligência que ele exige.

FALQUETO, LIMA, BORGES, BARRETO (2001a), em recente artigo intitulado “The measurement of Artificial Intelligence – An IQ for machines?” analisam alguns aspectos da inteligência de máquina, tentando “encontrar maneiras de medir e então comparar a eficiência de suas técnicas”. Surge então a proposta de que “talvez os computadores também tenham diferentes inteligências”, onde Falqueto faz referências aos trabalhos de Howard Gardner, sobre Inteligências (humanas) Múltiplas. Entretanto FALQUETO, LIMA, BORGES, BARRETO (2001a) acreditam que “o conceito de inteligência, por si só, é muito abstrato para ser objetivamente medido. Para fazer sentido, ele precisa ser associado a alguma tarefa”.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é propor um método para classificação e medição de aspectos da Inteligência Artificial em máquinas inspirado na Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Através de um estudo sobre as sete inteligências propostas por Gardner, encontrar paralelos para o âmbito computacional e obter uma lista de prováveis inteligências de máquina.
- Produzir um método de medição das inteligências associadas a um determinado problema (a ser descrito durante o trabalho).
- Definir tarefas (estudos de caso) e, de posse das “inteligências básicas”, avaliar quanto de cada inteligência é necessária para resolver o problema.

1.3. Organização

O presente trabalho está organizado em seis capítulos, começando por esta Introdução, que apresenta também as motivações e objetivos do estudo.

O segundo capítulo contém um panorama geral dos estudos sobre inteligência humana, apresentando alguns esforços de medição da inteligência, as primeiras idéias sobre a existência de várias inteligências e, mais detalhadamente, os estudos de Gardner e sua Teoria das Inteligências Múltiplas.

O capítulo três descreve as inteligências computacionais propostas através dos paralelos criados com as inteligências de Gardner, sendo que aquelas serão utilizadas no processo de medição.

Durante o capítulo quatro são apresentados rapidamente fundamentos de Lógica Nebulosa, que será a metodologia adotada para medição das inteligências associadas a um determinado problema. Após esta contextualização, são dadas as características do Sistema Especialista proposto.

O quinto capítulo relata os processos de análise de vários tipos de tarefas e os resultados obtidos pelo sistema especialista.

O sexto e último capítulo trata das considerações finais do trabalho e uma lista de propostas para pesquisas futuras.

2. Inteligência Humana

O homem sempre foi parâmetro de inteligência, ou seja, parâmetro do que é *ser inteligente*, capazes não só de encontrar e resolver problemas, mas também de criá-los. Este antropocentrismo está presente em vários estudos sobre inteligência (ASIMOV, 1950; TURING, 1950; SIMON & NEWELL, 1964; HEBB, 1979; FOGEL, 1995; CNN, 2002). Até mesmo estudos com animais são afetados pelo antropocentrismo. Expressões como *o animal x apresenta um certo grau de inteligência* são comuns, onde este certo grau é sempre considerado menor do que o grau de inteligência que seria aplicado a um ser humano.

Em um ponto de vista contrário, o cinema faz seu espetáculo, “onde, via de regra, a ‘inteligência’ da máquina supera, quando não ridiculariza a humana” (RABUSKE, 1995), o que cria uma aura de expectativa e nervosismo tanto da parte das pessoas comuns quanto dos cientistas e novos cientistas.

Mas nem sempre se falou em *inteligência*. BURT (1955a, 1955b) relata, como parte da sua experiência de vida e em seu livro, nunca ter ouvido a palavra inteligência ou inteligente em sua infância, já que ela era pouco utilizada pelo público comum. Não se dizia que uma criança era *inteligente*, e nem mesmo os pais vangloriavam-se da *inteligência* de seus filhos. O próprio Burt, mais tarde, chega a trabalhar e aceitar a existência e importância de uma “capacidade superior” ou, segundo BUTCHER (1968), um “predomínio de capacidade geral ou inteligência”.

Para HEBB (1979), a palavra inteligência remete a duas idéias diferentes: a primeira, como “o potencial congênito para o desenvolvimento cognitivo”, idéia básica do Quociente de Inteligência (Q.I.), e a segunda, “sentido em que o termo inteligência é comumente usado”, diz respeito ao “nível geral ou médio de desenvolvimento da capacidade de perceber, aprender, resolver problemas, pensar, adaptar-se”, uma visão mais de acordo com o pensamento atual.

Muito antes de toda a excitação da comunidade científica com relação à palavra, ou idéia de inteligência, o estudo dos *mecanismos de raciocínio* já povoavam a mente de sábios na Grécia Antiga, como com Aristóteles, onde encontramos as raízes do Associacionismo. De acordo com BARRETO (1999), “no associacionismo, o raciocínio consiste em uma seqüência de associação de idéias [...] que se formam quando apresentadas pelo mundo exterior em conjunto”.

A inteligência já foi até mesmo posta em xeque, com a famosa frase do psicólogo behaviorista Skinner e sua análise funcional do comportamento: “A questão não é se as máquinas pensam, mas se os homens pensam” (DAVIS & OLIVEIRA, 1991). O behaviorismo afirma que o comportamento humano e animal é baseado na conhecida teoria do estímulo-resposta: a resposta é emitida pelo ser diante de um estímulo que desencadeia o reflexo [como por exemplo, o cão que salivava ao ouvir a campainha no clássico experimento de PAVLOV (1960) *apud* HEBB (1979)], sem um raciocínio ou crença ou ainda objetivo.

Pode-se tentar definir inteligência diante de um interessante exemplo narrado por PINKER (1999): o autor analisa uma mulher que sai correndo de um prédio porque ele estava em chamas. Em uma primeira análise, ela agiu previsivelmente, diante do estímulo *fogo* (que desencadearia a resposta fuga). Mas ela não necessariamente saiu do prédio por ver as chamas. Há a possibilidade de ela ter visto o carro de bombeiros, a fumaça, o alarme de incêndio, e então ter feito associações que a levariam a concluir que o prédio estava em chamas. Mas mesmo esta conclusão não seria suficiente para fazê-la sair do prédio. E, em palavras do autor, “o que de fato prediz o comportamento [...], é se ela *acredita* estar em perigo [...] e igualmente se ela *deseja* escapar do perigo”. Isto porque a fumaça, por exemplo, não necessariamente é sinal de que o prédio está em chamas; ela poderia ter outra fonte e a moça poderia saber disso (e então não *acreditaria* estar em perigo). Se ainda ela tivesse um ente querido no prédio, em lugar de sair, correria para salvá-lo (portanto não *desejaria* ainda escapar do perigo).

Baseado no exemplo anterior, inteligência poderia ser uma capacidade para alcançar objetivos e ultrapassar obstáculos utilizando verdades válidas no ambiente

onde o ser está inserido. “Inteligência consiste em especificar um objetivo, avaliar a situação vigente para saber como ela difere do objetivo e pôr em prática uma série de operações para reduzir a diferença” (NEWELL & SIMON, 1972, 1976 *apud* PINKER, 1999), diferença essa que nos deixaria longe de nossos *desejos e motivações*, os quais procuramos satisfazer usando nossas *crenças*.

Mesmo diante de uma dificuldade em definir inteligência, em chegar a um consenso sobre o seu significado, as pessoas sabem perfeitamente quando a encontram; elas a reconhecem. Supondo que se encontrasse um ser diferente de todos os que já foram estudados, um ser de fora do ecossistema como o conhecemos, o que ele deveria fazer para provar-se inteligente? Como julgar ou dimensionar a sua inteligência? Eis uma entrevista de David Smith¹, respondendo a pergunta “o que faz um bom alienígena?”:

“Primeiro, eles precisam ter reações inteligentes mas impenetráveis às situações. Você tem que conseguir observar o comportamento do alienígena e dizer ‘Não entendo as regras pelas quais o alienígena está tomando suas decisões, mas ele está agindo racionalmente segundo algum conjunto de regras’ [...] o segundo requisito é que eles têm que se importar com alguma coisa. Precisam querer alguma coisa e buscá-la enfrentando obstáculos” (*apud* PINKER, 1999).

Para analisar completamente a criatura, seria preciso, portanto, além de observá-la agir de acordo com regras lógicas e crenças, conhecer os seus objetivos, seus desejos. Do contrário, haveria a possibilidade de cair num erro ao avaliar atitudes que, numa primeira instância não fazem o menor sentido, mas que denotam inteligência ao serem postas diante das motivações daquele ser. Conhecer para poder avaliar.

2.1. Esforços para medir Inteligência

É da natureza humana nomear as coisas. E, posto que se tem algo que se possa nomear, o próximo desejo humano é dimensionar, estudar. Assim sendo, logo que se

¹ Entrevista com D. C. Denison, para o *Boston Globe Magazine* em 18.06.1995

deu conta da existência e da plausibilidade da sua própria inteligência, o homem ansiou por mensurá-la.

A primeira forma de estudar a inteligência e o ser humano em si foi através da filosofia. E desde os tempos de Sócrates e Platão até os atuais, muitas propostas e teorias já surgiram e desapareceram tentando definir e entender como funciona a mente humana, de propostas biológicas até teorias educacionais, logísticas, metafísicas, entre outras. Nenhuma delas, entretanto, é totalmente aceita ou utilizada pela a sociedade científica. Cada uma tem seus adeptos, defensores e opositores; suas vantagens e desvantagens, comprovações e incertezas, sendo que ainda não existe uma que possa ser considerada completa, definitiva.

Algumas delas serão apresentadas a seguir, as consideradas mais interessantes para a pesquisa: a teoria do Quociente de Inteligência de Simon e Binet, a Frenologia de Gall e diversas teorias de múltiplas inteligências, entre as quais a Teoria das Inteligências Múltiplas de H. Gardner será a de maior interesse e aprofundamento.

2.1.1. Quociente de Inteligência

A mais famosa ferramenta para medição da inteligência humana é certamente o Quociente de Inteligência (Q.I.), criado por Théodore Simon e Alfred Binet no início do século XX. Simon e Binet utilizavam o teste de Q.I. inicialmente para classificar as crianças nas séries correspondentes e diferenciar crianças com retardo (GARDNER, 1994). Com o tempo a medição de inteligência foi ganhando entusiastas em muitas áreas, e logo existiam testes de Q.I. para adultos e utilizados para todo e qualquer tipo de classificação.

“QI é apenas a expressão do nível de habilidades que se tem em determinado momento [...]. Não é possível, através de um teste de inteligência, conhecer as razões que levaram a criança ou o adulto a apresentar tal resultado” (DAVIS, OLIVEIRA, 1991). Em contrapartida, temos a forte crença de que inteligência é algo inato ou hereditário e ainda imutável durante a vida, o que na verdade, é o maior problema do

uso do teste de Q.I.: “o QI não costuma ser encarado como aquilo que é – o resultado de um teste de inteligência – mas, muitas vezes, é tomado como sinônimo da própria inteligência” (DAVIS, OLIVEIRA, 1991).

Para Piaget (*apud* GARDNER, 1994) o importante não é a resposta da criança ao teste, mas quais as linhas de raciocínio que ela pode ter seguido para chegar à resposta que deu. É preciso avaliar um contexto, e ainda, avaliar continuamente. O valor do Q.I. muda com o passar dos anos, e continuará mudando, pois ele é um “fotograma” de aptidões lógico-matemáticas, lingüísticas e analíticas (fatores medidos adequadamente em um típico teste de Q.I.) da mente *no momento* em que foi testada.

Existem ainda fatores que, segundo GARDNER (1993, 1994), não são abordados durante o teste, e o resultado do mesmo é pouco esclarecedor quanto a estes fatores. Geralmente o teste de Q.I. observa o quanto já se aprendeu até o presente, mas não avalia a *capacidade de aprendizado no momento*, a capacidade de assimilar informações novas e resolver problemas novos com elas. Assim como para Piaget, também para VYGOTSKI (1988) os testes de inteligência falham nas Zonas de Desenvolvimento Proximal², não medem com acurácia elementos como motivação, ética, moral, bom-senso e senso comum, intuição, criatividade e originalidade, levando em conta somente o produto, *o que* foi respondido, mas não *como* aquela resposta foi conseguida.

2.1.2. Frenologia

A doutrina frenológica pregava, basicamente, como um especialista nos ensinamentos de Franz Joseph Gall poderia determinar o perfil mental de um indivíduo através das medidas de seu crânio (ou caixa craniana), porque essas variações refletiriam diferenças no tamanho e na forma de determinadas regiões do cérebro (órgão interno envolvido pela caixa craniana).

² Vygotski considerava não só o nível de desenvolvimento real – geralmente medidos nos testes de Q.I. – no processo de ensino-aprendizagem, mas também as potencialidades do aprendiz, chamada Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal.

Para Gall (*apud* SABBATINI, 1997), as faculdades intelectuais dependem da organização do cérebro e cada uma delas seria processada dentro de uma sub-área cerebral. Essas faculdades seriam mais desenvolvidas quanto mais desenvolvidas fossem as respectivas regiões que as abrigavam. Gall acreditava ainda que o crânio humano moldava-se de acordo com esse desenvolvimento relativo e, portanto, seria necessário localizar nas áreas do crânio (e, por conseguinte, do cérebro) a função correspondente para então avaliar a inteligência e personalidade do ser humano.

Juntamente com seus pupilos, Gall analisou e catalogou medidas de crânios de pessoas próximas e avaliou suas capacidades mentais. Foram identificadas então trinta e sete faculdades morais e mentais representadas na topologia craniana (esquematizadas na Fig. 1). Segundo SABBATINI (1997), “a maioria das faculdades tratavam de personalidades abstratas [...]. Outros traços [...] podiam ser avaliados com testes psicológicos”.

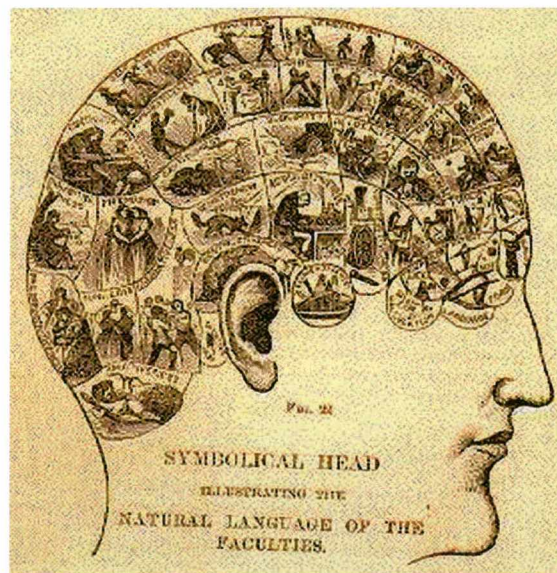


Figura 1 – Mapa Frenológico de Gall (SABBATINI, 1997)

Ainda de acordo com SABBATINI (1997), Gall estava errado em dois pontos de sua pesquisa. Um ponto da teoria de Gall que não teve tempo de “amadurecer” antes que a Frenologia caísse em desuso foi a tese de que as regiões do cérebro cresciam de acordo com o desenvolvimento da faculdade intelectual respectiva. Mesmo depois de

muito estudada, a anatomia do cérebro acabou por deixar de lado esta questão, inclusive a suposição de que o tamanho ou peso do cérebro indicassem maior ou menor capacidade. O ponto crucial da teoria de Gall é também onde encontramos o seu maior erro: as saliências, formatos e diferenças no crânio não têm nenhuma relação com a forma do cérebro, como provam as evidências das tomografias computadorizadas.

Mas Gall foi o primeiro a supor que o cérebro é o órgão do corpo responsável pela maioria das atividades relacionadas à mente. E ainda, Gall foi pioneiro em propor a idéia de “órgãos da mente”. A teoria de que diferentes áreas do cérebro são responsáveis por diferentes ações, capacidades, pensamentos e emoções, embora apresente incertezas e controvérsias, é amplamente difundida hoje, com a possibilidade de se estudar o cérebro em vida, e observar as diferenças de irrigação sanguínea, temperatura e outros fatores, facilidades que não se tinha na época de Gall.

Embora não sendo totalmente aceita, a idéia dos órgãos da mente de Gall é objeto de muitos estudos, como em estudos sobre danos em determinadas áreas cerebrais afetando diferentes aspectos do comportamento (DAMÁSIO, 1996). Eventualmente, estes estudos acabam por fazer cair por terra a teoria inicial de Gall sobre o cérebro ser o principal responsável pela mente, como costuma-se afirmar. DAMÁSIO (1996) acredita que “quando se fala sobre cérebro e mente. [...] se fala desses como se o seu funcionamento pudesse ser independente do funcionamento do resto do corpo”. Entretanto, ainda segundo DAMÁSIO (1996), “o corpo, tal como é representado no cérebro, pode constituir o quadro de referência indispensável para os processos neurais que experienciamos como sendo a mente”. A mente, por conseguinte, não estaria concentrada no cérebro, mas sim em todo o organismo. Mesmo tendo Gall se equivocado no ponto central de sua teoria (atualmente em total desuso), suas contribuições são inegáveis, visto que voltaram os olhos da comunidade científica para novas idéias sobre o cérebro e inspiraram pesquisas no ramo.

2.1.3. Outras Teorias de Inteligências Múltiplas

Os principais estudos abordados neste trabalho serão aqueles feitos por Howard Gardner em sua Teoria das Inteligências Múltiplas. Mas Gardner não foi o único a elaborar uma teoria para explicar, numerar e analisar as possíveis e diversas inteligências humanas. Trabalhos como a Teoria das Capacidades Mentais Primárias, de THURSTONE (1938); a Teoria Hierárquica de CARROLL (1993); a Teoria da Estrutura do Intelecto, de GUILFORD (1967, 1971) e principalmente a Teoria Triarca da Inteligência, de STERNBERG (1977, 1985, 1992) foram de suma importância para a reforma do ensino primário e secundário americano, bem como para contribuir com o novo pensamento científico sobre não mais uma única inteligência humana, mas a combinação de várias inteligências.

As maiores divergências entre as Teorias de Múltiplas Inteligências tomam forma no que tange ao número de inteligências, ou aspectos da divisão de inteligências. A Teoria Triarca de STERNBERG (1977, 1985, 1992), por exemplo, demonstra que existem apenas três tipos de inteligência: a analítica (onde se destaca o pensamento científico e acadêmico de resolução de problemas), a prática (para resolver os problemas mal definidos ou com múltiplas soluções geralmente encontrados no cotidiano) e a inteligência criativa (relacionada à capacidade de trabalhar com o ineditismo, ou seja, a reação às situações novas). GOLEMAN (1996) analisa cinco vertentes (autoconsciência, manipulação de emoções e sentimentos, auto-motivação ou autocontrole emocional, empatia e habilidades sociais) da chamada Inteligência Emocional ou Inteligência Social. Já a Teoria da Estrutura do Intelecto de GUILFORD (1967, 1971), afirma que a inteligência tem três características diferentes (operações, conteúdo e produtos), cada um com vários aspectos (cinco para operações, seis para produtos e cinco para conteúdos) passíveis de combinações das mais diversas, podendo gerar, teoricamente, 150 diferentes componentes de inteligência.

Entretanto, uma das características mais importantes das teorias acima é convergente: de que a inteligência não é formada somente de um único aspecto, mas de várias facetas independentes, porém relacionadas. E uma pessoa inteligente não é

necessariamente aquela que obtêm bons resultados em todas as sub-inteligências, mas aquela que sabe gerenciar as capacidades que tem, porque a inteligência é altamente maleável, devendo ser medida várias vezes ao longo da vida do indivíduo. Ela pode ser moldada, aumentada, aperfeiçoada, adaptada. Inteligência não pode, portanto, ser concentrada sumariamente em um único quociente.

2.2. A Teoria das Inteligências Múltiplas de H. Gardner

Os estudos Frenológicos de Gall contêm as primeiras suposições das múltiplas inteligências conectadas à metáfora biológica das diferentes partes do cérebro e suas respectivas funções. A mais “fértil” das idéias da Gall, e que tem, segundo Gardner, grande possibilidade de estar correta diz que:

“não há poderes mentais gerais como percepção, memória e atenção; mas antes, há diferentes formas de percepção, memória e similares para *cada* uma das diversas faculdades intelectuais como linguagem, música ou visão” (GALL *apud* GARDNER, 1994).

Gardner estudou grande parte dos filósofos do século XX, período no qual as capacidades simbólicas da humanidade foram especialmente estudadas. Isso porque esta capacidade é considerada pela filosofia moderna como a janela para os caminhos da evolução da inteligência. E que a principal razão para esta diferença significativa entre a inteligência humana e a inteligência dos demais seres é a crescente habilidade de lidar com “veículos simbólicos” – símbolos – para comunicar-se e expressar-se. O uso de símbolos deu origem à arte, à linguagem, à ciência, conquistas cognitivas da humanidade.

Conquistas cognitivas são feitas dentro de determinados domínios de conhecimento. Há domínios, como por exemplo, o lógico-matemático para Piaget, que são universais, ou seja, são dominados em grau satisfatório pela quase totalidade das pessoas, porque fazem parte do ambiente social de toda nossa espécie. Já outros domínios são restritos, e mais ou menos valorizados dependendo do contexto social ou

cultural. Mas independentemente do domínio estudado, o indivíduo sempre passa por etapas de aprendizado, de acordo com DREYFUS & DREYFUS (1984): *iniciante*, onde as tarefas são executadas apenas baseadas nas regras teóricas aprendidas; um estágio de *aprendiz avançado*, onde o estudante executa as tarefas ainda raciocinando pelas regras existentes, mas refinando suas ações de acordo com a limitada experiência adquirida, e o estágio da *competência*, onde o mestre interioriza as regras antigas e cria novas, elevando o número de elementos relevantes numa decisão. Parafraseando os estudos de Piaget e suas fases para o desenvolvimento cognitivo infantil, GARDNER (1994) expressa que “há uma série de etapas ou estágios variando desde o nível ou classe de novato, passando pelo *status* de aprendiz ou diarista até o *status* de especialista ou mestre”, e esta seqüência é seguida por todo e qualquer indivíduo. A grande diferença entre estes “estudantes” está na velocidade com a qual transitam por essas etapas a fim de dominar o conhecimento desejado, ressaltando que esta velocidade não se mantém caso mude-se a área de conhecimento estudado.

Existem, porém, pessoas que parecem manter uma velocidade de aprendizado acima da média em diversas áreas do conhecimento. Gardner cita estes estudos de FELDMAN (1980) *apud* GARDNER (1994) com suas chamadas “crianças-prodígio”, indivíduos considerados diferentes dos demais de forma qualitativa. Segundo Feldman, porém, essa incrível habilidade para dominar e criar conhecimentos novos não passa de uma junção coincidental de fatores como genética (propensão inata), cultura, educação familiar e oportunidades acadêmicas, que favorecem o florescimento destas características.

Da mesma forma, existem ainda indivíduos que parecem ter “conhecimento inato” ou comportamento prodigioso em áreas específicas do conhecimento humano. Estes domínios específicos diferem-se também pela quantidade de indivíduos prodigiosos encontrados. Enquanto em capacidades como linguagem a grande maioria da população mundial tem elevado grau de controle, e inúmeros podem se destacar, capacidades como a música mostram-se menos difundidas, tornando as conquistas individuais muito mais prevaletentes.

Mas o que torna essas capacidades humanas independentes ou diferentes? Gardner criou uma lista de candidatas à “inteligência humana”, baseada em opiniões de cientistas diversos, sábios, filósofos, psicólogos. Potências intelectuais que dêem ao homem capacidade e habilidade de encontrar, resolver e criar problemas. De posse dessa lista, Gardner confrontou cada uma das candidatas com uma série de critérios de avaliação, para encontrar sinais de que esta ou aquela candidata tem ou não condições de ser considerada inteligência.

Para escolher os critérios que definiriam as inteligências múltiplas, GARDNER (1994) define que as competências candidatas deveriam apresentar “um conjunto de habilidades de resolução de problemas” e “potencial para encontrar ou criar problemas”, sendo ela útil e importante aculturalmente, ou seja, não atrelada a uma cultura específica. Os critérios definidos por Gardner são: *isolamento potencial por dano cerebral* (se uma capacidade é destruída ou poupada diante de um dano cerebral sério, é possível sua autonomia de outras faculdades), *a existência de “idiots savants” prodígios e outros indivíduos excepcionais* (existência de indivíduos com alto grau de desparelho de habilidades ou deficiências), *uma operação central ou conjunto de operações identificáveis*, *uma história desenvolvimental distinta aliada a um conjunto definível de desempenhos proficientes de expert “estado final”* (poder identificar uma história desenvolvimental da qual tanto indivíduos normais quanto prodígios possam ter passado), *uma história evolutiva e a plausibilidade evolutiva* (evolução de capacidades durante a história daquela inteligência), *apoio de tarefas psicológicas experimentais*, *apoio de achados psicométricos* e *suscetibilidade à codificação em um sistema simbólico*.

Desta forma Gardner propôs sete tipos de inteligência que seriam “independentes” umas das outras, apresentadas a seguir. Isto não significa, entretanto, que só existam realmente sete vertentes de inteligência. Eventualmente o espaço dimensional das inteligências poderia ser maior que este, ou diferente, ou menor, resultando numa análise diferente quando da combinação dos vários índices.

2.2.1. Inteligência Lingüística

Dentre as muitas formas de comunicação existentes, uma das mais completas é a linguagem. A humanidade deve sua evolução à criação dos sistemas de símbolos que permitiram ao homem expressar-se e comunicar-se com seus semelhantes, criando convenções para as diversas situações pelas quais precisavam passar, abstrações (ícones) que representassem ações, valores e experiências. Estes símbolos, quando gravados na matéria, permitiram ainda aos homens de muito tempo atrás deixar suas marcas para serem entendidas por outros e, repetidas por eles, comunicar-se com quem nunca se viu ou conviveu, criar história.

A capacidade e forma humana de se expressar denomina-se Inteligência Lingüística. Este domínio da inteligência humana diz respeito a diversas formas de comunicação, escrita ou falada, presencial ou gravada, nova ou copiada, presente ou passada.

Escolhido por Gardner como expressor-mor da linguagem, o poeta domina a linguagem escrita como poucos. Ele é mais sensível do que a maioria das pessoas às nuances da língua, pequeninas diferenças nos significados de uma palavra; na ordem entre as palavras; aos sons, ritmos, inflexões, métrica; às funções da linguagem. E tem ainda um “potencial para entusiasmar, convencer, estimular, transmitir informações ou simplesmente agradar” GARDNER (1994), a capacidade e transmissão da emoção e do espírito humano na forma de símbolos falados, lidos ou cantados dos seus versos e prosas, sendo o exemplo mais preeminente da inteligência humana.

Percebe-se também que, embora poucos indivíduos dominem com maestria estas características semânticas, fonológicas, sintáticas e pragmáticas da língua, a inteligência lingüística é, aparentemente a mais compartilhada pela humanidade. Todos temos a capacidade de nos comunicar qualquer que seja a forma disponível. Analfabetos, crianças ainda aprendendo a linguagem, deficientes (físicos, visuais, auditivos, mentais, e etc.) comunicam-se em algum grau com o mundo a sua volta.

Um bom entendimento do significado e ordem das palavras, capacidade de persuasão, explicação, aprendizado, ensino, o próprio senso de humor, as capacidades mnemônicas dos símbolos e a análise meta-lingüística (usar a linguagem para refletir e trabalhar a própria linguagem), segundo PASSARELLI (1999), são componentes da inteligência lingüística, que se concentra em poetas, escritores, oradores e comediantes, entre outros.

2.2.2. Inteligência Musical

“A música é a alma do universo. Dá vôo à imaginação, alegra o espírito, afugenta a tristeza. Dá vida a tudo que é bom e justo”. Esta frase de Platão mostra o quanto a música é indescritível. A palavra grega *mousikós* – “musical”, “relativo às musas” – referia-se ao vínculo do espírito humano com qualquer forma de inspiração artística. Hoje em dia, a chamada música é a forma de expressão artística através dos sons e silêncios, a arte de coordenar fenômenos acústicos para produzir efeitos estéticos.

A humanidade não é toda musical. Existem culturas mais e menos musicais. Antigas ou não. A música não é usada para fins de sobrevivência, e ainda assim, entre os vestígios remanescentes das grandes civilizações da antigüidade, foram encontrados testemunhos escritos em registros pictóricos e escultóricos de instrumentos musicais e de danças acompanhadas por música.

O prodígio musical é talvez aquele que mais cedo se destaca dos demais, o que mais cedo se descobre, e será mais ou menos explorado e incentivado de acordo com a cultura em que vive. GARDNER (1994) começa seus estudos sobre inteligência musical com uma frase de Hoene Wronsky, dizendo que a música é “a corporificação da inteligência que há no som”.

Os principais componentes da inteligência musical, segundo PASSARELLI (1999) são uma apurada percepção para sons (musicais, rítmicos, do ambiente, do pensamento), e reconhecimento das qualidades tonais e da estrutura musical, além da composição e aguçada habilidade para tocar instrumentos musicais de forma avançada.

Ainda segundo Passarelli, “de todas as formas de inteligência a ‘alteração da consciência’ efetuada pela música no cérebro constitui a maior de todas”. Eis que compositores alegam estar sempre “ouvindo música”, ouvindo conjuntos de sons que serão trabalhados e reformulados para originarem novas canções, melodias, *jingles*.

2.2.3. Inteligência Lógico-Matemática

“A matemática é o alfabeto com o qual Deus escreveu o Universo”. A famosa frase de Galileu Galilei expressa o amor dos matemáticos pela sua ciência. Muitas pessoas consideram a matemática como a inteligência, a inteligência-mor, a maior, mais geral ou mais importante de todas, como se ela não tivesse relação com mais nada, fosse uma inteligência autônoma, isolada e superior, ou ainda como se o matemático fosse o *verdadeiro* cientista. Mas a frase de Galileu expressa o centro do trabalho matemático: a capacidade de reconhecer a natureza das ligações entre proposições, e como desenvolver uma cadeia de raciocínio lógico. Isso porque não basta somente o “alfabeto”. É preciso conhecer e dominar regras para se escrever bem.

GARDNER (1993, 1994) faz questão de ressaltar que as pessoas chamadas “calculadoras humanas”, que têm enorme capacidade de efetuar cálculos imensos em poucos segundos, provavelmente não têm uma inteligência matemática tão alta. E essa conclusão se deve justamente ao fato de que o centro das atividades do ser humano é o interesse em descobrir novos problemas, interesse em resolver problemas considerados insolúveis ou difíceis, e ainda estudar o modo como os antepassados resolveram esses problemas. Exibir truques numéricos de somar e multiplicar, simplesmente, não torna alguém um matemático renomado, somente dá a ele uma vantagem temporal.

O matemático deve ser capaz de desenvolver e trabalhar com habilidade longas cadeias de raciocínio e silogismos. Deve conseguir resolver problemas extremamente complexos, descobrindo como resolver os subproblemas do problema maior, ou ainda ter a sensibilidade de perceber como se pareceria o conjunto de soluções para este problema e trabalhá-lo de trás para a frente. Um indivíduo com alta inteligência matemática é capaz de “sentir” o direcionamento de seus cálculos, induções e deduções,

encontrando os caminhos para as diversas respostas, ou provando indiretamente sua hipótese; enfim, encontrando maneiras lógicas de chegar ao seu objetivo.

Encontrada, segundo PASSARELLI (1999), em cientistas de um modo geral, profissionais da computação, advogados, contadores, banqueiros e, obviamente, matemáticos, a inteligência matemática é composta basicamente de habilidades para reconhecimento de padrões abstratos, o raciocínio indutivo e dedutivo, chamado raciocínio científico, a clareza no estudo de relações e conexões e, por fim, porém não mais nem menos importante, a capacidade de realizar cálculos complexos.

2.2.4. Inteligência Espacial

A inteligência espacial é pertinente principalmente à percepção. Perceber o mundo à volta, as transformações que ele sofre, reconhecer o mundo modificado e também recriá-lo. Embora muitos cientistas considerem a capacidade espacial como essencialmente visual, a ponto de denominar a inteligência espacial de viso-espacial, as capacidades espaciais de um indivíduo não estão ligadas a um único sistema sensorial. Podemos exemplificar esta afirmação nos indivíduos portadores de deficiências visuais. Embora não tenham este importante equipamento de percepção que é a visão, são capazes de perceber o ambiente em que vivem com extrema acurácia superando, em alguns casos, a de um indivíduo com visão normal.

Além disso, indivíduos cegos podem “ver” o rosto de pessoas com as mãos. Eles têm suficiente noção espacial para desenhar o rosto da pessoa mentalmente. A inteligência espacial portanto não pode ser restrita a um único sistema de sensores, no caso a visão. A audição apurada, o tato e olfato também são fatores que auxiliam uma pessoa a localizar-se, a localizar objetos. Isso porque a principal característica da inteligência espacial é, segundo PASSARELLI (1999) a *capacidade de formar imagens mentais*. GARDNER (1994) relata a história do inventor Nikolas Tesla, que tinha uma memória visual excelente. Ele conseguia lembrar com grande precisão de detalhes, de quadros que havia visto, de máquinas que havia estudado. Mas a característica mais impressionante desse cientista foi sua capacidade de criar máquinas completas,

complexas e funcionais em sua mente, e construí-las sem ajuda de desenhos ou esquemas. E sua imaginação era tal que ele se dizia capaz de visualizar o funcionamento daquela máquina e estudar seu desgaste, por exemplo, antes de terminá-la.

O perfil de um indivíduo com alta inteligência espacial, segundo PASSARELLI (1999), aponta para “percepção acurada de diferentes ângulos, reconhecimento de relações de objetos no espaço, representação gráfica, manipulação de imagens, descobrir caminhos no espaço, formação de imagens mentais e imaginação ativa”.

2.2.5. Inteligência Corporal-Cinestésica

A noção intuitiva que temos de inteligência na sociedade ocidental é comumente associada às atividades mentais, atividades do raciocínio. Dessa forma, as atividades corporais estão em posição menos privilegiada em nossa cultura e, segundo GARDNER (1994), são estigmatizadas como menos especiais “do que as rotinas de resolução de problemas desempenhados principalmente pelo uso da linguagem, da lógica ou de algum sistema simbólico relativamente abstrato”. A associação que fazemos de inteligência com cérebro é parte fundamental nesse pensamento. O cérebro funciona a partir de um conjunto de reações químicas, corporais. No entanto, associamos o pensamento a algo abstrato, “superior” a qualquer tipo de reação físico-química. As ações baseadas em raciocínios abstratos, reflexivos, portanto, são mais próximas da nossa noção imaginária de inteligência do que as ações físicas, ativas.

No entanto, uma das capacidades que, ao lado do uso da linguagem, mais possibilita a imensa variedade de atividades humanas, é a incrível precisão no uso das mãos (PINKER, 1999). Os demais primatas são capazes de desenvolver essa habilidade com destreza, mas ela é infinitamente inferior à exatidão e rigor dos movimentos que o polegar oposito permite. Mãos e dedos humanos são capazes de efetuar movimentos motores delicados, precisos e primorosos, de forma que nenhum outro animal é capaz. Uma das características primordiais da inteligência corporal, portanto, é “a capacidade de usar o próprio corpo de maneiras altamente diferenciadas e hábeis para propósitos expressivos assim como voltada a objetivos” (GARDNER, 1994). Segundo

PASSARELLI (1999), os principais componentes da inteligência corporal são funções corporais desenvolvidas, habilidades miméticas, uma conexão entre corpo e mente, sentidos aguçados e controle de movimentos instintivos e voluntários.

A inteligência corporal está intimamente ligada à inteligência espacial, a ponto de confundirem-se em alguns momentos. Mas elas existem separadamente e funcionam diferentemente. A dança, a atuação, o atletismo, são exemplos de atividades que interligam muito bem essas duas facetas da inteligência. Em cada uma dessas atividades é necessário um senso de coordenação rítmica e temporal, que produz movimentos precisos, expressivos e bem executados. A maioria das pessoas exerce a sua inteligência corporal e espacial no manuseio de ferramentas e objetos. Não surpreende que a habilidades com esses utensílios seja tão diferenciada qualitativamente, justamente pela independência entre as duas inteligências, como em GARDNER (1994):

“Confinado à inteligência espacial ele, o indivíduo, pode entender um mecanismo razoavelmente bem e ainda assim não ter qualquer idéia de como realmente manipular ou operar o objeto [...]; restrito à inteligência corporal, ele pode ser capaz de executar os movimentos adequados e ainda assim falhar em reconhecer a maneira na qual o aparelho ou o procedimento trabalha”.

A inteligência corporal, que objetiva ações físicas sobre objetos com o uso do próprio corpo e habilidades manuais, é a terceira de um conjunto de inteligências relacionadas a objetos do mundo, juntamente com a inteligência lógico-matemática – trabalhando com padronização destes objetos em conjuntos numéricos – e a inteligência espacial, que possibilita a orientação entre os objetos do ambiente.

2.2.6. As Inteligências Pessoais – Inteligência Intrapessoal e Interpessoal

Dois dos mais importantes estudiosos do comportamento interno humano, William James e Sigmund Freud, trabalhavam aspectos diferentes do que Gardner chama de *senso de eu*. FREUD (1960), *apud* GARDNER (1994), julgou que o indivíduo está centrado principalmente em si mesmo e que o interesse de alguém em observar aqueles com quem convive existe apenas porque este é “o melhor meio de

adquirir entendimento adicional dos próprios problemas, desejos, ansiedades, é, enfim, atingir suas metas”. JAMES (1963), *apud* GARDNER (1994), imaginou que o eu individual está constantemente em relacionamento com a comunidade externa e que o propósito do autoconhecimento (obtido em grande parte através “de uma sempre crescente apreciação de como os outros pensam sobre o indivíduo”) era, não promover o indivíduo em si, mas facilitar e assegurar o bom funcionamento da comunidade como um todo.

Pode-se considerar o desenvolvimento de ambas as capacidades do ser humano: uma **interna**, que Gardner chama de **Inteligência Intrapessoal**, cuja principal característica é capacidade de entender os próprios sentimentos, e utilizar essas informações sobre si próprio para orientar o comportamento, “distinguir um sentimento de prazer e um de dor e, com base nesta discriminação tornar-se mais envolvido ou retrair-se de uma situação” (GARDNER, 1994); e uma **externa**, denominada **Inteligência Interpessoal**, que se volta para fora do indivíduo, que agora observa e faz distinções entre os outros indivíduos (humores, temperamentos, motivações e intenções), descobre os desejos expressos direta ou indiretamente, e age sobre este conhecimento a fim de influenciar pessoas ou também, como no primeiro caso, orientar o próprio comportamento.

De acordo com PASSARELLI (1999), a percepção dos diferentes estados emocionais de outros indivíduos, a comunicação não-verbal, a superação e entendimento da perspectiva do outro e o trabalho cooperativo são algumas das características presentes em pessoas com alta inteligência interpessoal. E a concentração, preocupação, metacognição, abstração, autoconhecimento e expressão dos próprios sentimentos são facetas de indivíduos com alta inteligência intrapessoal.

Essas características citadas por Passarelli estão fortemente presentes em diversos trabalhos sobre consciência e autonomia, cooperação e colaboração, como os de Piaget, Paulo Freire e Maturana & Varela. Para PIAGET (1967) *apud* RAMOS (1996), a consciência existe como uma formalização do pensamento, o homem se dá conta do próprio pensar, diferindo-se dos outros animais. É capaz de flagrar-se

pensando e refletir sobre o próprio pensamento. Mas isso não acontece até, de acordo com denominações de Piaget, a Fase Operatória Formal, porque ao atingir esta fase surgem os pensamentos abstratos, situações hipotéticas. Antes desta fase, a criança não é capaz de ser consciente de verdade, pois ainda não atingiu a autonomia do pensamento: a criança encontra-se, então, nos estágios de anomia (onde não existem regras, não há senso de justiça nem comunidade) ou heteronomia (as regras existem, mas somente porque foram impostas por alguém com maior “poder”, não porque o indivíduo as compreende – é a coação).

Podemos observar que características como autoconhecimento, preocupação, percepção de diferentes estados emocionais dos demais e entendimento da perspectiva alheia, citadas por Passarelli, acima, não estão presentes antes da chegada da autonomia. Segundo RAMOS (1996), a criança anômata até brinca com outras crianças, mas de forma egoísta, incapaz de seguir regras. A criança heterônoma pode brincar em grupo, com regras previamente estabelecidas, mas não consegue aplicar variações para as regras, porque não as entende e, assim sendo, não sabe como elas foram feitas ou porque foram feitas. Novas regras só surgem quando a criança já consegue refletir sobre elas, adquirindo a consciência das regras. Então, quando ela reflete sobre as regras e relaciona-a com o grupo, ela consegue ampliar seu senso de justiça e respeito (agora mútuo, eliminando a necessidade da coação), e pode dizer-se autônoma.

Tanto para Piaget quanto para Paulo Freire e Maturana & Varela, a consciência está intimamente ligada à autonomia, e a verdadeira cooperação só se dá quando temos esses dois fatores. Mesmo em contextos diferentes, os autores claramente definem consciência como a *reflexão do próprio pensamento* [“autopoiesis recursiva” para Maturana e Varela (*apud* RAMOS, 1996), “consciência livre” para FREIRE (1987) e metacognição para PASSARELLI (1999) e GARDNER (1994)] e a autonomia como uma extensão dessa consciência para o grupo, para o coletivo [“consciência do mundo” para FREIRE (1987), a “capacidade de se ver no outro e ser o outro” para Maturana e Varela (*apud* RAMOS, 1996) e entendimento da perspectiva do outro para PASSARELLI (1999) e GARDNER (1994)].

“Em última análise, as inteligências pessoais correspondem a capacidades de processamento de informações – uma direcionada de fora para dentro e outra de dentro para fora“ (GARDNER, 1994). Enquanto inteligências como a lógico-matemática, espacial, e corporal-cinestésica são *relacionadas a objeto* (sujeitas à definições das estruturas e funções dos objetos do mundo físico), e as inteligências lingüística e musical são *livres de objeto* (não canalizadas totalmente pelo mundo físico, mas sim por linguagens e sons), as inteligências pessoais expressam “a existência da própria pessoa do indivíduo”, “a existência de outras pessoas” e “as apresentações e interpretações dos eus da cultura” (GARDNER, 1994) porque a inteligência não constitui apenas um elemento isolado no cérebro ou na mente, independente do ambiente. LÉVY (1993) desenvolveu a noção de *ecologia cognitiva*, na qual ele ultrapassa a visão isolada do conceito de inteligência, mostrando que, fora da coletividade, da herança cultural e outros meios do ambiente, o indivíduo não pensaria e portanto, não seria inteligente.

3. As Múltiplas Inteligências do Computador

Segundo RABUSKE (1995), “a inteligência deve ser tratada como uma abstração feita com base em certos comportamentos” e a maioria das discordâncias que surgem quando se aborda o tema da inteligência deve-se à idéia de que o ser humano é o único detentor de inteligência, ou maior padrão de inteligência. A falta dessa abstração e contextualização leva a acreditar que nenhum outro, animal, vegetal, ou máquina, é capaz de apresentar níveis de inteligência tão “altos” quanto os humanos. Assim como duvida-se da inteligência dos outros seres vivos, há dúvida também quanto à capacidade das máquinas de apresentar inteligência.

Tanto o orgulho quanto a tendência antropocêntrica, levam o homem a tolher seu próprio raciocínio em busca de explicações muitas vezes passionais que dificultam a disseminação do pensamento científico. TURING (1950) enumera e contesta uma série de idéias que, mesmo antigas, ainda vigoram no pensamento de leigos e até cientistas, constituindo verdadeiros empecilhos ao amadurecimento da idéia de Inteligência Artificial na comunidade científica. Entre elas, a idéia de que a inteligência humana é fruto unicamente da providência Divina, a que chamamos alma, e, sem alma, nenhum outro ser poderia ser inteligente. Entretanto, na opinião de DAMÁSIO (1996), “a emoção e o sentimentos constituem a base daquilo que os seres humanos têm descrito há milênios como alma ou espírito humano”. SHANK (1984) *apud* BARRETO (1999) declara que “as pessoas acreditam que dizer que algo não humano é inteligente diminui os humanos e diminui a visão que têm de si mesmos como centro do universo”. RABUSKE (1995) também reafirma que “a principal causa dos mitos parece ser a vaidade humana, não admitindo que a máquina possa superar o homem em atividades inteligentes”.

Ainda parafraseando RABUSKE (1995), pode-se afirmar que “a inteligência do computador sempre terá uma natureza diferente da humana, apresentando, ao mesmo tempo, vantagens e desvantagens”. Capra mostra um exemplo interessante:

“sabemos que gatos ou pássaros vêem árvores de maneira muito diferente daquela como nós vemos, pois eles percebem a luz em diferentes faixas de frequências. Dessa maneira, as formas e as texturas das ‘árvores’ que eles criam serão diferentes das nossas. Quando vemos uma árvore, não estamos inventando a realidade. Mas as maneiras pelas quais delineamos objetos e identificamos padrões a partir da multidão de entradas (*inputs*) sensoriais que recebemos depende da nossa constituição física” (CAPRA, 1997).

De maneira análoga, não se pode esperar que as máquinas sejam como os homens, isto é, sejam inteligentes da exata maneira que humanos são. Poder-se-ia até mesmo criar uma nova palavra para denominar a inteligência dos computadores. Ou poderia ser encarado com mais tranqüilidade o fato de que as máquinas têm capacidades diferentes das humanas, que é improvável que se consiga mensurar qual das duas é a maior, e que a palavra *inteligência*, utilizada como sendo uma “abstração feita com base em certos conhecimentos” (RABUSKE, 1995), pode ser aplicada a diversos sistemas, sejam eles orgânicos ou mecânicos, naturais ou sintéticos, animais ou vegetais, biológicos ou eletrônicos. O presente capítulo objetiva criar paralelos entre as capacidades humanas e as capacidades das máquinas, utilizando os conhecimentos das diversas áreas da Computação e a Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner, apresentada anteriormente.

Vale ressaltar que os paralelos aqui traçados não objetivam afirmar que as máquinas têm inteligência *humana*, mas sim que o homem, por ser inteligente como é, utiliza vários dos seus mecanismos de raciocínio e sobrevivência para criar, e essas metáforas da inteligência humana podem ser encontradas no raciocínio computacional. A palavra *inteligência* na máquina (ou de máquina) será usada para definir essas capacidades de raciocínio, como em CHARNIAC e MCDERMOTT (1985) *apud* BARRETO (1999) onde a inteligência artificial é tratada como “o estudo das faculdades mentais com o uso de modelos computacionais”.

Também é válido que se registre que as facetas da inteligência de máquina aqui exibidas não são as únicas ou últimas a se explorar. Cada inteligência humana definida por Gardner poderia gerar um ou vários paralelos com a inteligência de máquina, ou

poder-se-ia encontrar e definir outras inteligências para a máquina, com diferentes aspectos daquelas inteligências do estudo de Gardner, ou ainda, condensar duas ou mais inteligências de máquina descritas aqui em uma só, mais abrangente. Aqui foram definidas, para cada inteligência estudada por Gardner, inteligências de máquina consideradas as mais adequadas e oportunas para a pesquisa. De maneira análoga, outras teorias sobre inteligência humana ou animal poderiam servir como sustentáculo para um novo estudo, para novos paralelos e novas inteligências, podendo gerar conceitos completamente diferentes. Os critérios escolhidos por Gardner para definir suas inteligências múltiplas (expostos no item 2.2.) não serão utilizados como parâmetro para definição das inteligências artificiais. Os parâmetros serão as características das próprias inteligências já definidas e estabelecidas, o que gera, portanto, um modelo computacional de inteligências artificiais *para* o modelo de inteligências múltiplas de Gardner.

Assim como existem pessoas que resolvem melhor uma tarefa do que outras devido às diferenças de capacidades, pode-se dizer que existem máquinas que resolvem melhor determinados problemas de acordo com os recursos (físicos ou lógicos) que possuem e o problema a ser resolvido. Definindo inteligências não só maiores ou menores, mas também inteligências diferentes, é possível adequar os sistemas e evitar desperdício de recursos.

3.1. Inteligência Lingüística Artificial

A linguagem é “um exemplo preeminente da inteligência humana” (GARDNER, 1994). Graças à linguagem, o homem se tornou apto a comunicar-se e construir uma vida social. A linguagem é a principal ferramenta para o convívio social, para execução das leis, para a exaltação às artes, para a transmissão, manutenção e difusão do conhecimento, para o renascimento da cultura.

“A civilização humana depende dos sinais e dos sistemas de sinais; a inteligência humana é inseparável do funcionamento dos sinais” (MORRIS, 1959). Sem os sinais da comunicação lingüística, não teríamos acesso às idéias alheias, não haveria

entendimento. Existe uma necessidade constante de comunicação, feita através de conjuntos de símbolos e ícones, significantes e significados, palavras e expressões, para que as tarefas se cumpram e a sobrevivência prevaleça.

A execução de tarefas, ou a facilitação destas, é uma das principais metas presentes na criação humana. E, com este objetivo, de facilitar a execução de tarefas, a máquina é concebida.

O principal canal de comunicação com um computador é sua interface. Através da interface de um computador, pode-se saber o que ele “pensa” ou o que é possível solicitar a ele que “faça”, ou seja, a interface de um programa de computador é a ferramenta disponível para que se possa acessá-lo, interagir com ele e obter respostas dele. Em outras palavras, é a interface que permite a **comunicação** entre máquina e homem. Pode-se fazer então, o primeiro paralelo entre as múltiplas inteligências humanas e as potencialidades inteligentes de uma máquina. Em paralelo com a Inteligência Lingüística, tem-se a **Interface Humano-Computador (IHC)** como a *Inteligência Lingüística Artificial (ILA)*.

“A interação humano-computador pode ser vista como um processo de comunicação entre dois sistemas cognitivos que fazem tratamento de informação simbólica. De um lado, o ser humano, cujas estruturas cognitivas (...) tratam representações, portanto simbólicas, da realidade. De outro, o computador, visto como uma máquina simbólica que realiza tratamentos de sinais produzidos pelos programadores para produzir os sinais que os usuários interpretam e manipulam em suas interfaces” (CYBIS, 1997).

Ao caracterizar as operações centrais da linguagem, GARDNER (1994) definiu quatro vertentes lingüísticas presentes nos símbolos e sinais: a *semântica*, a *sintaxe*, a *pragmática* e a *fonologia*. A semântica diz respeito ao significado das palavras; a sintaxe, à ordem entre elas, às regras gramaticais; a pragmática envolve as diferentes funções de linguagem e a fonologia é referenciada pelo autor como pertencente a um nível sensorial diferente: sons, ritmos, inflexões e métrica.

A Fig. 2 mostra as relações entre três das vertentes, presentes no estudo da Semiótica³. Assim como a lingüística necessita de uma lógica para que haja efetiva comunicação, a IHC necessita de elementos que facilitem e incentivem a melhor interação entre humano e máquina. Para GARDNER (1994), uma pessoa com alto índice de Inteligência Lingüística é aquela que domina aquelas várias vertentes da linguagem e sinais, aquela que é “superlativamente sensível às nuances” lingüísticas. Podemos concluir portanto que quanto mais adequada for a interface de uma máquina, maior poder de comunicação ela apresenta e, por conseguinte, maior ILA ela teria.

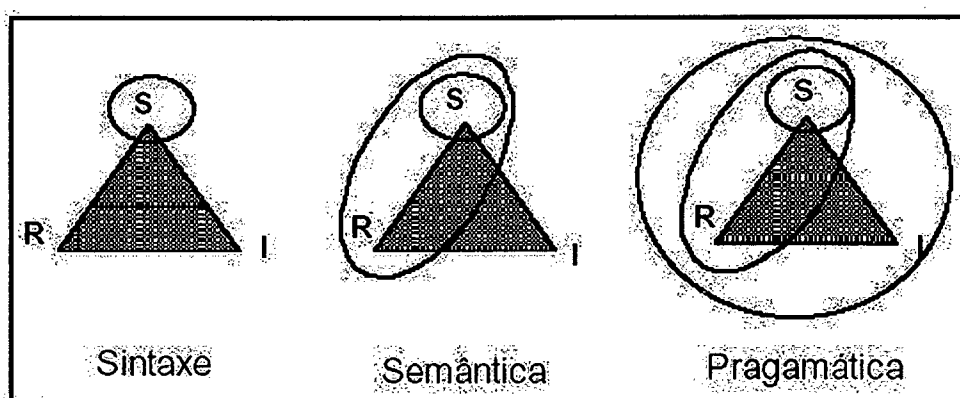


Figura 2 – As Relações Semióticas (CYBIS, 1997)

A ciência que pode estudar e avaliar a qualidade de uma interface é a Ergonomia. WISNER (1972) *apud* CYBIS (1997) define ergonomia como “o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e de eficácia”.

Para proporcionar os critérios acima, a IHC precisa estar de acordo com o sistema cognitivo humano, de acordo com as características humanas para o tratamento da informação passada pelo computador. Para isso, segue alguns critérios ergonômicos definidos por Scapin e Bastien de modo a “minimizar a ambigüidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos do software interativo”,

³ Semiótica é a ciência que estuda a lógica dos sistemas de sinais: linguagens, códigos, sinalização, etc. (CYBIS, 1997)

denominadas, segundo CYBIS (1997), *qualidade ergonômicas para IHC*. Daí surge uma relação passível de paralelos, entre as operações centrais da Linguagem Natural, e as características ergonômicas de uma Interface, visto na Tab. 1.

Operação Lingüística	Descrição	Qualidades Ergonômicas
Semântica	Significado das Palavras	É importante que os objetos, códigos e denominações (sinais) dispostos na tela tenham o significado desejado, transmitam o valor desejado
Sintaxe	Ordem entre as Palavras	Além de dispor objetos conhecidos, a interface ergonômica deve também relacioná-los de modo a facilitar a condução do trabalho, com o mínimo de esforço do usuário, reduzindo a carga de trabalho
Pragmática	Diferentes funções da Linguagem	A interface ergonômica deve ser flexível (saber reagir de acordo com o contexto), compatível (com os diferentes tipos de usuário), homogênea e coerente (com os diferentes – e semelhantes – contextos)
Fonologia	Sons, ritmos, inflexões, métricas	De acordo com GARDNER (1994) é a fonologia que traz a beleza à comunicação. Pode-se considerar então que além de obedecer aos critérios acima, a boa interface deve também respeitar padrões estéticos para impedir que a tela se torne “poluída” e o usuário acabe por cansar-se mais rapidamente

Tabela 1 – Operações Lingüísticas X Qualidade Ergonômicas

Com o surgimento e difusão da interface gráfica praticamente substituindo a interface textual, pode-se dizer que a ILA dos computadores pessoais aumentou consideravelmente, pois cresceu a capacidade de comunicação entre a máquina e o

usuário comum, permitindo que se possa transmitir concepções novas e mais diversas àqueles que não têm conhecimento técnico ou avançado.

3.2. Inteligência Musical Artificial

A característica mais interessante estudada por Gardner, em sua abordagem à Inteligência Musical, diz respeito à composição. O processo de composição é na verdade um refinamento e expansão de uma idéia inicial. Surge na mente do compositor um pequeno trecho, original, que depende de seu estado de espírito e outras variáveis subjetivas (segundo relatos dos próprios compositores, existem sempre, próximos ao nível consciente, sons, ritmos e padrões musicais maiores; alguns desses são totalmente descartados, mas alguns se tornam fonte para uma nova composição). A partir deste trecho bruto de padrões, o artista trabalha: monitoração, elaboração, remodelação, exploração, repetição, inversão, complementação, e outras ferramentas são utilizadas sobre este padrão inicial, dando origem a uma composição completa. O processo é tal que, pelos próprios artistas a composição é definida como “um infundável remodelar de uma forma básica” (GARDNER, 1994).

Inspirado no processo de composição descrito acima, pôde-se perceber semelhanças com o processo de extração e descobrimento de conhecimentos em uma base de dados. Segundo BARRETO (1999), “uma base de dados inclui *fatos* organizados de diversas maneiras para facilitar seu armazenamento e seu acesso”. As bases de dados que se utilizam de alguma ferramenta de IA para armazenamento ou recuperação da informação são chamadas *Bases de Dados Inteligentes*.

Para BARRETO (1999), uma base de dados é dita *dedutiva* quando, além dos dados, contém também um conjunto de regras a fim de extrair dos dados diretos (fatos explícitos) armazenados na base, fatos implícitos, sendo que estes não precisam estar armazenados diretamente, economizando espaço. Há ainda o processo de *Descobrimto de Conhecimento em Dados*, ou *Mineração de Dados (Data Mining)*, onde um conjunto de recursos computacionais e da Inteligência Artificial (como redes

neurais e árvores de decisão) são acoplados à base de dados para extrair não só informações dedutivas, mas padrões, relações e regularidades.

Esta seleção, exploração e modelação dos dados brutos nas bases de dados inteligentes assemelha-se à elaboração e remodelação de padrões musicais do processo de composição. Pode-se então seguir um paralelo entre a Inteligência Musical e o domínio de **Base de Dados Computacionais**, denominando essa capacidade como *Inteligência Musical Artificial (IMA)*.

Assim como o compositor está a todo momento ouvindo sons e ritmos, devendo filtrá-los e selecionar somente aqueles que têm algum potencial e podem gerar uma nova composição, o Gerenciador de Banco de Dados precisa analisar e comparar dados da base a todo momento para encontrar padrões efetivamente úteis e inéditos. Portanto, quanto maior a capacidade da máquina em extrair novos dados a partir daqueles já armazenados, maior seria sua IMA.

3.3. Inteligência Lógico-Matemática Artificial

“A forma mais simples de resolver um problema é usar a força bruta” (RABUSKE, 1995), ou seja, tentar todas as possibilidades até encontrar a solução, num método exaustivo. O uso da Inteligência Artificial consiste justamente em minimizar o custo e melhorar a performance do “buscador de soluções”. Através de heurísticas das mais diversas, pretende-se retirar do espaço total um menor, onde haja maior possibilidade de encontrar a solução.

As operações centrais no que diz respeito a problemas lógico-matemáticos, evocam, segundo GARDNER (1994), sensibilidade ao “reconhecimento da natureza das ligações entre as proposições”, o manejo hábil de cadeias longas de raciocínio, a visualização de conjuntos de problemas simples dentro de problemas complexos e principalmente, “capacidade de reconhecer problemas significantes” para resolvê-los.

É possível traçar um paralelo para a chamada Inteligência Lógico-Matemática nas **lógicas de resolução de problemas** contidas nos diversos softwares de Inteligência Artificial. Praticamente todas as características da inteligência ditadas acima podem ser equiparadas aos mecanismos usados pelos programas de Inteligência Artificial, pois eles são na sua quase totalidade baseados em lógica e cálculos matemáticos (RABUSKE, 1995).

Programas munidos de mecanismos inteligentes baseados na lógica, como Lógica Nebulosa, Lógica de Primeira Ordem, Lógica Temporal, Lógica Modal ou em outras categorias de cálculos matemáticos, como Funções Caóticas, Matrizes, etc., possivelmente têm uma alta *Inteligência Lógico-Matemática Artificial* (ILMA). Isso porque as lógicas para a resolução dos problemas a que são propostos são moldadas para encontrar a solução ótima, que pode ser a mais próxima, ou a mais precisa. Segundo GARDNER (1994), pessoas com “capacidades especiais”, como os autistas por exemplo, obtêm vantagem por ter condições de calcular rapidamente, sendo muitas vezes consideradas dotadas de alta Inteligência Lógico-Matemática. Mas estas pessoas têm somente uma “vantagem acidental”, não sendo capazes no entanto, de resolver cálculos com raciocínios muito complexos ou dentro de contextos subjetivos. Do mesmo modo, não é suficiente um programa em uma máquina de alta capacidade de processamento para gerar alta ILMA. Mais importante é a capacidade de gerar o mesmo resultado mesmo quando modificada a ordem das entradas, por exemplo, ou encontrar resultados mais completos, ou melhor interpolados.

A ILMA estaria portanto mais associada à qualidade lógica que dirige a resolução dos problemas do que à capacidade de processamento (quantidade de dados processados por unidade de tempo) de uma máquina.

3.4. Inteligência Espacial Artificial e Inteligência Corporal-Cinestésica Artificial

“Quando estamos interessados no *quanto* um sistema funciona melhor do que outro semelhante, é justificado tecer comentários sobre os encadeamentos causais no interior de cada sistema e rotular os fatores que tornam a coisa toda rápida ou lenta, de alta fidelidade ou baixa fidelidade. E essa classificação [...] é a origem da concepção natureza *versus* criação” (PINKER, 1999).

A idéia de inteligência é comumente associada a fatores mais abstratos do comportamento humano e também do computacional. Mas para os animais, segundo ROISENBERG (1998), “a inteligência é um fator que depende tanto da capacidade do sistema nervoso como das informações que esse sistema é capaz de processar ou aprender”, ou seja, depende não só da eficácia, mas também da eficiência do sistema. “No caso de sistemas artificiais, quanto melhor o processador e mais adequado o ‘software’ que ele executa maior o grau de inteligência” (ROISENBERG, 1998).

O **suporte físico** do programa de Inteligência Artificial é peça fundamental para um bom funcionamento e um resultado satisfatório. Além da qualidade do mecanismo de raciocínio da parte lógica, a parte física deve funcionar para que cada trecho da seqüência se encaixe no fluxo e gere uma melhor performance (GARDNER, 1994).

Existem vários fatores que podem modificar a forma e rapidez com a qual as informações são processadas: a configuração e arquitetura da máquina que suporta o sistema (RISC *versus* SISC, por exemplo), o sistema operacional em funcionamento, a linguagem de programação utilizada na construção do mecanismo cognitivo, a quantidade de espaço em disco e na memória de trabalho ocupadas, atuadores robóticos apropriados, entre outros.

Entretanto, além de agir no mundo, a máquina inteligente deve também adquirir representações do ambiente que a permitam executar adequadamente a função para a qual foi programada. Essas representações podem ser obtidas através de conexões com

periféricos mais diretamente ligados ao mundo a ser representado, como teclados, *scanners*, placas de rede, *mouses*, sensores robóticos de luz, calor, toque, entre outros.

Teria a maior *Inteligência Espacial e Corporal Artificial* (IECA), por conseguinte, a máquina que melhor atendesse as demandas do sistema. Caso os sistemas estivessem sendo analisados numa mesma máquina, a medição ocorreria no sentido de verificar se a Inteligência Corporal da mesma seria *suficiente* para dar suporte à eficiente execução do programa.

3.5. *Inteligência(s) Pessoal(is) Artificial (is)*

A Inteligência Pessoal é a mais subjetiva das Inteligências definidas por Gardner. Para cada uma das Inteligências Artificiais acima, foram criados paralelos com áreas de pesquisa computacionais, como Banco de Dados e Ergonomia, por exemplo. Estas, normalmente estão desvinculadas de idéias de Inteligência Artificial, e existiam, mesmo que não muito difundidas, antes mesmo de o termo *Inteligência Artificial* ter sido cunhado no Dartmouth College em 1956, por John McCarthy, Marvin Minsky, Alan Newell e Herb Simon (ROISENBERG, 2000a).

Mas além de subjetivas, as Inteligências Pessoais são também as mais intrínsecas a *ser humano*. A principal característica das Inteligências Pessoais de GARDNER (1994) é a intenção de **orientar o comportamento**. O indivíduo que possui uma alta Inteligência Pessoal é capaz de dirigir suas atitudes de acordo com suas percepções do ambiente (interno – o *eu interior* – ou externo – as outras pessoas) e com seus objetivos na sociedade em que está inserido.

Observando este esquema de comportamento, é possível compará-lo ao que computacionalmente é chamado de *Agente Inteligente*, uma área também – assim como as Inteligências Pessoais são ao âmago humano – intrínseca à Inteligência Artificial, que é a capacidade de **aprender** [de acordo com BARRETO (1999), “aprender é o ato que produz um comportamento diferente a um estímulo devido à excitações recebidas no passado”].

De acordo com ROISENBERG (1998), a definição de Agentes ainda não está clara e precisa. RUSSEL & NORVIG (1995) afirmam que a intenção da expressão *agente* é servir de ferramenta para análise de sistemas inteligentes, e não uma caracterização absoluta que divida o mundo em agentes e não-agentes. Neste trabalho, a definição de agente (bem como *agente autônomo* ou *agente inteligente*) será de acordo com ROISENBERG (1998), RUSSEL & NORVIG (1995), MAIA (1999), entre outros, como foi esquematizado na Fig. 3.

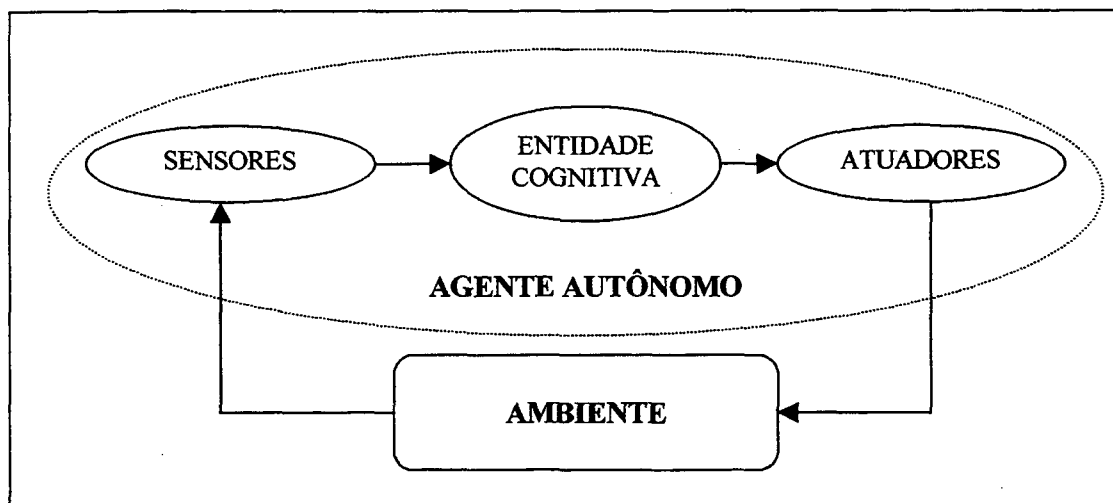


Figura 3 – Funcionamento Genérico de um Sistema Autônomo (ROISENBERG, 1998. p. 14)

“Um Agente Autônomo é um sistema computadorizado capaz de extrair informações do seu ambiente (eventualmente este ambiente é computacional) e, através de alguma capacidade cognitiva, mapear as informações extraídas em ações que, eventualmente, podem afetar o ambiente de modo a alcançar os objetivos para os quais foi projetado” (ROISENBERG, 1998).

A definição de Roisenberg assemelha-se com as definições e características principais das Inteligências Pessoais estudadas por Gardner, subdividida em Inteligência Intrapessoal e Inteligência Interpessoal, o que é passível de outros dois paralelos: a *Inteligência Intrapessoal Artificial* como um **Agente Baseado em Objetivos ou Metas** (também conhecido como **Agente Baseado em Utilidade**) e a *Inteligência Interpessoal Artificial* como um **Agente Baseado em Conhecimento**.

Um agente *ideal* é aquele que, diante de qualquer percepção possível no ambiente e qualquer ação possível a partir do estado atual, age sempre de modo a maximizar seu desempenho (mapeamento ideal) em relação ao objetivo a ser atingido, baseando-se nas experiências anteriores de percepção e ação (ROISENBERG, 2000a; MAIA, 1999). Assim como o agente ideal, uma pessoa perfeitamente equilibrada (ideal) sempre saberia a melhor decisão a tomar diante de qualquer circunstância possível.

A medida de autonomia do agente está diretamente ligada à capacidade do mesmo em relacionar as percepções com as suas ações e ainda, com os objetivos a serem atingidos, tudo através da entidade cognitiva, de modo a sempre permitir uma continuidade da operação, ou seja uma adaptação comportamental⁴ (ROISENBERG, 1998). Adaptação é a palavra-chave na definição de autonomia para Piaget (*apud* RAMOS, 1996) e CARNE (1965), pois a pessoa autônoma é capaz de aprender e entender as regras pelas quais seu comportamento funciona e modificá-las para melhor atender seus objetivos, aprender, sobreviver e prosperar.

3.5.1. Inteligência Intrapessoal Artificial

Segundo GARDNER (1994), o que caracteriza a Inteligência Intrapessoal é o acesso à nossa própria vida, aos nossos desejos e sentimentos internos. Esses sentimentos são discriminados e envolvidos em códigos simbólicos para serem trabalhados interiormente como um meio de entender e orientar o comportamento. Baseando-se nesse processo, o indivíduo distingue um sentimento de prazer de um de dor, e torna-se, com base em tudo isto, mais envolvido ou retraído em uma situação. É um processo, portanto, de dentro para fora, do indivíduo para o ambiente.

De acordo com ROISENBERG (2000a) e MAIA (1999), o Agente Baseado em Metas também direciona suas ações de acordo com seus objetivos. Genericamente, ele analisa cada ação a ser tomada, que resultado ele imagina obter com aquela ação, e quanto esse resultado o aproxima da resolução do problema, e então decide se toma

⁴ Por *comportamento* do agente, entenda-se a resposta fornecida pelo agente para os estímulos do ambiente (atuais e anteriores) (ROISENBERG, 1998).

aquele caminho, ou avalia outra possibilidade, analogamente ao comportamento humano. Assim, eles podem planejar a melhor seqüência de ações que leve à solução desejada, orientando seu comportamento. O esquema da Fig. 4 resume o comportamento do agente.

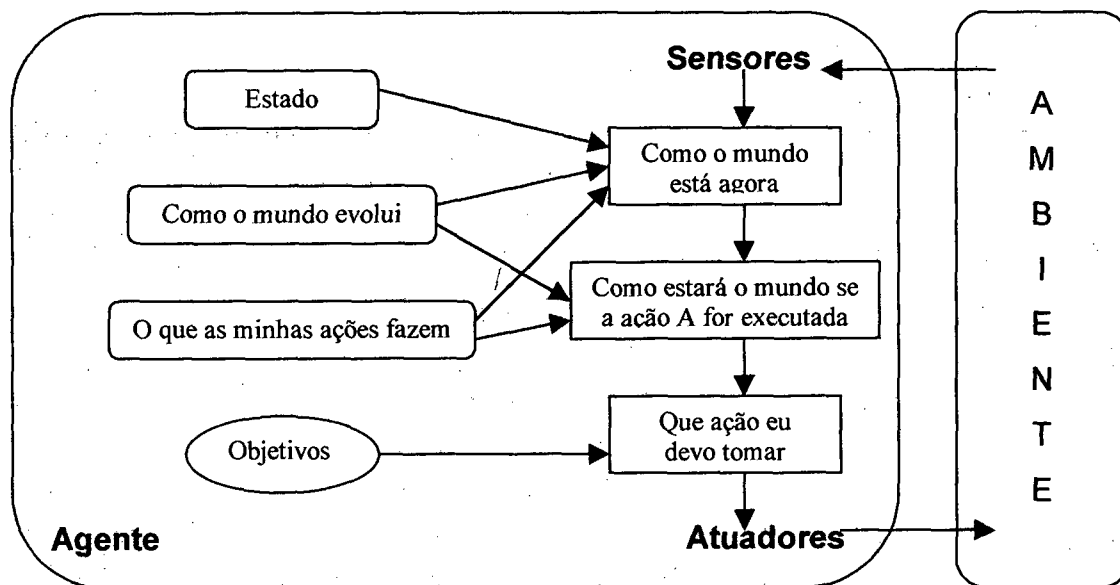


Figura 4 – Agente Baseado em Metas (RUSSEL, NORVIG, 1995. p. 42)

Um caso particular do Agente Baseado em Metas, é um agente mais complexo denominado Agente Baseado em Utilidade. Este tipo de agente sabe quando está mais próximo ou mais longe de seu objetivo medindo o grau de *felicidade* ou utilidade da ação a ser tomada. Se a ação o deixar mais *feliz*, o agente se aproximará deste tipo de ação. Em contrapartida, se a ação o deixa menos *feliz*, o agente procura outra alternativa para seu planejamento (ROISENBERG,2000a; MAIA,1999). O programador deve então ajustar a função de utilidade do agente (relação matemática que indica o nível de *felicidade* do agente de acordo com o estado do agente e do ambiente) para que esta reflita o objetivo real da solução do problema, tendo em vista que o objetivo virtual do agente é aumentar o nível de *felicidade* dele mesmo. Uma esquematização pode ser conferida na Fig. 5.

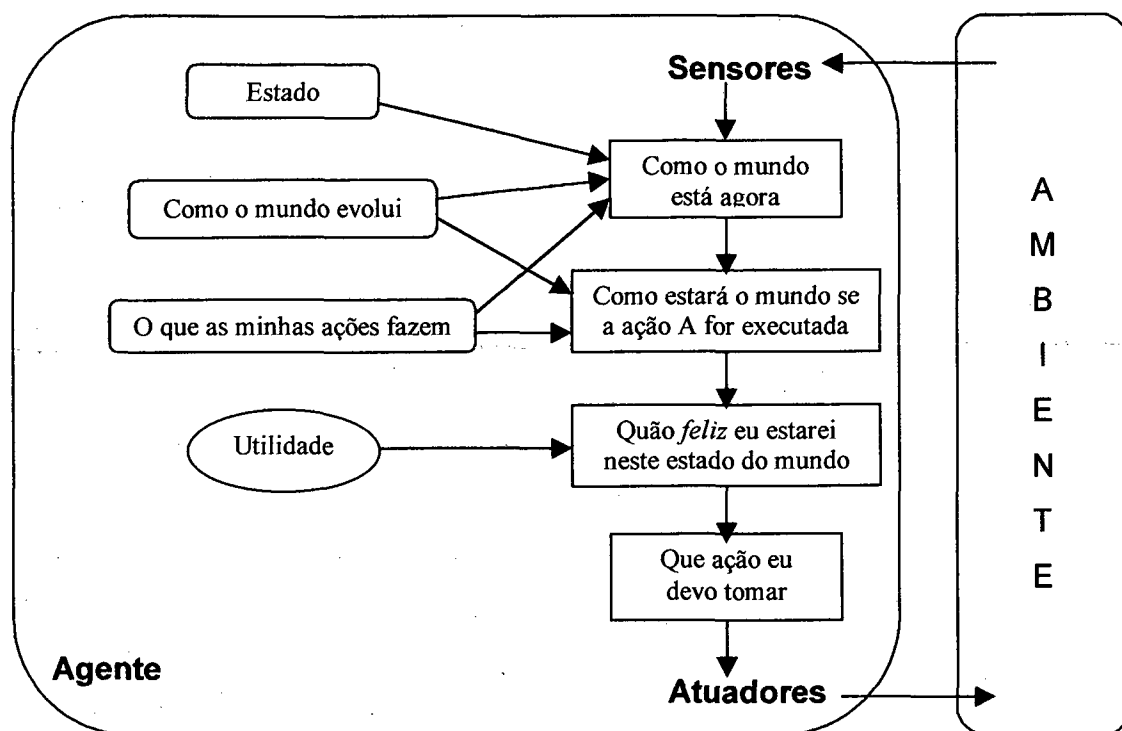


Figura 5 – Agente Baseado em Utilidade (RUSSEL, NORVIG, 1995, p. 43)

Para medir o nível de Inteligência Intrapessoal Artificial seria necessário portanto observar a performance o agente. Quanto menor o custo e o tempo do agente para atingir seu objetivo, com a menor entidade cognitiva possível (ou seja, quanto mais próximo o agente estiver do *agente ideal*), mais inteligente é o agente.

3.5.2. Inteligência Interpessoal Artificial

De acordo com GARDNER (1994), a Inteligência Interpessoal é a capacidade de observar e fazer distinções entre os sentimentos de outros indivíduos para então aprender sobre os próprios, é saber “ler” as intenções e desejos dos outros e agir em cima desse conhecimento, para atingir seus objetivos, geralmente influenciando os demais. Este é um processo de fora para dentro, onde o ambiente vai modificando o indivíduo, que interpola os conhecimentos já adquiridos com os novos para atuar no ambiente e estar de acordo com os seus objetivos.

O Agente Baseado em Conhecimento tem na sua entidade cognitiva um reconhecedor de padrões. Durante o aprendizado, o agente armazena as possibilidades do ambiente, das ações, dos resultados obtidos naquelas circunstâncias, enfim, armazena conhecimento sobre o mundo. Depois do aprendizado, o agente utiliza as informações armazenadas para interpolar resultados novos ou mesmo repetir os antigos. Temos como representante deste tipo de agente as Redes Neurais Artificiais (RNA) e os Sistemas Especialistas (SE). Enquanto as RNAs armazenam os resultados para as entradas dadas de forma declarativa e depois interpolam os resultados que não existiam nos exemplos, os SEs armazenam regras que permitam ao sistema encontrar todas as possibilidades e assim, por dedução, chegar das entradas ao resultado desejado (ROISENBERG, 2000a, 2000b). O processo também é de fora para dentro, pois todas as informações vêm do ambiente e através delas o objetivo é gerado.

No que tange à medição do nível de Inteligência Artificial Interpessoal, quanto mais o agente se aproximasse da resposta exata, mais inteligente ele seria. Entretanto, esse critério também é influenciado pelo custo de armazenamento das regras (dados sobre o ambiente) ou tempo para o aprendizado adequado.

4. Sistema Nebuloso para Identificação de Inteligência Computacional

A fim de efetivamente mensurar a Inteligência de Máquina, faz-se necessário criar um modelo de medição. Entretanto, segundo FALQUETO, LIMA, BORGES, BARRETO (2001a), para que se possa compreender melhor o conceito de inteligência, abstrata em sua essência, é preciso associá-la a um determinado problema, uma tarefa, para que seja possível se concretizar um valor para a inteligência aplicada à resolução. Um Sistema Especialista (SE) com inferência Nebulosa é então proposto para medir as necessidades do problema, ou seja, quanto de cada uma das seis inteligências é necessário para que o sistema que se propuser a resolver este problema obtenha êxito.

A seguir, apresenta-se as características e conceitos principais da Lógica Nebulosa, bem como os parâmetros utilizados no modelo proposto.

4.1. Lógica Nebulosa

O nascimento da Lógica Nebulosa deu-se com a publicação do artigo *Fuzzy Sets*, de ZADEH (1965). A idéia de Zadeh era criar uma teoria que permitisse a manipulação dos conceitos de incerteza e imprecisão da informação de uma forma diferente dos modelos probabilísticos, em uso na época.

Entre as características positivas da Lógica Nebulosa para a mensuração de Inteligência de Máquina, a possibilidade de trabalhar com conhecimento lingüístico, facilita a definição dos níveis de cada inteligência a ser medida em cada caso e torna a medição mais subjetiva e de fácil interpretação. Há também a simplicidade das operações, que oferecem resultados satisfatórios e de assimilação natural. A medição com variáveis nebulosas é uma das mais adequadas para estudos preliminares da pesquisa, pois é mais clara e maleável, subjetivamente.

4.1.1. Conceitos Preliminares

A Lógica Nebulosa objetiva modelar o modo aproximado de raciocínio, habilidade tipicamente humana de tomar decisões racionais, em um ambiente de incerteza e imprecisão. Segundo RABUSKE (1995), no cotidiano os seres humanos utilizam palavras com significado não-preciso, porque não necessitam de informações altamente precisas, estão acostumados a lidar com tais tipos de imprecisão e, de acordo com BARRETO (1999), “a habilidade em manipular conceitos mal definidos [...] constitui a chave da diferença entre a inteligência humana e da máquina”. Assim, essa lógica fornece um mecanismo para que a máquina possa manipular essas informações imprecisas, como conceitos de quase, pequeno, alto, baixo, bom, fraco, perto, muito, rápido, frio, muito frio. Este raciocínio permite inferir uma resposta aproximada e adequada para uma questão baseada em um conhecimento que é inexato, incompleto ou não totalmente confiável. A Lógica Nebulosa também é capaz de incorporar tanto o conhecimento objetivo (dados numéricos) quanto o conhecimento subjetivo (lingüística), permitindo assim converter diretrizes em formato lingüístico para o formato numérico, de fácil acesso para o computador.

Em termos lógicos, um conjunto nebuloso difere de um conjunto de valores da Lógica Booleana pelos seus limites. Enquanto na Lógica Booleana o conjunto de valores é formado por duas variáveis {verdadeiro, falso}, {V, F}, {0, 1}, na Lógica Nebulosa existem valores intermediários de verdade, indicando a *pertinência* do elemento ao conjunto. O conjunto de valores é portanto um intervalo, geralmente [0, 1], convencionando-se o 0 como a não-pertinência e o 1 como pertinência total. O raciocínio não é mais exato como na Lógica Booleana, mas aproximado. Nesta lógica, o raciocínio exato corresponde a um caso limite do raciocínio aproximado.

Na Fig. 6, *A* é um conjunto Booleano, ou *crisp*, de acordo com ZADEH (1965). Os limites abruptos também podem ser observados na representação gráfica. Já o conjunto *B* é um conjunto nebuloso, com limites mal definidos, sendo mais “denso” no centro, onde o valor de pertinência é total (1) e cada vez menos denso ao se afastar do centro, até que se esvai completamente e o valor de pertinência passa a ser zero.



Figura 6 – Limites dos Conjuntos Booleanos e Nebulosos

Um elemento a dentro do universo U no qual está inserido o conjunto A pode ser relacionado como pertencente ou não pertencente a A pela relação $a \in A / a \notin A$. Ao construirmos a *função de pertinência* para este conjunto, temos, segundo BARRETO (1999):

$$\begin{aligned} \text{Se } x \in A & \quad \text{então } m_A(x) = 1 \\ & \quad \text{senão } m_A(x) = 0 \end{aligned}$$

Para criar uma função de pertinência para o conjunto B da Fig. 6, não basta dizer se um dado elemento b pertence ou não pertence ao conjunto, mas sim o *quanto* ele pertence a B . Esta função μ , no universo U é dada por:

$$\mu_B: U \rightarrow V$$

Onde V normalmente é o intervalo $[0,1]$ como para ZADEH (1965). Os valores intermediários deste intervalo indicam que o elemento tem uma pertinência parcial ao conjunto. O 1 e 0 propriamente ditos são casos limites do pensamento nebuloso, que indicam, respectivamente, pertinência e não pertinência do elemento. Os gráficos das funções de pertinência dos conjuntos A e B podem ser vistos na Fig. 7:

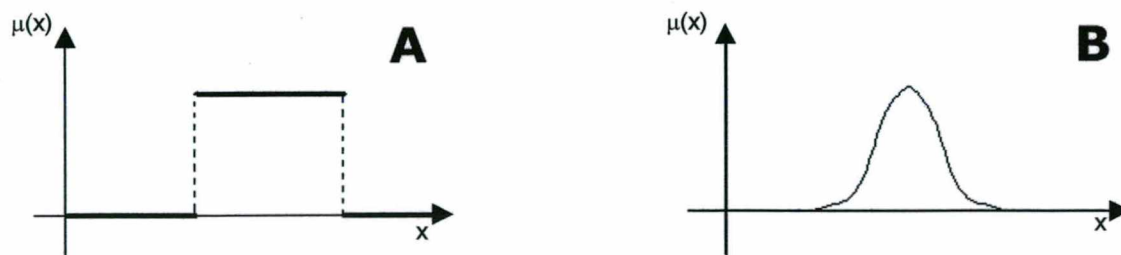


Figura 7 – Funções de Pertinência para Conjuntos Booleano e Nebuloso

4.1.2. Operações

Para transformar as características lingüísticas da Lógica Nebulosa em equações matemáticas tratáveis pelo computador, definem-se as suas operações de conjuntos: sejam A e B dois conjuntos nebulosos do universo U. As definições para as operações lógicas em Conjuntos Nebulosos presentes no trabalho de ZADEH (1965) *apud* BARRETO (1999) e utilizadas no SE desta pesquisa são:

- Igualdade – Dois conjuntos A e B são ditos iguais quando satisfeita a seguinte proposição: $\forall x \in A, \forall x \in B, \mu_A(x) = \mu_B(x)$
- União – O conjunto $A \cup B$, definido como a União dos conjuntos nebulosos A e B consiste no conjunto dos maiores dos argumentos de A e de B, $\forall x \in A, \forall x \in B$: $\mu_{A \cup B}(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}$
- Interseção – O conjunto $A \cap B$, definido como a Interseção dos conjuntos nebulosos A e B, consiste no conjunto dos menores dos argumentos de A e de B, $\forall x \in A, \forall x \in B$: $\mu_{A \cap B}(x) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}$
- Complemento – sendo A um conjunto nebuloso, o conjunto B, seu complemento, pode ser definido como: $\mu_B(x) = 1 - \mu_A(x)$

A representação gráfica destes novos conjuntos pode ser melhor visualizada e entendida nas Fig. 8 e 9.

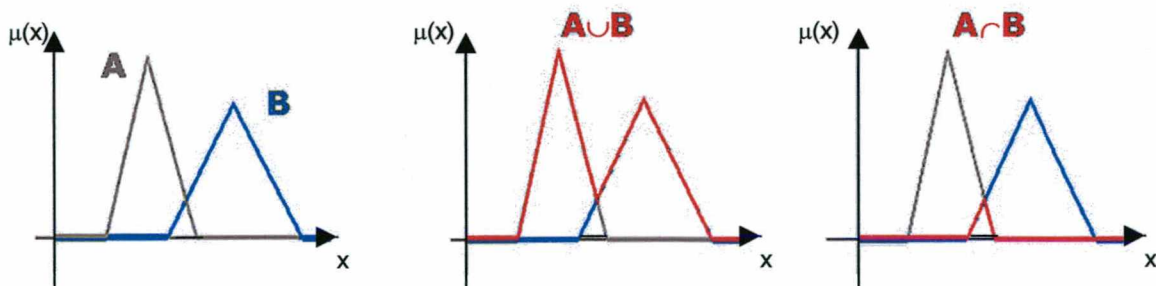


Figura 8 – União e Interseção de Conjuntos Nebulosos

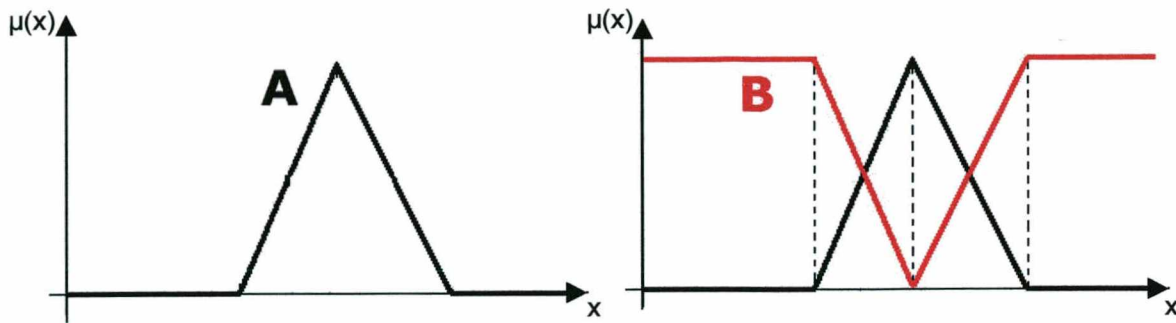


Figura 9 – Complemento de um Conjunto Nebuloso

4.1.3. Fuzzificação e Defuzzificação

A fim de obter um resultado de um SE com Lógica Nebulosa, são necessárias, segundo MOTOROLA FUZZY LOGIC (1994), três etapas de processamento: Fuzzificação, Regras e Defuzzificação. Na Fig. 10 vê-se um esquema simplificado das etapas de transformações de domínio das entradas.

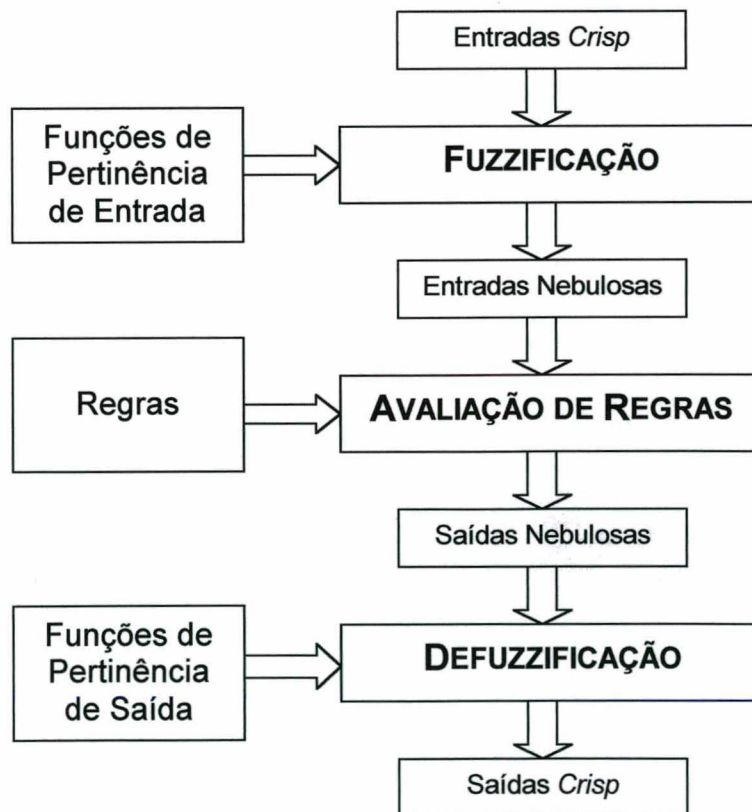


Figura 10 – Etapas do Cálculo com Lógica Nebulosa (MOTOROLA FUZZY LOGIC, 1994)

A *fuzzificação* é a transformação do domínio *crisp* para o domínio nebuloso. A fim de que as variáveis possam ser convertidas, é preciso que sejam definidos os conjuntos nebulosos e suas respectivas funções de pertinência para cada entrada do sistema.

Para classificar qualitativamente as entradas *crisp*, conjuntos linguísticos são associados a intervalos de valores do domínio nebuloso, construindo assim *as funções de pertinência*. Dessa forma, ao passar pela *fuzzificação*, a entrada *crisp* será associada a um (ou mais de um) determinado conjunto nebuloso com um determinado grau de pertinência. Exemplos de conjuntos nebulosos podem ser os valores qualitativos grande, pequeno, médio, alto, frio, molhado, rápido, lento, e assim por diante. As funções matemáticas que representam os conjuntos linguísticos podem ser triangulares, trapezoidais, *singleton*, gaussiana, entre outras. Neste trabalho, serão utilizadas somente funções triangulares e *singleton*, com grau de pertinência variando de 0 a 1, mostradas respectivamente na Fig. 11 e Fig. 12 (onde x é o domínio *crisp* e $\mu(x)$, o grau de pertinência).

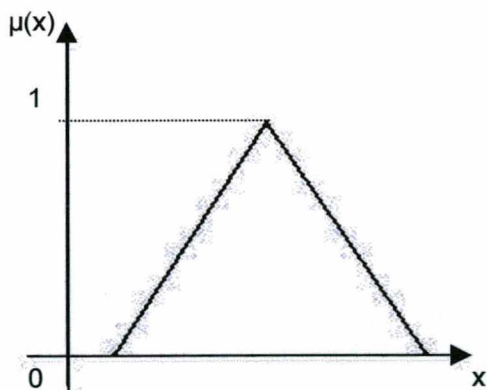


Figura 11 – Função Triangular

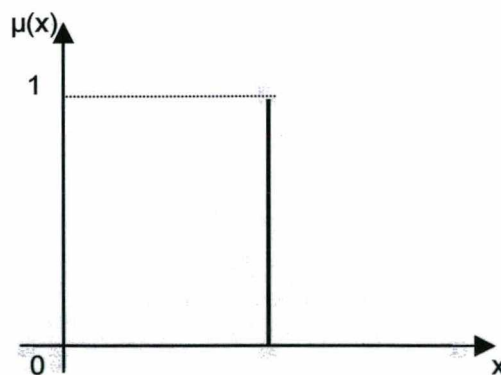


Figura 12 – Função *Singleton*

Um exemplo de domínio nebuloso para uma variável de medida da velocidade de um carro pode ser observado na Fig. 13 (onde x é a velocidade do automóvel em Km/h e $\mu(x)$ é o grau de pertinência).

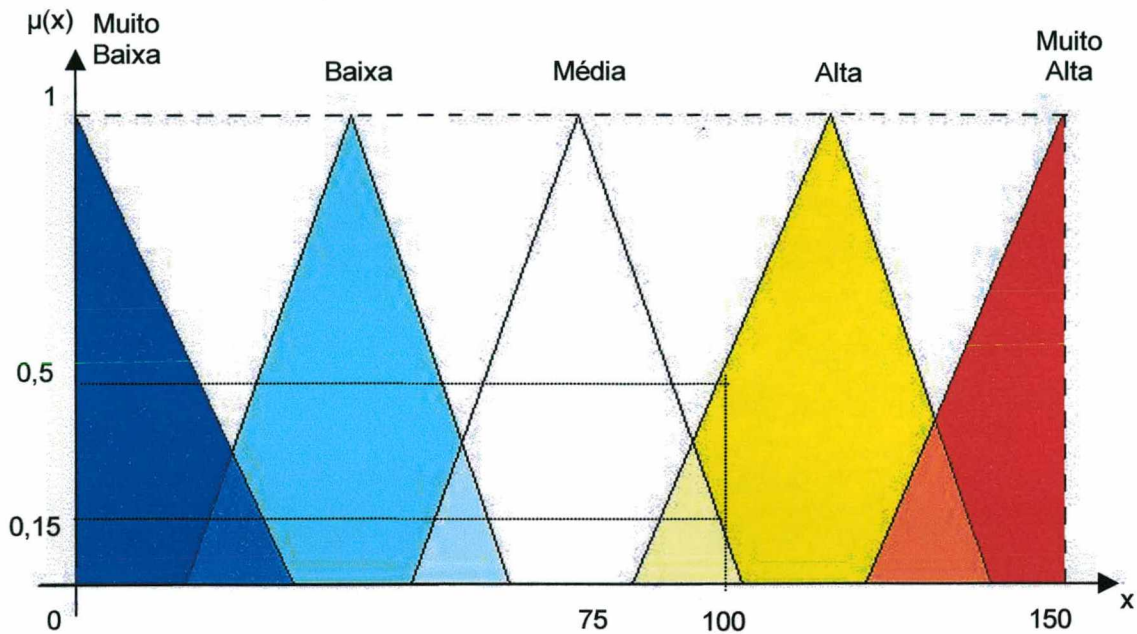


Figura 13 – Abordagem Nebulosa para a Velocidade de um Automóvel

Seguindo a filosofia Nebulosa, a mudança entre um conjunto e outro não é abrupta, podendo determinado valor fazer parte de dois conjuntos ao mesmo tempo. Se o automóvel trafega em velocidade de 75Km/h, esta velocidade pertence, com grau de pertinência 1, ao conjunto de velocidade Média. Já percorrendo a 100 Km/h, o carro em questão estaria viajando com um grau de pertinência de 0,5 numa velocidade Alta, entretanto *também* numa velocidade Média, com grau de pertinência de 0,15. Os valores das velocidades do automóvel equivalem, portanto, às **entradas crisp** do Sistema. Os graus de pertinência, por conseguinte, correspondem às **entradas nebulosas** da próxima etapa do processo.

Na segunda etapa, definida pelo conjunto de Regras do SE, encontra-se o verdadeiro processo cognitivo da Lógica Nebulosa: a inferência nebulosa. Com a ajuda de um especialista no domínio, é possível montar um conjunto de regras lingüísticas que agem sobre as entradas nebulosas. O processador nebuloso usa as regras lingüísticas do sistema para então determinar que ação será efetuada de acordo com o conjunto de entradas do sistema.

Utilizando o exemplo inicial da Fig. 13, pode-se definir uma pergunta do tipo *qual a pressão necessária no pedal para frear um carro diante de um obstáculo?* Seres humanos resolvem este tipo de problema facilmente, pois o funcionamento instintivo do corpo gera variáveis subjetivas, tais como “pressão forte”, ou “levemente”. O senso comum diz que, se o carro trafega muito rápido e o obstáculo está muito perto, então a pressão no pedal do freio deve ser muito forte. Por outro lado, se o carro movimenta-se lentamente e o obstáculo encontra-se longe, uma leve pressão no pedal será suficiente para desacelerar o carro a tempo de evitar o choque. As duas sentenças anteriores determinam duas das regras do sistema que calcula a pressão do pedal através de Lógica Nebulosa, utilizando duas variáveis de entrada (velocidade do carro e distância do obstáculo) e gerando uma variável de saída (pressão no pedal).

Embora à primeira vista a entrada de regras lingüísticas possa parecer muito variável e livre, ela deve estar atrelada à regras e operadores lógicos. A sintaxe básica é definida pela seguinte equação:

SE antecedente 1 E antecedente 2 ... ENTÃO conseqüente 1 E conseqüente 2 ...

Onde o conectivo lógico E corresponde à operação de Interseção de Conjuntos Nebulosos descrita anteriormente, podendo ser substituído pelo conectivo OU (correlacionado à operação de União de Conjuntos Nebulosos). Os antecedentes são sentenças lógicas envolvendo as variáveis de entrada e seus respectivos valores: no exemplo do carro em direção a um obstáculo, esses valores são velocidade = {muito baixa, baixa, moderada, alta, muito alta} e distância = {muito pequena, pequena, mediana, grande, muito grande}. Os conseqüentes, por sua vez, são sentenças lógicas envolvendo as variáveis de saída do sistema e seus conjuntos: pressão = {muito leve, leve, moderada, forte, muito forte}. Tanto os antecedentes quanto os conseqüentes podem aparecer precedidos do operador lógico de negação NÃO, equivalente à operação Complemento de Conjuntos Nebulosos definida no item 4.1.2. Estas são duas das regras do exemplo, na forma lógica correta:

SE velocidade = muito alta E distância = muito pequena ENTÃO pressão = muito forte

SE velocidade = muito baixa E distância = muito grande ENTÃO pressão = muito leve

Ou, linguisticamente:

SE velocidade é muito alta E distância é muito pequena ENTÃO pressão é muito forte

SE velocidade é muito baixa E distância é muito grande ENTÃO pressão é muito leve

O conjunto de regras deve conter informações que obedeçam ao senso comum ou experimentação, retratando o melhor possível o mundo real. Para o cálculo das *saídas nebulosas*, a relevância de cada regra dependerá do grau de pertinência das entradas em cada conjunto. Quanto maior o grau de pertinência em determinado conjunto, mais forte é a regra que o referencia. Se mais de uma regra ativar o mesmo conjunto, a regra mais forte prevalece.

Para cada conjunto ativado, uma saída nebulosa é gerada. Entretanto, só deve haver um único valor para cada variável de saída ao final do processo. O último passo, que transforma as **saídas nebulosas** em **saídas crisp**, é a *Defuzzificação*.

Na defuzzificação, os valores de saída nebulosos, que são os graus de pertinência resultantes das regras, são depurados por uma entre as técnicas de defuzzificação existentes, tais como Centro de Gravidade, Média dos Máximos, Máximo dos Máximos, entre outras. Neste trabalho, a técnica utilizada será a Centro de Gravidade.

Na defuzzificação por Centro de Gravidade (COG – *Center of Gravity*) ou Centróide, cada função de pertinência é “truncada” na altura do grau de pertinência resultante das regras, como demonstrado na Fig. 14. Esse corte é chamado *α -cut*. Algebricamente, o novo conjunto $\alpha \mu(x)$ é dado por: $\alpha \mu(x) = \{x \mid \mu(x) \leq \alpha\}$.

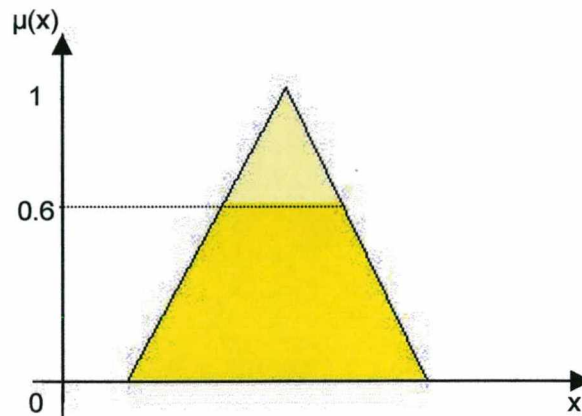


Figura 14 – Exemplo de α -cut para valor de pertinência (α) 0,6

Supondo-se que, no exemplo sobre o automóvel dado, as saídas nebulosas fossem 0,45 graus de pertinência para o conjunto “pressão forte” e 0,25 graus de pertinência para o conjunto “pressão muito forte”. O gráfico das funções de pertinência depois dos α -cuts efetuados, seria como na Fig. 15 [onde x é o valor da pressão a ser aplicada ao pedal e $\mu(x)$ é o grau de pertinência]. A saída crisp do Sistema seria, utilizando a técnica COG, o centro de gravidade matemático da área abaixo dos cortes, representado (aproximadamente) na figura pela seta amarela. Algebricamente, a fórmula do centro de gravidade de uma determinada área é a seguinte (onde o intervalo $[a,b]$ é a base da figura sombreada):

$$\text{COG} = \frac{\int_a^b \mu(x) \cdot x \, dx}{\int_a^b \mu(x) \, dx}$$

Na teoria, a fórmula exige o cálculo do centro de gravidade de um *continuum* de pontos ao longo da base da figura. Entretanto, na prática, é utilizada uma simplificação que aproxima razoavelmente bem o valor final, com uma discretização deste *continuum*, reduzindo de forma significativa o montante de cálculos a serem efetuados pelo sistema, abaixo:

$$\text{COG} = \frac{\sum_{x=a}^b \mu(x) \cdot x}{\sum_{x=a}^b \mu(x)}$$

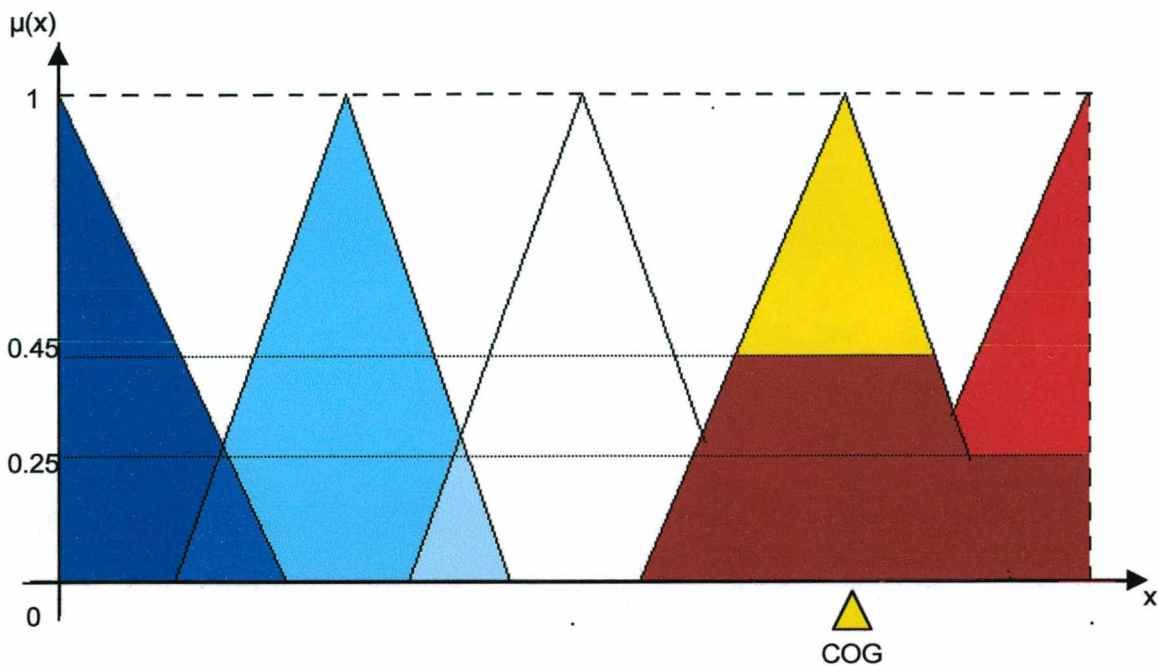


Figura 15 – Defuzzificação pela Técnica do Centróide

O valor resultante do cálculo do centro de gravidade é a **saída crisp** do sistema. No exemplo do carro de encontro ao obstáculo, o ser humano resolve instintivamente o problema, aumentando ou diminuindo a pressão de acordo com a velocidade do carro e a distância do obstáculo de forma subjetiva. Mas para um sistema computacional a expressão “muito forte” ou “fraca” não tem relação com pressão porque o computador trabalha de forma exata, matemática. Se um computador de bordo estiver dirigindo um carro em direção a um obstáculo e precisar aplicar uma determinada pressão no pedal do freio, esse valor deve ser numericamente preciso, deve ser crisp. A quantidade de pressão a ser aplicada no pedal é, portanto, a **saída crisp** do SE, fazendo com que o computador seja capaz de efetuar a manobra.

4.2. Sistema Especialista

De acordo com BARRETO (1999), um SE necessita de vários elementos, como: um especialista no domínio abordado, uma forma de se transformar o conhecimento extraído do especialista em dados tratáveis pelo computador (conhecimento este dividido em duas partes: “fatos sobre o problema e regras que mostram como o especialista raciocina para chegar a uma conclusão”), um mecanismo para gerar explicações de

como aquele resultado foi atingido, ou seja, explicar o raciocínio que levou àquela resposta e, em alguns casos, um sistema de aprendizado, permitindo que o SE adquira mais conhecimento sem a necessidade de um outro projeto.

O Sistema Especialista para Medição de Inteligência (SEMINT) objetiva descobrir as necessidades do problema a ser enfrentado pela Inteligência Artificial, ou seja, quanto de cada inteligência é necessária para que um sistema computacional possa concluir a tarefa satisfatoriamente.

A mensuração é feita recolhendo-se dados sobre as principais características do problema a ser resolvido através de um questionário de 27 perguntas, para então inserir essa informação no mecanismo de inferência nebulosa do SEMINT, que transformará os dados em um índice de inteligência através dos processos nebulosos já discutidos. O protótipo do SEMINT é elaborado na ferramenta de Lógica Nebulosa 2.0 do programa MatLab 6.

4.2.1. Dados de Entrada

As perguntas do questionário foram elaboradas com o objetivo de fazer emergir as características mais marcantes de cada uma das inteligências definidas no capítulo 3. Foram elas divididas em seis seções, uma para cada inteligência, a serem feitas em separado ou continuamente. As possibilidades de respostas serão explicitadas logo após a pergunta, sublinhadas, podendo ser bipolares (Sim e Não) ou graduais (intervalos de 0..1).

Inteligência Lingüística Artificial

A fim de melhor caracterizar a Inteligência Lingüística Artificial (ILA), as perguntas são direcionadas ao nível de interação necessário ou aconselhável do usuário com o sistema. Isso porque quanto mais interação o usuário tem com este sistema, maior a possibilidade de falhas e, por conseguinte, maior a necessidade de uma interface bem elaborada e controlada. Uma interface ergonômica gera menor número de erros e

desistências por parte do usuário (CYBIS, 1997). Os questionamentos quanto à interação, portanto, encontram-se a seguir:

1. Qual o grau de interação necessário/aconselhável com o usuário?

0..1

2. O usuário tem acesso aos processos intermediários da resolução do problema? Se sim, este acesso influencia no resultado final em que grau? (0 para não)

0..1

3. A forma/ordem da apresentação do resultado tem que grau de importância?

0..1

As três perguntas acima geram três parâmetros de entrada para o SEMINT, assim denominados: *grau de interação (GI)*, *influência do acesso na resposta (IAR)* e *importância da ordem de apresentação (IOA)*. Cada uma delas é representada por cinco conjuntos de pertinência nebulosos, definidos pelos valores lingüísticos {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto} em funções triangulares, representados na Fig. 16.

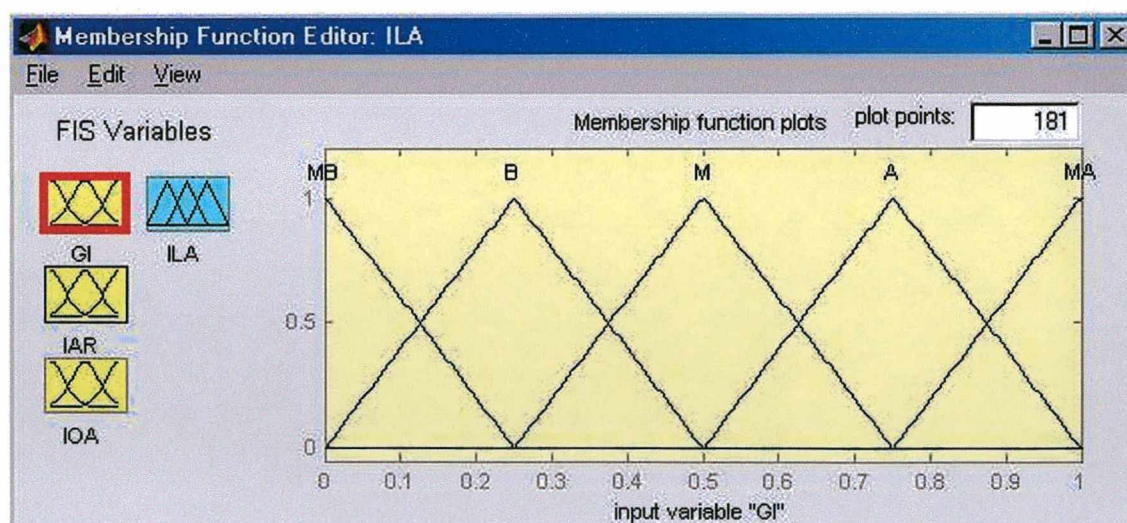


Figura 16 – Funções de Pertinência para os Parâmetros de Entrada da ILA

Inteligência Musical Artificial

A maior dificuldade em se extrair conhecimento de uma base de dados se encontra não só na qualidade do mecanismo de inferência nela aplicado, mas na qualidade e complexidade dos dados nela inseridos. As características desejadas pelo sistema para definir os valores da Inteligência Musical Artificial (IMA), dizem respeito, portanto, à disponibilidade dos dados (completude, variabilidade, qualidade e tamanho da base). Por completude entende-se: se os dados (implícitos e explícitos) abrangem todo o conhecimento necessário para a resolução satisfatória do problema; por qualidade, entende-se, se os dados estão todos explicitamente colocados na base, ou se alguma inferência maior é necessária, além de descobertas não planejadas. Supondo que não haja uma base de dados no tratamento do problema, o bloco de perguntas deve ser ignorado. As perguntas:

4. Numa escala de 0 a 1, quão relacionada está a resolução do problema à descoberta de padrões em um conjunto de dados?

0..1

5. Quão grande é a base de dados disponível em relação a número de registros? (onde 0 é “ínfima” e 1, “enorme”)

0..1

6. A base de dados disponível é completa?

Não Sim

7. Todos os dados da base são regras explícitas?

Não Sim

8. A base de dados deverá ser fixa ou variável?

Fixa Variável

9. Se a base é variável, qual o grau de variabilidade da base? (0 para fixa)

0..1

As cinco perguntas acima geram os seguintes parâmetros de entrada: *descoberta de padrões* (DP), *tamanho da base* (TAM), *completude da base* (COMP), *regras explícitas* (REX), *variabilidade da base* (VAR), *grau de variabilidade da base* (GVAR). As funções de pertinência das variáveis DP e GVAR são triangulares com valores {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto}. Os cinco conjuntos triangulares da variável TAM (Fig. 17) são {Muito Pequeno, Pequeno, Médio, Grande, Muito Grande}. As variáveis COMP, REX e VAR são compostas por dois conjuntos *singleton* cada uma com valores {NÃO, SIM} e {FIXA, VARIável}, representados na Fig. 18.

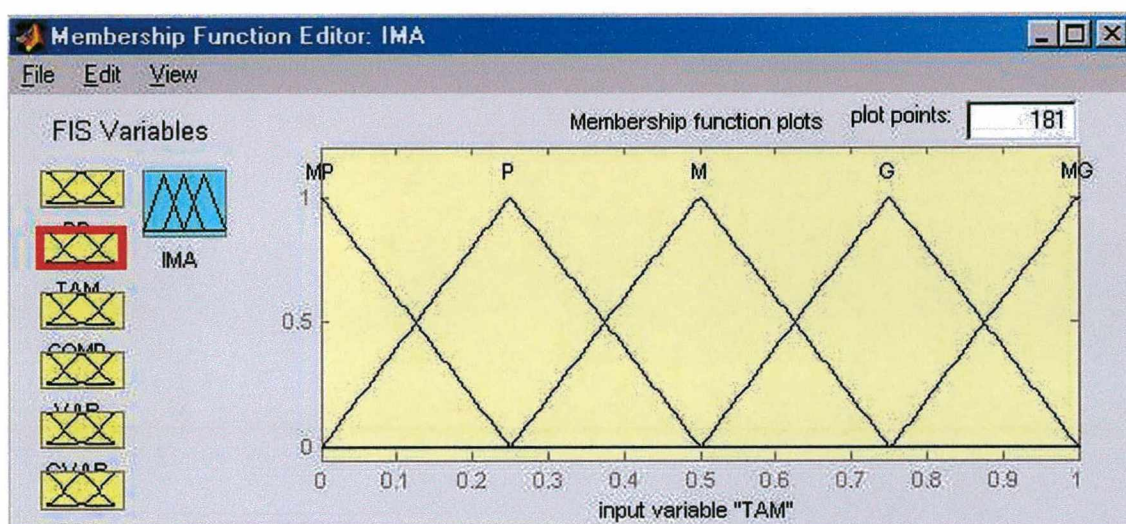


Figura 17 – Funções de Pertinência para os Parâmetros de Entrada da IMA

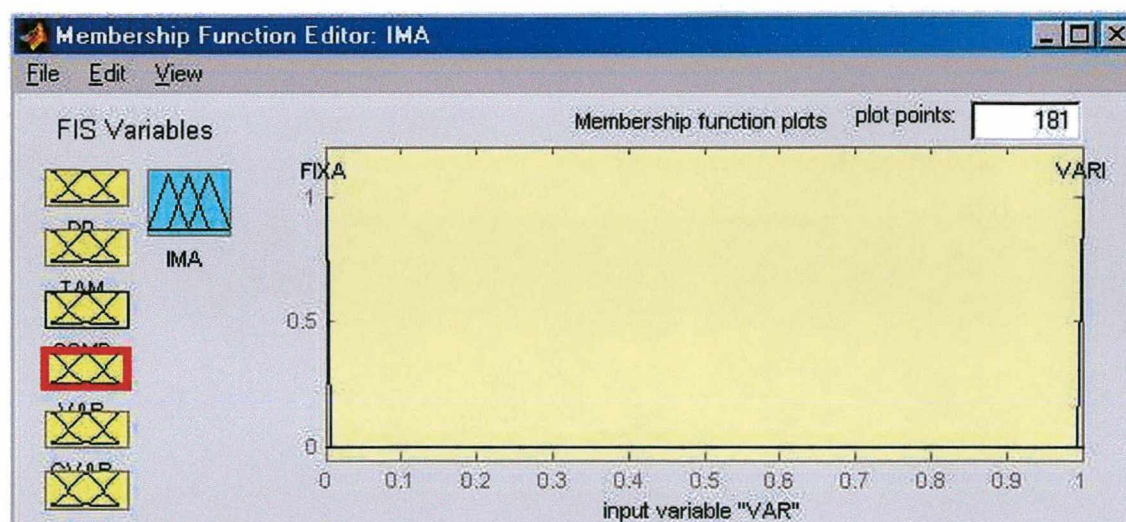


Figura 18 – Funções de Pertinência *Singleton* para os Parâmetros de Entrada da IMA

Inteligência Lógico-Matemática Artificial

Uma das principais características da Inteligência Lógico-Matemática Artificial (ILMA) é a qualidade do tratamento dado aos parâmetros para garantir um processo eficaz e eficiente. Incerteza e imprecisão aumentam a necessidade de um mecanismo lógico mais “inteligente”, além do tratamento de exceções, uma das maiores dificuldades dos sistemas lógicos. As perguntas deste módulo são portanto direcionadas às características dos parâmetros de entrada do problema:

10. A ordem dos parâmetros influencia no resultado final?

Não Sim

11. Os parâmetros e/ou entradas estão submetidos a algum grau de incerteza?

0..1

12. Os parâmetros e/ou entradas estão submetidos a algum grau de imprecisão?

0..1

13. O problema exige tratamento de exceções?

Não Sim

14. Se sim, qual a possibilidade de surgirem exceções?

0..1

As perguntas deste módulo geram, então, cinco variáveis relacionadas à ILMA. São elas: *ordem dos parâmetros* (OP), *grau de incerteza* (GIN), *grau de imprecisão* (GIM), *tratamento de exceções* (TEX) e *possibilidade de surgirem exceções* (PEX). As variáveis GIN, GIM e PEX são representadas por cinco funções de pertinência triangulares, com conjuntos {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto}. As variáveis OP e TEX têm dois conjuntos de pertinência, exibidos na Fig. 19: {NÃO, SIM}.

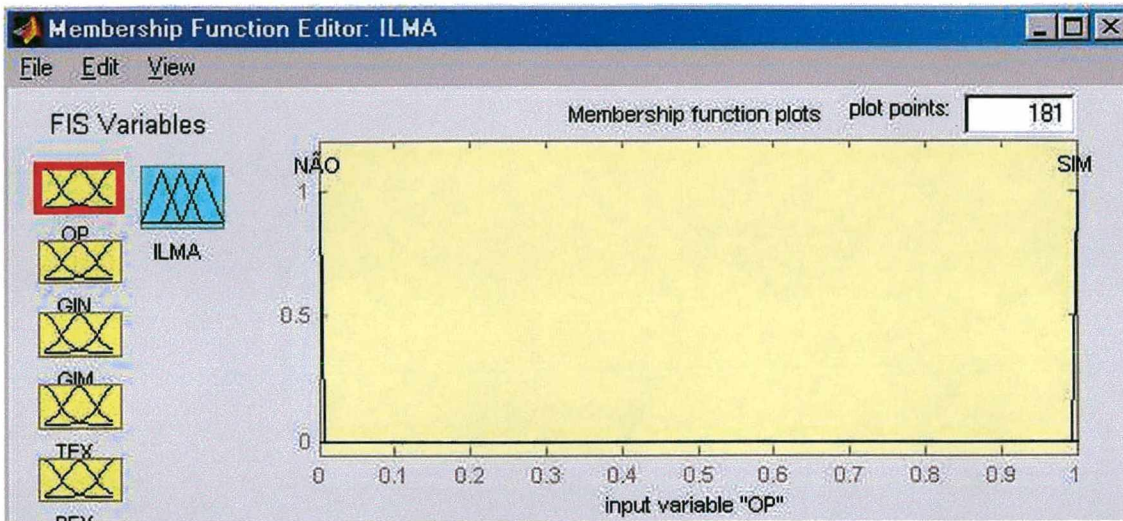


Figura 19 – Funções de Pertinência *Singleton* para os Parâmetros de Entrada da ILMA

Inteligência Espacial e Corporal Artificial

Na Inteligência Espacial e Corporal (IECA) são avaliados os requisitos físicos do sistema, e o custo de aquisição do material deve pesar nas respostas (a fim de evitar uma maximização desnecessária de capacidade de processamento e outro requisitos físicos).

15. É necessário um agente físico na resolução (sensores ou atuadores físicos)?

Não Sim

16. Se sim, qual a acurácia exigida para estes sensores/atuadores?

0..1

17. Há necessidade de interação com outras máquinas/computadores/sistemas/redes?

Não Sim

18. Quais os recursos necessários para que sistema, com relação a espaço em disco, memória de trabalho, tempo de aprendizado/preparação do sistema, intensidade de processamento e etc.?

0..1

As variáveis geradas pelas perguntas do módulo IECA são: *agentes físicos* (AGF), *acurácia dos agentes físicos* (AAGF), *interação com outras máquinas* (INT), *recursos necessários* (REC). A variável INT é composta por duas funções de pertinência *singleton*: {NÃO, SIM}. Já as entradas AAGF e REC contêm cinco funções triangulares: {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto}.

Inteligência Intrapessoal Artificial

Para medir adequadamente o nível de Inteligência Intrapessoal Artificial (IIaPA) necessário para se resolver um problema, deve-se descobrir se a busca a ser feita, quando existe uma, deve ser muito refinada, ou ainda, se há necessidade de uma busca ótima ou eficaz, ou com objetivos conflitantes, o que aumenta a dificuldade.

19. É necessário um mecanismo de busca? (*se não, ir para a pergunta 20*)

Não Sim

20. A busca escolhida deve ser eficaz (ou seja, sempre retornar um resultado)?

Não Sim

21. A busca escolhida deve ser ótima? (ou seja, retornar sempre o melhor resultado?)

Não Sim

22. Podem existir vários objetivos?

Não Sim, mas não-conflitantes Sim, algumas vezes conflitantes

23. As regras disponíveis prevêm todas as situações possíveis?

Não Sim

Seis variáveis compõem o conjunto de entradas do módulo IIaPA: *existência de um mecanismo de busca* (MBU), *busca eficaz* (BE), *busca ótima* (BO), *número de objetivos* (NO) e *regras completas* (RC). À exceção da variável NO, composta por três funções de pertinência *singleton* {NÃO, SIM-não-conflitantes, sim-CONflitantes}, exemplificada na Fig. 20, as entradas são representadas por duas funções *singleton* {NÃO, SIM}.

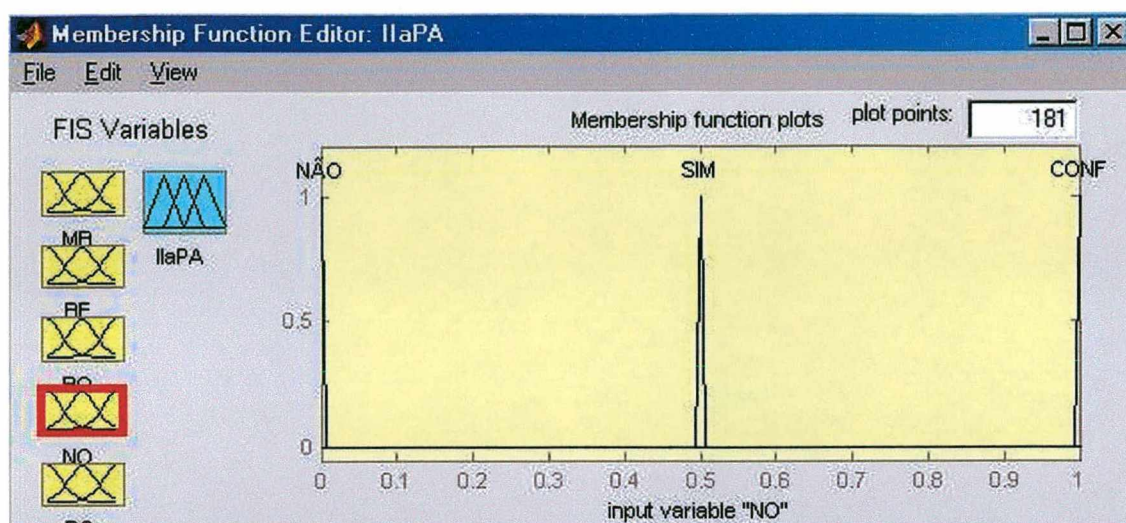


Figura 20 – Funções de Pertinência *Singleton* para os Parâmetros de Entrada da IIAPA

Inteligência Interpessoal Artificial

Sendo a inferência baseada em casos a principal característica da Inteligência Interpessoal Artificial (IIePA), aumenta-se a dificuldade de acordo com a má definição ou má inserção de casos no sistema. Caso não haja necessidade de tratamento de casos no sistema, o módulo deve ser ignorado.

24. Há necessidade de se armazenar informações sobre exemplos anteriores do mundo externo? (*se não, finalizar o questionário*)

Não Sim

25. Os casos são passíveis de representação? Em que grau?

0..1

26. O conjunto de casos disponível é representativo? Em que grau?

0..1

27. Qual a possibilidade de surgirem exceções nos casos? (0 para nenhuma)

0..1

Obtêm-se quatro variáveis das perguntas acima: *informações sobre o meio externo* (IME), *meio passível de representação* (MPR), *casos representativos* (CR) e *possibilidade de surgirem exceções* (PEX). Todas as variáveis, à exceção da variável IME (com duas funções *singleton* {NÃO, SIM}) são representadas por cinco funções triangulares: CR e PEX com os conjuntos {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto}, e MPR com os conjuntos {Muito FRaca, FRaca, Média, FORte, Muito FORte}, disponíveis na Fig. 21.

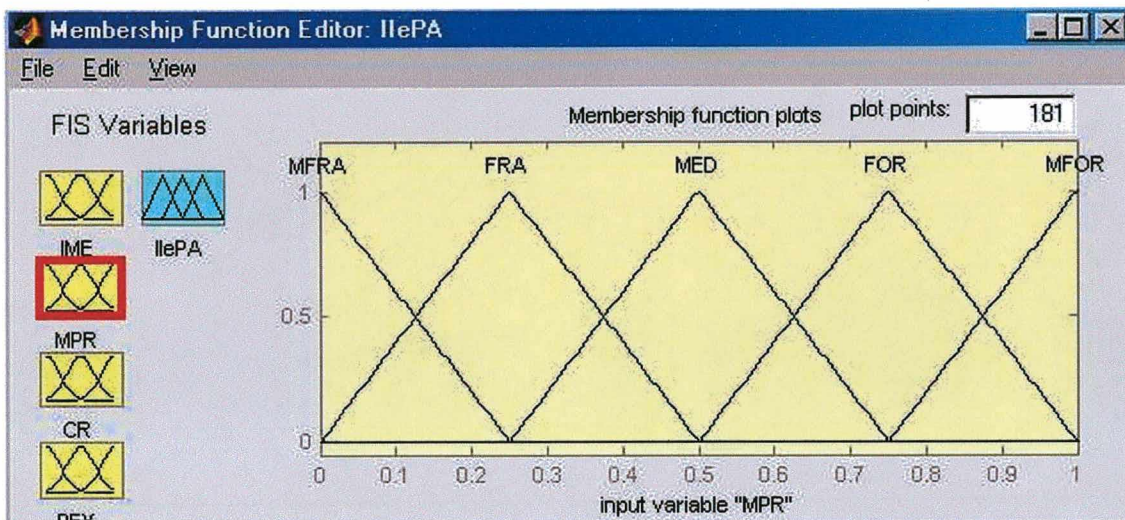


Figura 21 – Funções de Pertinência para os Parâmetros de Entrada da IlePA.

4.2.2. Regras e Inferências

Tendo as entradas sido convertidas em entradas nebulosas, inicia-se o processo de inferência. As regras foram construídas baseadas no senso comum e conhecimento específico sobre o funcionamento de sistemas inteligentes e não-inteligentes. Definiu-se também, que as perguntas são direcionadas a descobrir “facilitadores” ou “dificultadores” no processo de resolução do problema, exigindo maior ou menor “inteligência” do sistema analisado.

Inteligência Lingüística Artificial

Para a ILA, propõe-se que quanto maior a necessidade de uma interface ergonômica, maior deve ser o índice da ILA, sendo que o grau de interação com o usuário (GI) têm maior peso com relação aos demais.

As regras efetivas do SEMINT foram construídas com todas as combinações possíveis das entradas, resultando num total de 92 regras. Alguns exemplos abaixo (o conjunto completo pode ser verificado no Anexo 1):

- 6. If (GI is MB) and (IAR is B) and (IOA is MB) then (ILA is MB) (1)
- 10. If (GI is MB) and (IAR is A) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
- 39. If (GI is M) and (IAR is MB) and (IOA is A) then (ILA is M) (1)
- 59. If (GI is A) and (IAR is M) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
- 85. If (GI is MA) and (IAR is A) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)

A IMA obedece à relação de que quanto mais a resolução do problema estiver relacionada à descoberta de padrões na base, e quanto mais variável for a base, maior índice de IMA o problema necessita, o que gera um conjunto de regras com variáveis crescentes. Todavia, a completude e o tamanho da base constituem um conjunto mais peculiar: se a base for completa, o trabalho de inferência de dados é facilitado, o que acontece de forma ainda mais notória se o tamanho da base for bem pequeno, exigindo pouca IMA. Entretanto, a situação se inverte se a base não for completa. Com poucos dados (devido ao tamanho pequeno da base), e a não-completude da mesma, a chance de erro aumenta bastante, então o índice de IMA precisa ser mais alto do que numa base de tamanho grande, mesmo sendo incompleta (até porque dentro de uma maior quantidade de dados, mesmo com uma base incompleta, é mais fácil inferir novos dados). A combinação de possibilidades gerou um total de 141 regras. Alguns exemplos das regras (o conjunto completo pode ser encontrado no Anexo 2):

55. If (DP is M) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
 60. If (DP is M) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
 80. If (DP is M) and (TAM is MG) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
 120. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is A) then (IMA is MA) (1)
 133. If (DP is MA) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is A) then (IMA is A) (1)

Inteligência Lógico-Matemática Artificial

A dificuldade em se tratar os parâmetros lógicos pode ser avaliada pela qualidade dos mesmos: graus de incerteza, de imprecisão e grande possibilidades de exceções aumentam a necessidade de um mecanismo de inferência lógica mais potente. Consequentemente, aumenta também a ILMA necessária para se resolver o problema (e, portanto, as variáveis em questão são crescentes). Alguns exemplos das 195 regras do módulo de ILMA (as regras completas encontram-se no Anexo 3):

8. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
 10. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
 148. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
 149. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
 192. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is A) (1)

Inteligência Espacial e Corporal Artificial

O fato de existirem sensores ou atuadores físicos num sistema, além de conexão com outros sistemas, aumenta a complexidade da resolução, assim como seu custo, tanto quanto a robustez da máquina. As variáveis que compõem a IECA são, portanto, crescentes. De forma análoga, alguns exemplos de regras da IECA (pode-se analisar o conjunto completo de 60 regras no Anexo 4):

15. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is M) (1)
 18. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
 51. If (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is MB) (1)
 56. If (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is B) (1)
 57. If (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is M) (1)

Inteligência Intrapessoal Artificial

Ao escolher uma busca para a resolução de um problema, o engenheiro de conhecimento deve levar em consideração não só os custos em termos de tempo de processamento, mas também a qualidade dos resultados apresentados. Uma busca que precisa ser ótima tem uma estrutura mais complexa (e portanto, mais “inteligente”) do que uma busca simples, exigindo mais IIaPA. Um problema que gere vários objetivos também tem um nível de complexidade mais elevado, principalmente se os objetivos forem conflitantes, onde será necessária uma estrutura extra para lidar com os conflitos. Alguns exemplos de regras deste módulo (o módulo completo, formado por 27 regras, está contido no Anexo 5):

- 4. If (MB is NÃO) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IIaPA is B) (1)
- 15. If (MB is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IIaPA is M) (1)
- 22. If (MB is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is NÃO) and (RC is SIM) then (IIaPA is M) (1)
- 25. If (MB is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is SIM) and (RC is NÃO) then (IIaPA is MA) (1)
- 26. If (MB is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IIaPA is A) (1)

Inteligência Interpessoal Artificial

O fator que mais influencia na complexidade exigida de uma inferência por casos é a representatividade do conjunto. Um conjunto representativo torna mais simples a inferência de casos novos diante dos antigos. Um conjunto com pouca representação global gera resultados muitas vezes falhos. A variável CR (definida como decrescente), que mede esta representatividade é, portanto, a de maior influência no índice de IIePA. O conjunto conta com 80 regras. Alguns exemplos de regras para definição do índice de IIePA (o conjunto completo, no Anexo 6):

4. If (MPR is MFRA) and (CR is MB) and (PEX is B) then (IlePA is A) (1)
 31. If (MPR is FRA) and (CR is MA) and (PEX is MB) then (IlePA is B) (1)
 46. If (MPR is MED) and (CR is MA) and (PEX is A) then (IlePA is M) (1)
 49. If (MPR is FOR) and (CR is MB) and (PEX is B) then (IlePA is M) (1)
 79. If (MPR is MFOR) and (CR is MA) and (PEX is A) then (IlePA is B) (1)

4.2.3. Dados de Saída

O protótipo do SEMINT é feito em seis etapas, cada uma resultando um único índice: o índice da medida de uma das inteligências múltiplas artificiais. Calculados através da técnica do Centróide da máquina de inferência nebulosa do SE, os valores das inteligências encontram-se no intervalo $[0,1]$ onde um valor próximo de zero implica afirmar que o problema analisado não necessita ou é indiferente à inteligência em questão. Um valor próximo a 1 indica que a inteligência deve ser utilizada em toda a sua potência para ser capaz de concluir a tarefa satisfatoriamente. A Fig. 22 mostra graficamente a forma dos conjuntos de saída, que são os mesmos para cada inteligência: {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto}.

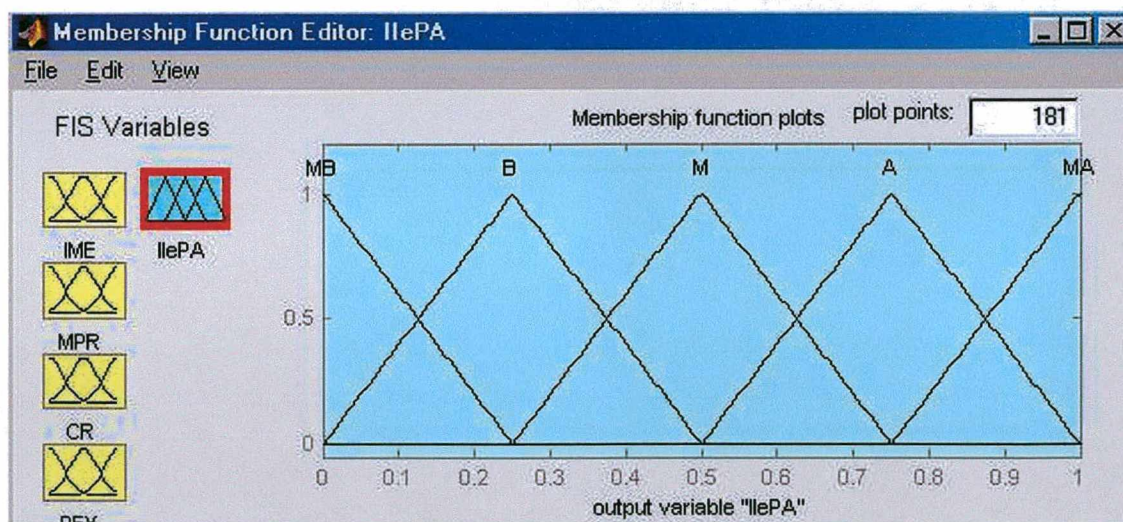


Figura 22 – Funções de Pertinência para dos Dados de Saída

5. Análise de Resultados

A fim de testar a eficiência e eficácia do SEMINT, um conjunto de problemas empiricamente representativos para as diferentes inteligências foi definido, com o objetivo de medir diferentes combinações de necessidades de inteligência. São eles: Busca na Internet, Sistemas Especialistas de Diagnósticos Médicos (subdividido em Inferência por Regras e Inferência por Casos), Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas.

Foi pedido a vários sujeitos que raciocinassem sobre as particularidades principais de um determinado problema do conjunto de problemas típicos, bem como sobre os requisitos necessários para construir a solução. Diante dessa informação, os sujeitos foram capazes de responder os questionários, onde as perguntas foram efetuadas na ordem de apresentação. Depois de respondidos os questionários, os valores dados pelos sujeitos (que podem ser observados nas Tab. 2 e Tab. 3) foram inseridos no SEMINT, obtendo o conjunto de resultados exibidos nas Tab. 4. e Tab. 5. de forma numérica, e nas Tab. 6. e Tab. 7. de forma lingüística.

Os sujeitos foram escolhidos de acordo com um perfil padrão: são, em sua maioria, profissionais atuantes no setor de informática, ou profissionais da área de Ciências Exatas conhecedores de Computação. Certificou-se também que os mesmos teriam conhecimento suficiente sobre o processo de resolução do problema em questão e da terminologia adotada no questionário, através da solicitação de uma pequena descrição sobre as características do problema a ser avaliado.

Pergunta	Busca na Internet			Diag. Méd. por Regras			Diag. Méd. por Casos		
	Suj.1	Suj.2	Suj.3	Suj.1	Suj.2	Suj.3	Suj.1	Suj.2	Suj.3
1.	1,0	0,2	0,5	0,6	0,8	0,6	0,8	0,75	0,6
2.	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,7	0,6	0,7	0,7
3.	0,75	1,0	1,0	0,9	1,0	0,4	0,9	0,7	0,4
4.	0,8	0,8	0,95	-	0,8	-	0,8	0,85	0,9
5.	1,0	0,4	1,0	-	1,0	-	1,0	0,9	0,9
6.	NÃO	NÃO	NÃO	-	SIM	-	NÃO	NÃO	NÃO
7.	NÃO	NÃO	NÃO	-	NÃO	-	NÃO	NÃO	NÃO
8.	VAR	VAR	VAR	-	VAR	-	VAR	VAR	VAR
9.	1,0	1,0	1,0	-	0,5	-	1,0	0,7	0,5
10.	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
11.	0,25	0,0	0,3	0,7	0,5	0,7	0,5	0,65	0,7
12.	0,25	0,5	0,0	0,7	0,5	0,35	0,2	0,3	0,2
13.	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
14.	0,7	-	-	0,4	0,3	0,65	0,6	0,5	0,65
15.	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
16.	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-
17.	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
18.	0,75	1,0	0,85	0,9	0,5	0,65	0,5	0,7	0,75
19.	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
20.	SIM	NÃO	NÃO	-	SIM	SIM	NÃO	-	-
21.	SIM	SIM	SIM	-	NÃO	NÃO	SIM	-	-
22.	NÃO	SIM/C	NÃO	SIM/C	SIM/C	SIM/C	SIM/C	SIM/C	SIM/C
23.	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
24.	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
25.	0,7	1,0	-	-	-	-	0,75	0,5	0,5
26.	1,0	0,9	-	-	-	-	0,75	0,6	0,5
27.	0,8	0,0	-	-	-	-	0,8	0,65	0,65

Tabela 2 – Respostas dos Questionários do SEMINT para os problemas de Busca na Internet e Diagnóstico Médico

Pergunta	Cálculo Estrutural			Edição de Documentos			Planejamento de Rotas		
	Suj.1	Suj.2	Suj.3	Suj.1	Suj.2	Suj.3	Suj.1	Suj.2	Suj.3
1.	0,8	0,5	0,1	1,0	0,9	1,0	0,3	0,2	0,3
2.	0,0	0,0	0,0	1,0	0,65	0,8	0,0	0,0	0,0
3.	0,95	0,5	0,3	0,8	0,7	1,0	1,0	0,3	0,4
4.	-	0,1	-	0,4	0,0	0,8	0,85	1,0	-
5.	-	1,0	-	1,0	0,4	0,8	0,95	1,0	-
6.	-	NÃO	-	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	-
7.	-	SIM	-	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	-
8.	-	FIX	-	VAR	FIX	VAR	VAR	VAR	-
9.	-	-	-	1,0	-	0,5	0,45	0,6	-
10.	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
11.	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,15	0,5	0,0	0,0
12.	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0
13.	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
14.	-	0,3	-	-	-	-	0,5	-	-
15.	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
16.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
18.	0,95	0,75	0,8	0,7	1,0	0,85	0,95	0,8	0,9
19.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
20.	-	-	-	NÃO	-	NÃO	SIM	NÃO	SIM
21.	-	-	-	SIM	-	NÃO	SIM	SIM	SIM
22.	SIM	SIM/C	NÃO	SIM/C	SIM	SIM	SIM/C	SIM/C	SIM/C
23.	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
24.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
25.	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-
26.	-	-	-	1,0	0,9	0,9	1,0	-	-
27.	-	-	-	0,0	0,5	0,75	0,5	-	-

Tabela 3 – Respostas dos Questionários do SEMINT para os problemas de Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas

Módulo	Busca na Internet			Diag. Méd. por Regras			Diag. Méd. por Casos		
	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>
ILA	0,5	0,44	0,56	0,645	0,56	0,605	0,757	0,69	0,605
IMA	0,756	0,757	0,828	-	0,75	-	0,756	0,75	0,75
ILMA	0,69	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,683	0,75	0,69
IECA	0,75	0,92	0,771	0,797	0,75	0,645	0,75	0,69	0,75
IIaPA	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5
IIePA	0,499	0,479	-	-	-	-	0,648	0,702	0,802

Tabela 4 – Resultados do SEMINT para os problemas de Busca na Internet e Diagnóstico Médico

Módulo	Cálculo Estrutural			Edição de Documentos			Planejamento de Rotas		
	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>
ILA	0,56	0,25	0,203	0,917	0,683	0,917	0,5	0,244	0,25
IMA	-	0,198	-	0,494	0,198	0,75	0,683	0,521	-
ILMA	0,25	0,5	0,08	0,25	0,25	0,395	0,5	0,08	0,08
IECA	0,84	0,75	0,756	0,75	0,92	0,771	0,84	0,756	0,797
IIaPA	0,25	0,25	0,08	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75
IIePA	-	-	-	0,5	0,479	0,506	0,5	-	-

Tabela 5 – Resultado do SEMINT para os problemas de Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas

Módulo	Busca na Internet			Diag. Méd. por Regras			Diag. Méd. por Casos		
	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>	<i>Suj.1</i>	<i>Suj.2</i>	<i>Suj.3</i>
ILA	M	M	M	M	M	M	A	M	M
IMA	A	A	A	-	A	-	A	A	A
ILMA	M	M	M	M	M	M	M	A	M
IECA	A	MA	A	A	A	M	A	M	A
IIaPA	M	A	M	M	A	A	A	M	M
IIePA	M	M	-	-	-	-	M	A	A

Tabela 6 – Resultados Linguísticos do SEMINT para os problemas de Busca na Internet e Diag. Médico

Módulo	Cálculo Estrutural			Edição de Documentos			Planejamento de Rotas		
	Suj.1	Suj.2	Suj.3	Suj.1	Suj.2	Suj.3	Suj.1	Suj.2	Suj.3
ILA	M	B	B	MA	A	MA	M	B	B
IMA	-	MB	-	M	MB	A	A	M	-
ILMA	B	M	MB	B	B	M	M	MB	MB
IECA	A	A	A	A	A	M	A	A	A
IlaPA	B	B	MB	A	M	M	A	M	A
IlePA	-	-	-	M	M	M	M	-	-

Tabela 7 – Resultado Lingüístico do SEMINT para os problemas de Cálculo Estrutural, Edição de Documentos e Planejamento de Rotas

Pode-se observar que os resultados aproximam-se numa taxa aceitável dos conhecimentos empíricos existentes sobre os problemas, como por exemplo o fato de que as tarefas de Edição de Documentos exigem grande ILA (devido à interação constante com o usuário e grande possibilidade de erros), enquanto que as tarefas de Cálculo Estrutural requerem muita IECA em virtude da grande quantidade de processamento matemático exigida (o que não implica necessariamente em uma alta ILMA), os problemas de Busca na Internet e Diagnóstico Médico com Inferência Baseada em Casos exigem alta IlePA, e assim por diante.

Algumas diferenças observadas nas respostas dos sujeitos devem-se à subjetividade tanto das perguntas quanto na interpretação das necessidades de um problema. Exemplifica-se: no questionário sobre o problema de Planejamento de Rotas, o sujeito 1 diz ter imaginado um computador de bordo de um carro inteligente, que deveria dizer ao motorista qual o melhor caminho a seguir diante da situação atual das estradas de uma cidade (congestionamentos, estradas temporariamente bloqueadas, base de dados com o mapa da cidade, além da rota propriamente dita, entre outros problemas) enquanto que os sujeitos 2 e 3 visualizaram o problema clássico do caixeiro viajante, que abstrai esse tipo de detalhamento. Apesar desta diferença, pode-se observar que as qualidades básicas de um problema de Planejamento de Rotas foi mantida, como por exemplo, uma alta IECA (visto que o problema é classificado como

NP-completo, e os sujeitos puderam prever a possibilidade do aumento exponencial da complexidade do problema) e alta IIaPA, devido à necessidade da busca efetiva e ótima.

Um outro exemplo pode ser observado no problema de Cálculo Estrutural, onde os sujeitos 1 e 3 atuam na área de computação enquanto o sujeito 2 é profissional da engenharia. O sujeito 2 visualizou o problema de cálculo estrutural de forma mais detalhada e com maior complexidade do que os demais, observando a necessidade de uma base de fórmulas (e também de propriedades de materiais) e metodologias intermediárias de cálculo (caracterizada nas respostas do módulo de IMA), bem como a possibilidade de aparecimento de variáveis imprecisas e incertas. Nenhum dos dois casos acima foi observado pelos demais sujeitos.

Uma análise em conjunto das repostas dos vários sujeitos revela uma padronização na visualização das principais peculiaridades de cada tipo de problema envolvido, definindo de maneira satisfatória as necessidades do problema. A quantidade de “inteligência” envolvida em cada problema, pode então direcionar uma solução mais eficaz e eficiente.

Por exemplo, no problema de Cálculo Estrutural, percebe-se que a alta IECA implica no uso de uma máquina com grande capacidade de processamento, mas não necessariamente com muito espaço em disco, pois há nenhuma ou muito pouca necessidade de bancos de dados (IMA) ou regras (IIaPA). Já o problema de Busca na Internet, tanto um forte processamento quanto grande capacidade de armazenamento são necessárias, com altos índices da IECA e IMA, respectivamente. Enquanto isso, observa-se que os maiores índices de ILA foram obtidos no problema de Edição de Documentos, mostrando que uma das principais características deste tipo de problema é a grande e praticamente constante interação com o usuário, que tem diante de si uma gama de opções e possibilidades do programa. Esse nível de liberdade exige que a interface seja muito bem planejada, ergonomicamente, a fim de reduzir a probabilidade de erros.

Além destes, com melhor observação e maior quantidade de dados a analisar (mais sujeitos, e maior diversificação do conhecimento dos mesmos), pode ser possível ainda extrair outras conclusões que melhor direcionem as tomadas de decisões necessárias ao projeto, o que deixa a necessidade de uma equipe multidisciplinar.

6. Conclusões

Durante o curso desta pesquisa, um estudo sobre a visão científica da inteligência humana mostrou que ainda se está longe de uma definição amplamente aceita do termo “inteligência”. A extrema preocupação em se medir inteligência humana levou a estudos posteriormente deturpados por uma ânsia em se definir a inteligência como critério social, como foi o caso do Q.I., utilizado indiscriminadamente gerando decisões tomadas de preconceito em escolas, empresas e outros meios.

Na última década, uma vertente diferente começou a ser aceita e aprofundada: a teoria de que a inteligência não pode ser medida em um único índice, porque ela seria constituída de várias facetas. E que a diversidade de combinações dessas facetas é que gera os resultados tão diferentes em determinadas tarefas para diversos indivíduos, mais capazes em alguns problemas, entretanto, menos capazes em outros. Mais do que definir o número de inteligências que poderiam existir, ou ainda classificar e medir essas inteligências, a maior contribuição destes estudos feitos por Gardner e outros, é a idéia primária de múltiplas inteligências: múltiplas capacidades intelectuais que podem desenvolver-se mais ou menos que as demais, de forma praticamente independente, gerando uma combinação de capacidades que individualizariam ainda mais a complexa mente humana.

De forma análoga à mente humana, o computador também é formado de vários componentes, que agem individualmente para gerar o resultado obtido com maior ou menor eficácia e eficiência de acordo com o problema a ser resolvido. Neste trabalho, portanto, foi proposta a idéia de que também a máquina poderia ser munida de diferentes facetas de inteligência.

Houve ainda uma maior compreensão do termo “inteligência” para a máquina, uma visão mais ampla e tranqüila de que afirmar que uma máquina é inteligente não significa associar a ela inteligência semelhante à do homem. Ambas as inteligências, entretanto, estão fortemente atreladas, sendo que o conhecimento e inteligência humanos são essenciais para que se possa avaliar a inteligência computacional.

As múltiplas inteligências artificiais foram definidas através da criação de paralelos entre as características principais das inteligências definidas na Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner e as características de funcionamento e raciocínio computacional. Entretanto, vale ressaltar que esta visão pode ser alterada caso sejam tomadas como base outras teorias de inteligências múltiplas. Assim como o trabalho de Gardner foi escolhido como fundamentação desta pesquisa, outras teorias poderiam ser utilizadas, gerando talvez um número ou tipos diferentes de inteligências, sendo o mais importante não o número ou forma das inteligências artificiais, mas, tal qual no trabalho de Gardner, as características principais do processo de definição, impulsionando o estudo científico na direção da possibilidade da existência de várias facetas da inteligência artificial.

Após a definição das inteligências artificiais (que resultaram em seis vertentes), fez-se necessária a construção de um sistema de avaliação e medição, para que se pudesse definir a quantidade de cada inteligência suficiente para se resolver uma determinada tarefa. Um sistema especialista nebuloso (denominado Sistema Especialista de Medição de Inteligência – SEMINT) foi então elaborado utilizando como valores de entrada as respostas de um questionário de 27 perguntas e gerando seis saídas, equivalentes aos índices das seis inteligências artificiais propostas.

Os dados foram obtidos através das respostas de diversos sujeitos com cinco diferentes tipos de problemas típicos. Diante dos dados observados, pôde-se concluir que o SEMINT é suficientemente eficiente para calcular a “quantidade de inteligência” necessária para solucionar diferentes tipos de tarefas, capacitando o engenheiro de conhecimento a escolher a melhor abordagem de IA para resolver computacionalmente o problema.

Faz-se necessário, entretanto, que o SEMINT seja submetido a uma equipe multidisciplinar, capaz de apontar as mais diversas características do problema estudado. O valor final de cada inteligência não necessariamente precisa ser único. É

tanto possível calcular uma média aritmética dos valores de cada sujeito, quanto analisá-las em conjunto para se chegar a uma conclusão mais definitiva.

Assim como os resultados de cada indivíduo para as inteligências não devem ser analisados em separado, os índices de cada inteligência, individualmente, não tem significado conclusivo. Esses valores influenciam um no outro, e a análise deve ser feita em conjunto, permitindo uma melhor visualização das características do futuro sistema.

Este processo visou facilitar a construção de um sistema computacional, adequando suas propriedades à quantidade de inteligência necessária para se resolver o problema em questão, tornando-o mais eficiente e eficaz. A pesquisa também objetivou dar um passo a mais na direção do entendimento de Inteligência de Máquina com a proposta da multiplicidade dessa inteligência.

6.1. Sugestões para Trabalhos Futuros

- As perguntas que compõem o questionário do SEMINT não são definitivas, e o estudo mais aprofundado das características de cada inteligência artificial proposta deixa âmbito para maior detalhamento.
- As próprias inteligências propostas também não são definitivas, podendo ser modificadas, divididas, e etc., de acordo com a teoria que se pretende utilizar como inspiração, já que o conjunto apresentado neste trabalho é adequado somente se observada a Teoria das Inteligências Múltiplas de H. Gardner.
- A nomenclatura utilizada neste trabalho é preliminar, fazendo-se necessária a criação de uma mais adequada aos termos computacionais envolvidos em cada uma das inteligências propostas.
- Visto que o presente trabalho analisa e mede as necessidades de um problema, uma proposta de trabalho futuro seria o próximo passo na análise: definir as características mais marcantes de cada inteligência nas linhas de Inteligência Artificial (Simbólica, Conexionista, Evolutiva, etc.), ou ainda definir um índice de inteligência para cada linha de Inteligência Artificial,

como em FALQUETO, LIMA, BORGES, BARRETO (2001b), combinada à técnica aqui proposta.

- De posse das características de cada linha de pesquisa, seria possível construir um SEMINT ampliado, que além de medir as necessidades do problema, fosse capaz de decidir qual das linhas de IA seria a mais adequada para resolver a tarefa.

7. Referências Bibliográficas

- ASIMOV, I. I. *Robot*. Nova York: Bantam Books, 1950.
- BARRETO, J. M. *Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI*. 2 ed. Florianópolis: J. M. Barreto, 1999.
- BURT, C. *The evidence for the concept of intelligence*. Eugen Ver, 1955a. 25, 158-177.
- BURT, C. *The meaning and assessment of intelligence*, Eugen Ver, 1955b. 47, 81-91.
- BUTCHER, H. J. *Human Intelligence*. --- :Methuen & Co. Ltd, 1968
- CAPRA, F. *A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1997.
- CARNE, E. B. *Artificial Intelligence Techniques*. Washington DC: Spartan Books, 1965.
- CARROLL, J. B. *Human Cognitivies Abilities: A Survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press, 1993.
- CHARNIAC, E. & MCDERMOTT, D. *Introduction to Artificial Intelligence*. Massachussets: Addison-Wesley, 1985.
- CNN. Um PC pode pensar sozinho? CNN em Português. Austin, Estados Unidos, 2002. Disponível em <http://cnnemportugues.com/2002/tec/06/10/pcpensante/index.html> em 11 jun 2002.
- CYBIS, W. A. *Ergonomia de interfaces homem-computador*, Apostila para a disciplina INE 6506 – Ergonomia de Sistemas Interativos, do curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997. Disponível em <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila/apostila.htm> em 14 jun. 2002.
- DAMÁSIO, A. R. *O Erro de Descartes – Emoção, Razão e o Cérebro Humano*. Tradução de Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DAVIS, C., OLIVEIRA, Z. *Psicologia da Educação*. São Paulo: Editora Cortez, 1991
- DREYFUS, H. L., DREYFUS, S. E. From Socrates to Expert Systems: The Limits of Calculative Rationality. *Technology in Society*, Vol. VI, no. 3 , pp. 217-33, 1984.
- FALQUETO, J., LIMA, W.C., BORGES, P. S. S., BARRETO J. M. The measurement of Artificial Intelligence – An IQ for machines? **IASTED International**

- Conference on Modelling Simulation and Control. Vol. I, pp. 409-413. Innsbruck – Austria. Fevereiro, 2001a.**
- FALQUETO, J., LIMA, W. C., BORGES, P. S. S. , BARRETO, J. M. O** desenvolvimento de uma métrica para sistemas de IA – Considerações. In: **II Congresso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. La Habana – Cuba. Maio, 2001b.**
- FELDMAN, D. Beyond Universals in Cognitive Development.** New Jersey: Ablex Publishers, 1980.
- FOGEL, D. B. Evolutionary Computation: toward a new philosophy of machine intelligence.** New York: IEEE Press, 1995.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREUD, S. Origins and Development of Psychoanalysis.** New York: Regnery-Gateway, 1960.
- GARDNER, H. Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- GARDNER, H. Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- GÊNESE.** Português, In: **Bíblia Sagrada.** Tradução de Centro Bíblico Católico. São Paulo: Editora Ave-Maria, 1999. p. 49. Edição Pastoral Catequética. 1:26.
- GOLEMAN, D. Inteligência Emocional.** Rio de Janeiro: Objetiva, 1996.
- GUILFORD, J. P. The Nature of Human Intelligence.** New York: McGraw-Hill, 1967.
- GUILFORD, J. P. The Analysis of Intelligence.** New York: McGraw-Hill, 1971.
- HEBB, D. O. Psicologia.** 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1979.
- JAMES, W. Psychology.** New York: Fawcett, 1963.
- LÉVY, P. As tecnologias da Inteligência: o Futuro do Pensamento na Era da Informática.** Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- MAIA, L. F. J. Apostila da disciplina Evolução da Inteligência Artificial em 1999, no Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação Fora de Sede (Belém – Pará) da UFSC, 1999.**
- MORRIS, C. Foundations of the Theory of Signs.** Chicago: University of Chicago Press, 1959.

- MOTOROLA (ed). **Fuzzy Logic Education Program 2.0**. Texas: Cortex Communications Inc. 1994. 1 CD-ROM. Produzido por Center for Emerging Computer Technologies Inc.
- NEWELL, A., SIMON, H. A. **Human problem solving**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
- NEWELL, A., SIMON, H. A. Computer science as empirical inquiry: symbols and search. **Journal Communications of the ACM, reference for the Physical Symbol System Hypothesis (PSSH)**. Vol. 19, n.º 3, Mar, 1976.
- PASSARELLI, B. **Multimídia para a Educação – Novos Rumos para o Conhecimento. Educación Interactiva y Educación Superior: Experiencias Internacionales**. Montevideo – Uruguai. 1999. Disponível na Internet. <http://informatica.unesco.org.uy/TALLER/passarelli.html> em 16 mai, 2002.
- PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Lisboa: Editora Fundo de Cultura S.A., 1967.
- PINKER, S. **Como a Mente Funciona**. São Paulo: Companhia das Letras, 2 ed., 1999.
- RABUSKE, R. A. **Inteligência Artificial**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995.
- RAMOS, E. F. **Análise ergonômica do sistema hiperNet buscando o aprendizado da cooperação e da autonomia**. Tese de Doutorado. Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1996.
- ROISENBERG, M. **Emergência da Inteligência em Agentes Autônomos através de Modelos Inspirados na Natureza**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Elétrica, Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica – UFSC, 1998.
- ROISENBERG, M. Apostila da disciplina **INE6102–Inteligência Artificial** em 2000.1, no Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFSC, 2000a. Disponível na Internet em <http://www.inf.ufsc.br/~mauro/ine6102/slide/aula2/sld001.htm> em 21 jul. 2002.
- ROISENBERG, M. Apostila da disciplina **INE6103 – Redes Neurais** em 2000.2, no Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFSC, 2000b. Disponível na Internet em <http://www.inf.ufsc.br/~mauro/ine6103/slide/cursoredesneurais/sld001.htm> em 21 jul 2002.
- RUSSEL, S., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A modern approach**. Prentice Hall, 1995.
- SABBATINI, R. M. E. **Frenologia: A História da Localização Cerebral. Cérebro e Mente: Revista Eletrônica de Divulgação Científica em Neurociência**, Campinas

- Brasil, n. 1., 1997. Disponível na Internet em http://www.epub.org.br/cm/n01/frenolog/frenologia_port.htm em 25 abr. 2002.

SHANK, R. C. **The Cognitive Computer: on language, learning and artificial intelligence**. Massachussets: Addison Wesley, 1984.

SHELLEY, Mary. **Frankenstein ou o Moderno Prometeu**. Tradução de Éverton Ralph. São Paulo: Publifolha, 1998.

SIMON, H. A., NEWELL, A. Information processing in computer and man. **American Scientist**, 52, 281-300, 1964.

STERNBERG, R. J. **Intelligence, Information Processing, and Analogical Reasoning**. New Jersey: Erlbaum, 1977.

STERNBERG, R. J. **As Capacidades Intelectuais Humanas: uma abordagem em processamento de informações**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

STERNBERG, R. J. **Beyond IQ**. New York: Cambridge University Press, 1985.

THURSTONE, L. **Primary Mental Abilities**. Chicago: Chicago Univ. Press, 1938.

TURING, A. M. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**. 59, 433-460, 1950.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

WISNER, A. **Le diagnostic en ergonomie ou le choix des modeles operantes en situation reelle de travail**; Paris: Misitere de L'education Nationale, 1972.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**. Vol. 8., 1965, P. 338-353.

ANEXO 1 – Regras do Módulo de ILA

MB = Muito Baixo B = Baixo M = Médio A = Alto MA = Muito Alto

GI = Grau de Interação

IAR = Influência do Acesso na Resposta

IOA = Importância da Ordem de Apresentação

1. If (GI is MB) and (IAR is MB) and (IOA is MB) then (ILA is MB) (1)
2. If (GI is MB) and (IAR is MB) and (IOA is B) then (ILA is MB) (1)
3. If (GI is MB) and (IAR is MB) and (IOA is M) then (ILA is B) (1)
4. If (GI is MB) and (IAR is MB) and (IOA is A) then (ILA is B) (1)
5. If (GI is MB) and (IAR is MB) and (IOA is MA) then (ILA is B) (1)
6. If (GI is MB) and (IAR is B) and (IOA is MB) then (ILA is MB) (1)
7. If (GI is MB) and (IAR is B) and (IOA is not MB) then (ILA is B) (1)
8. If (GI is MB) and (IAR is M) and (IOA is not MA) then (ILA is B) (1)
9. If (GI is MB) and (IAR is M) and (IOA is MA) then (ILA is M) (1)
10. If (GI is MB) and (IAR is A) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
11. If (GI is MB) and (IAR is A) and (IOA is B) then (ILA is B) (1)
12. If (GI is MB) and (IAR is A) and (IOA is M) then (ILA is B) (1)
13. If (GI is MB) and (IAR is A) and (IOA is A) then (ILA is M) (1)
14. If (GI is MB) and (IAR is A) and (IOA is MA) then (ILA is M) (1)
15. If (GI is MB) and (IAR is MA) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
16. If (GI is MB) and (IAR is MA) and (IOA is not MB) then (ILA is M) (1)
17. If (GI is B) and (IAR is MB) and (IOA is MB) then (ILA is MB) (1)
18. If (GI is B) and (IAR is MB) and (IOA is B) then (ILA is B) (1)
19. If (GI is B) and (IAR is MB) and (IOA is M) then (ILA is B) (1)
20. If (GI is B) and (IAR is MB) and (IOA is A) then (ILA is B) (1)
21. If (GI is B) and (IAR is MB) and (IOA is MA) then (ILA is M) (1)
22. If (GI is B) and (IAR is B) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
23. If (GI is B) and (IAR is B) and (IOA is B) then (ILA is B) (1)
24. If (GI is B) and (IAR is B) and (IOA is M) then (ILA is B) (1)
25. If (GI is B) and (IAR is B) and (IOA is A) then (ILA is M) (1)
26. If (GI is B) and (IAR is B) and (IOA is MA) then (ILA is M) (1)
27. If (GI is B) and (IAR is M) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
28. If (GI is B) and (IAR is M) and (IOA is B) then (ILA is B) (1)
29. If (GI is B) and (IAR is M) and (IOA is M) then (ILA is M) (1)
30. If (GI is B) and (IAR is M) and (IOA is A) then (ILA is M) (1)
31. If (GI is B) and (IAR is M) and (IOA is MA) then (ILA is M) (1)
32. If (GI is B) and (IAR is A) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
33. If (GI is B) and (IAR is A) and (IOA is not MB) then (ILA is M) (1)
34. If (GI is B) and (IAR is MA) and (IOA is not MA) then (ILA is M) (1)
35. If (GI is B) and (IAR is MA) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
36. If (GI is M) and (IAR is MB) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
37. If (GI is M) and (IAR is MB) and (IOA is B) then (ILA is B) (1)
38. If (GI is M) and (IAR is MB) and (IOA is M) then (ILA is B) (1)
39. If (GI is M) and (IAR is MB) and (IOA is A) then (ILA is M) (1)
40. If (GI is M) and (IAR is MB) and (IOA is MA) then (ILA is M) (1)
41. If (GI is M) and (IAR is B) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
42. If (GI is M) and (IAR is B) and (IOA is not MB) then (ILA is M) (1)
43. If (GI is M) and (IAR is M) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
44. If (GI is M) and (IAR is M) and (IOA is B) then (ILA is M) (1)
45. If (GI is M) and (IAR is M) and (IOA is M) then (ILA is M) (1)
46. If (GI is M) and (IAR is M) and (IOA is A) then (ILA is M) (1)
47. If (GI is M) and (IAR is M) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
48. If (GI is M) and (IAR is A) and (IOA is not MA) then (ILA is M) (1)
49. If (GI is M) and (IAR is A) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)

50. If (GI is M) and (IAR is MA) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
51. If (GI is M) and (IAR is MA) and (IOA is B) then (ILA is M) (1)
52. If (GI is M) and (IAR is MA) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)
53. If (GI is M) and (IAR is MA) and (IOA is A) then (ILA is A) (1)
54. If (GI is M) and (IAR is MA) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
55. If (GI is A) and (IAR is MB) and (IOA is MB) then (ILA is B) (1)
56. If (GI is A) and (IAR is MB) and (IOA is not MB) then (ILA is M) (1)
57. If (GI is A) and (IAR is B) and (IOA is not MA) then (ILA is M) (1)
58. If (GI is A) and (IAR is B) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
59. If (GI is A) and (IAR is M) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
60. If (GI is A) and (IAR is M) and (IOA is B) then (ILA is M) (1)
61. If (GI is A) and (IAR is M) and (IOA is M) then (ILA is M) (1)
62. If (GI is A) and (IAR is M) and (IOA is A) then (ILA is A) (1)
63. If (GI is A) and (IAR is M) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
64. If (GI is A) and (IAR is A) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
65. If (GI is A) and (IAR is A) and (IOA is B) then (ILA is M) (1)
66. If (GI is A) and (IAR is A) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)
67. If (GI is A) and (IAR is A) and (IOA is A) then (ILA is A) (1)
68. If (GI is A) and (IAR is A) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
69. If (GI is A) and (IAR is MA) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
70. If (GI is A) and (IAR is MA) and (IOA is B) then (ILA is A) (1)
71. If (GI is A) and (IAR is MA) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)
72. If (GI is A) and (IAR is MA) and (IOA is A) then (ILA is A) (1)
73. If (GI is A) and (IAR is MA) and (IOA is MA) then (ILA is MA) (1)
74. If (GI is MA) and (IAR is MB) and (IOA is not MA) then (ILA is M) (1)
75. If (GI is MA) and (IAR is MB) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
76. If (GI is MA) and (IAR is B) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
77. If (GI is MA) and (IAR is B) and (IOA is B) then (ILA is M) (1)
78. If (GI is MA) and (IAR is B) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)
79. If (GI is MA) and (IAR is B) and (IOA is A) then (ILA is A) (1)
80. If (GI is MA) and (IAR is B) and (IOA is MA) then (ILA is A) (1)
81. If (GI is MA) and (IAR is M) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
82. If (GI is MA) and (IAR is M) and (IOA is not MB) then (ILA is A) (1)
83. If (GI is MA) and (IAR is A) and (IOA is MB) then (ILA is M) (1)
84. If (GI is MA) and (IAR is A) and (IOA is B) then (ILA is A) (1)
85. If (GI is MA) and (IAR is A) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)
86. If (GI is MA) and (IAR is A) and (IOA is A) then (ILA is A) (1)
87. If (GI is MA) and (IAR is A) and (IOA is MA) then (ILA is MA) (1)
88. If (GI is MA) and (IAR is MA) and (IOA is MB) then (ILA is A) (1)
89. If (GI is MA) and (IAR is MA) and (IOA is B) then (ILA is A) (1)
90. If (GI is MA) and (IAR is MA) and (IOA is M) then (ILA is A) (1)
91. If (GI is MA) and (IAR is MA) and (IOA is A) then (ILA is MA) (1)
92. If (GI is MA) and (IAR is MA) and (IOA is MA) then (ILA is MA) (1)

ANEXO 2 – Regras do Módulo de IMA

MB = Muito Baixo B = Baixo M = Médio A = Alto MA = Muito Alto
 MP = Muito Pequeno P = Pequeno M = Médio G = Grande MG = Muito Grande
 DP = Descoberta de Padrões
 TAM = Tamanho da Base
 COMP = Completude da Base
 REX = Regras Explícitas
 VAR = Variabilidade da Base
 GVAR = Grau de Variabilidade da Base

1. If (VAR is FIXA) or (REX is SIM) then (IMA is MB) (1)
2. If (DP is MB) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is MB) then (IMA is MB) (1)
3. If (DP is MB) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is not MB) then (IMA is B) (1)
4. If (DP is MB) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
5. If (DP is MB) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is not MB) then (IMA is M) (1)
6. If (DP is MB) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is MB) then (IMA is MB) (1)
7. If (DP is MB) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is M) then (IMA is B) (1)
8. If (DP is MB) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is A) then (IMA is B) (1)
9. If (DP is MB) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
10. If (DP is MB) and (TAM is P) and (GVAR is B) then (IMA is B) (1)
11. If (DP is MB) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is M) then (IMA is M) (1)
12. If (DP is MB) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is A) then (IMA is M) (1)
13. If (DP is MB) and (TAM is P) and (GVAR is MA) then (IMA is M) (1)
14. If (DP is MB) and (TAM is M) and (COMP is SIM) and (GVAR is not MA) then (IMA is B) (1)
15. If (DP is MB) and (TAM is M) and (GVAR is MA) then (IMA is M) (1)
16. If (DP is MB) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
17. If (DP is MB) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is B) then (IMA is B) (1)
18. If (DP is MB) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is M) then (IMA is B) (1)
19. If (DP is MB) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is A) then (IMA is M) (1)
20. If (DP is MB) and (TAM is G) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
21. If (DP is MB) and (TAM is G) and (GVAR is B) then (IMA is B) (1)
22. If (DP is MB) and (TAM is G) and (GVAR is M) then (IMA is B) (1)
23. If (DP is MB) and (TAM is G) and (GVAR is A) then (IMA is M) (1)
24. If (DP is MB) and (TAM is G) and (GVAR is MA) then (IMA is M) (1)
25. If (DP is MB) and (TAM is MG) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
26. If (DP is MB) and (TAM is MG) and (GVAR is B) then (IMA is B) (1)
27. If (DP is MB) and (TAM is MG) and (GVAR is M) then (IMA is M) (1)
28. If (DP is MB) and (TAM is MG) and (GVAR is A) then (IMA is M) (1)
29. If (DP is MB) and (TAM is MG) and (GVAR is MA) then (IMA is M) (1)
30. If (DP is B) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is not MA) then (IMA is B) (1)
31. If (DP is B) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is MA) then (IMA is M) (1)
32. If (DP is B) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is not MA) then (IMA is M) (1)
33. If (DP is B) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MA) then (IMA is A) (1)
34. If (DP is B) and (TAM is P) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
35. If (DP is B) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is B) then (IMA is B) (1)
36. If (DP is B) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is M) then (IMA is B) (1)
37. If (DP is B) and (TAM is P) and (GVAR is A) then (IMA is M) (1)
38. If (DP is B) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is MA) then (IMA is M) (1)
39. If (DP is B) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is B) then (IMA is M) (1)
40. If (DP is B) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is M) then (IMA is M) (1)
41. If (DP is B) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MA) then (IMA is A) (1)
42. If (DP is B) and (TAM is M) and (GVAR is MB) then (IMA is B) (1)
43. If (DP is B) and (TAM is M) and (COMP is SIM) and (GVAR is B) then (IMA is B) (1)
44. If (DP is B) and (TAM is M) and (COMP is SIM) and (GVAR is M) then (IMA is M) (1)

103. If (DP is A) and (TAM is M) and (GVAR is MA) then (IMA is A) (1)
104. If (DP is A) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is M) then (IMA is A) (1)
105. If (DP is A) and (TAM is G) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
106. If (DP is A) and (TAM is G) and (GVAR is B) then (IMA is M) (1)
107. If (DP is A) and (TAM is G) and (GVAR is M) then (IMA is A) (1)
108. If (DP is A) and (TAM is G) and (GVAR is A) then (IMA is A) (1)
109. If (DP is A) and (TAM is G) and (GVAR is MA) then (IMA is A) (1)
110. If (DP is A) and (TAM is MG) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
111. If (DP is A) and (TAM is MG) and (GVAR is not MB) then (IMA is A) (1)
112. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
113. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is B) then (IMA is M) (1)
114. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is M) then (IMA is M) (1)
115. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is A) then (IMA is A) (1)
116. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is SIM) and (GVAR is MA) then (IMA is A) (1)
117. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MB) then (IMA is A) (1)
118. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is B) then (IMA is A) (1)
119. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is M) then (IMA is A) (1)
120. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is A) then (IMA is MA) (1)
121. If (DP is MA) and (TAM is MP) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MA) then (IMA is MA) (1)
122. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
123. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is B) then (IMA is M) (1)
124. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is M) then (IMA is A) (1)
125. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is A) then (IMA is A) (1)
126. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is SIM) and (GVAR is MA) then (IMA is A) (1)
127. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is not MA) then (IMA is A) (1)
128. If (DP is MA) and (TAM is P) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MA) then (IMA is MA) (1)
129. If (DP is MA) and (TAM is M) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
130. If (DP is MA) and (TAM is M) and (COMP is SIM) and (GVAR is not MB) then (IMA is A) (1)
131. If (DP is MA) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is B) then (IMA is A) (1)
132. If (DP is MA) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is M) then (IMA is A) (1)
133. If (DP is MA) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is A) then (IMA is A) (1)
134. If (DP is MA) and (TAM is M) and (COMP is NÃO) and (GVAR is MA) then (IMA is MA) (1)
135. If (DP is MA) and (TAM is G) and (GVAR is MB) then (IMA is M) (1)
136. If (DP is MA) and (TAM is G) and (GVAR is B) then (IMA is A) (1)
137. If (DP is MA) and (TAM is G) and (GVAR is M) then (IMA is A) (1)
138. If (DP is MA) and (TAM is G) and (GVAR is A) then (IMA is A) (1)
139. If (DP is MA) and (TAM is G) and (GVAR is MA) then (IMA is MA) (1)
140. If (DP is MA) and (TAM is MG) and (GVAR is not MA) then (IMA is A) (1)
141. If (DP is MA) and (TAM is MG) and (GVAR is MA) then (IMA is MA) (1)

ANEXO 3 – Regras do Módulo de ILMA

MB = Muito Baixo B = Baixo M = Médio A = Alto MA = Muito Alto

OP = Ordem dos Parâmetros

GIN = Grau de Incerteza

GIM = Grau de Imprecisão

TEX = Tratamento de Exceções

PEX = Possibilidade de surgirem Exceções

1. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is MB) (1)
2. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is MB) (1)
3. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is MB) (1)
4. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is B) (1)
5. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is B) (1)
6. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is B) (1)
7. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is B) then (ILMA is B) (1)
8. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
9. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is B) (1)
10. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
11. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
12. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
13. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
14. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is B) (1)
15. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
16. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
17. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
18. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
19. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
20. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
21. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
22. If (OP is NÃO) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
23. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is MB) then (ILMA is B) (1)
24. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
25. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
26. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
27. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is B) (1)

28. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
29. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
30. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
31. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
32. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
33. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
34. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
35. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
36. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
37. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
38. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is not MB) then (ILMA is M) (1)
39. If (OP is NÃO) and (GIN is B) and (GIM is MA) then (ILMA is M) (1)
40. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
41. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is B) (1)
42. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
43. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
44. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
45. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
46. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
47. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
48. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
49. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
50. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
51. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is not MB) then (ILMA is M) (1)
52. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is A) then (ILMA is M) (1)
53. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
54. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
55. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
56. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
57. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
58. If (OP is NÃO) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
59. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
60. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)

61. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
62. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is B) (1)
63. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
64. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
65. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is B) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
66. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
67. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is not MB) then (ILMA is M) (1)
68. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is M) then (ILMA is M) (1)
69. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
70. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is M) (1)
71. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
72. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
73. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
74. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
75. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
76. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
77. If (OP is NÃO) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
78. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
79. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
80. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
81. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
82. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
83. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
84. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is B) then (ILMA is M) (1)
85. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
86. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is M) (1)
87. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
88. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
89. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
90. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
91. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
92. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
93. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)

94. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
95. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
96. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
97. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
98. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
99. If (OP is NÃO) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
100. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is B) (1)
101. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is B) (1)
102. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is B) (1)
103. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
104. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is M) (1)
105. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is M) (1)
106. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is B) then (ILMA is M) (1)
107. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
108. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is M) (1)
109. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
110. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
111. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
112. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
113. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
114. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
115. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
116. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
117. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
118. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
119. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
120. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
121. If (OP is SIM) and (GIN is MB) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
122. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is MB) then (ILMA is M) (1)
123. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
124. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
125. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
126. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)

127. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
128. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
129. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
130. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
131. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
132. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
133. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
134. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
135. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
136. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
137. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is not MB) then (ILMA is A) (1)
138. If (OP is SIM) and (GIN is B) and (GIM is MA) then (ILMA is A) (1)
139. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
140. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is M) (1)
141. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
142. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
143. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
144. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
145. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
146. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
147. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
148. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
149. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
150. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is not MB) then (ILMA is A) (1)
151. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is A) then (ILMA is A) (1)
152. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is A) (1)
153. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is A) (1)
154. If (OP is SIM) and (GIN is M) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is MA) (1)
155. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
156. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
157. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
158. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is M) (1)
159. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)

160. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
161. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is B) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
162. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
163. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is B) and (TEX is SIM) and (PEX is not MB) then (ILMA is A) (1)
164. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is M) then (ILMA is A) (1)
165. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is A) (1)
166. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is A) (1)
167. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is MA) (1)
168. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is A) (1)
169. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is A) (1)
170. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is A) (1)
171. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
172. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is MA) (1)
173. If (OP is SIM) and (GIN is A) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is MA) (1)
174. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is NÃO) then (ILMA is M) (1)
175. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is M) (1)
176. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is M) (1)
177. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
178. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is A) (1)
179. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MB) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is A) (1)
180. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is B) then (ILMA is A) (1)
181. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is M) and (TEX is NÃO) then (ILMA is A) (1)
182. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is not MA) then (ILMA is A) (1)
183. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is M) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is MA) (1)
184. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is NÃO) then (ILMA is A) (1)
185. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is A) (1)
186. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is A) (1)
187. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then (ILMA is A) (1)
188. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then (ILMA is MA) (1)
189. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is A) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then (ILMA is MA) (1)
190. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is NÃO) then (ILMA is A) (1)
191. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MB) then (ILMA is A) (1)
192. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is B) then (ILMA is A) (1)

193. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is M) then
(ILMA is MA) (1)
194. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is A) then
(ILMA is MA) (1)
195. If (OP is SIM) and (GIN is MA) and (GIM is MA) and (TEX is SIM) and (PEX is MA) then
(ILMA is MA) (1)

ANEXO 4 – Regras do Módulo de IECA

MB = Muito Baixo B = Baixo M = Médio A = Alto MA = Muito Alto

AGF = Agentes Físicos

AAGF = Acurácia dos Agente Físicos

INT = Interação com outras Máquinas

REC = Recursos Necessários

1. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is MB) (1)
2. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is NÃO) and (REC is B) then (IECA is B) (1)
3. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is NÃO) and (REC is M) then (IECA is B) (1)
4. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is NÃO) and (REC is A) then (IECA is M) (1)
5. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is M) (1)
6. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is B) (1)
7. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is B) (1)
8. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
9. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is SIM) and (REC is A) then (IECA is M) (1)
10. If (AGF is SIM) and (AAGF is MB) and (INT is SIM) and (REC is MA) then (IECA is A) (1)
11. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is B) (1)
12. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is NÃO) and (REC is B) then (IECA is B) (1)
13. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is NÃO) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
14. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is NÃO) and (REC is A) then (IECA is M) (1)
15. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is M) (1)
16. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is B) (1)
17. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
18. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
19. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is SIM) and (REC is A) then (IECA is M) (1)
20. If (AGF is SIM) and (AAGF is B) and (INT is SIM) and (REC is MA) then (IECA is A) (1)
21. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is B) (1)
22. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is NÃO) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
23. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is NÃO) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
24. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is NÃO) and (REC is A) then (IECA is M) (1)
25. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is A) (1)
26. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is M) (1)
27. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
28. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
29. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is SIM) and (REC is A) then (IECA is A) (1)
30. If (AGF is SIM) and (AAGF is M) and (INT is SIM) and (REC is MA) then (IECA is A) (1)
31. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is M) (1)
32. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is NÃO) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
33. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is NÃO) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
34. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is NÃO) and (REC is A) then (IECA is A) (1)
35. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is A) (1)
36. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is M) (1)
37. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
38. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is A) (1)
39. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is SIM) and (REC is A) then (IECA is A) (1)
40. If (AGF is SIM) and (AAGF is A) and (INT is SIM) and (REC is MA) then (IECA is MA) (1)
41. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is M) (1)
42. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is NÃO) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
43. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is NÃO) and (REC is M) then (IECA is A) (1)
44. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is NÃO) and (REC is A) then (IECA is A) (1)
45. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is MA) (1)
46. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is M) (1)
47. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is A) (1)
48. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is A) (1)

49. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is SIM) and (REC is A) then (IECA is MA) (1)
50. If (AGF is SIM) and (AAGF is MA) and (INT is SIM) and (REC is MA) then (IECA is MA) (1)
51. If (INT is NÃO) and (REC is MB) then (IECA is MB) (1)
52. If (INT is NÃO) and (REC is B) then (IECA is B) (1)
53. If (INT is NÃO) and (REC is M) then (IECA is M) (1)
54. If (INT is NÃO) and (REC is A) then (IECA is A) (1)
55. If (INT is NÃO) and (REC is MA) then (IECA is MA) (1)
56. If (INT is SIM) and (REC is MB) then (IECA is B) (1)
57. If (INT is SIM) and (REC is B) then (IECA is M) (1)
58. If (INT is SIM) and (REC is M) then (IECA is A) (1)
59. If (INT is SIM) and (REC is A) then (IECA is A) (1)
60. If (INT is SIM) and (REC is MA) then (IECA is MA) (1)

ANEXO 5 – Regras do Módulo de IlaPA

MB = Muito Baixo B = Baixo M = Médio A = Alto MA = Muito Alto

CONF = Conflitantes

MBU = Mecanismo de Busca

BE = Busca Eficaz BO = Busca Ótima

NO = Número de Objetivos

RC = Regras Completas

1. If (MBU is NÃO) and (NO is NÃO) then (IlaPA is MB) (1)
2. If (MBU is NÃO) and (NO is SIM) and (RC is SIM) then (IlaPA is B) (1)
3. If (MBU is NÃO) and (NO is SIM) and (RC is NÃO) then (IlaPA is M) (1)
4. If (MBU is NÃO) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IlaPA is B) (1)
5. If (MBU is NÃO) and (NO is CONF) and (RC is NÃO) then (IlaPA is M) (1)
6. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is NÃO) and (NO is NÃO) and (RC is SIM) then (IlaPA is MB) (1)
7. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is NÃO) and (NO is NÃO) and (RC is NÃO) then (IlaPA is B) (1)
8. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is NÃO) and (NO is SIM) then (IlaPA is M) (1)
9. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is NÃO) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IlaPA is M) (1)
10. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is NÃO) and (NO is CONF) and (RC is NÃO) then (IlaPA is A) (1)
11. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is NÃO) and (RC is SIM) then (IlaPA is B) (1)
12. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is NÃO) and (RC is NÃO) then (IlaPA is M) (1)
13. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is SIM) and (RC is SIM) then (IlaPA is M) (1)
14. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is SIM) and (RC is NÃO) then (IlaPA is A) (1)
15. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IlaPA is M) (1)
16. If (MBU is SIM) and (BE is NÃO) and (BO is SIM) and (NO is CONF) and (RC is NÃO) then (IlaPA is A) (1)
17. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is NÃO) and (NO is NÃO) and (RC is SIM) then (IlaPA is B) (1)
18. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is NÃO) and (NO is NÃO) and (RC is NÃO) then (IlaPA is M) (1)
19. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is NÃO) and (NO is SIM) and (RC is SIM) then (IlaPA is M) (1)
20. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is NÃO) and (NO is SIM) and (RC is NÃO) then (IlaPA is A) (1)
21. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is NÃO) and (NO is CONF) then (IlaPA is A) (1)
22. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is NÃO) and (RC is SIM) then (IlaPA is M) (1)
23. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is NÃO) and (RC is NÃO) then (IlaPA is A) (1)
24. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is SIM) and (RC is SIM) then (IlaPA is A) (1)
25. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is SIM) and (RC is NÃO) then (IlaPA is MA) (1)
26. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is CONF) and (RC is SIM) then (IlaPA is A) (1)
27. If (MBU is SIM) and (BE is SIM) and (BO is SIM) and (NO is CONF) and (RC is NÃO) then (IlaPA is MA) (1)

ANEXO 6 – Regras do Módulo de IlePA

MB = Muito Baixo B = Baixo M = Médio A = Alto MA = Muito Alto
 MFRA = Muito Fraca FRA = Fraca MED = Médio FOR = Forte MFOR = Muito Forte
 IME = Informações sobre o Meio Externo
 MPR = Meio passível de Representação
 CR = Casos Representativos
 PEX = Possibilidade de surgirem Exceções

1. If (IME is NÃO) then (IlePA is MB) (1)
2. If (IME is SIM) then (IlePA is MA) (1)
3. If (MPR is MFRA) and (CR is MB) and (PEX is MB) then (IlePA is A) (1)
4. If (MPR is MFRA) and (CR is MB) and (PEX is B) then (IlePA is A) (1)
5. If (MPR is MFRA) and (CR is MB) and (PEX is M) then (IlePA is MA) (1)
6. If (MPR is MFRA) and (CR is MB) and (PEX is A) then (IlePA is MA) (1)
7. If (MPR is MFRA) and (CR is MB) and (PEX is MA) then (IlePA is MA) (1)
8. If (MPR is MFRA) and (CR is B) and (PEX is MB) then (IlePA is A) (1)
9. If (MPR is MFRA) and (CR is B) and (PEX is B) then (IlePA is A) (1)
10. If (MPR is MFRA) and (CR is B) and (PEX is M) then (IlePA is A) (1)
11. If (MPR is MFRA) and (CR is B) and (PEX is A) then (IlePA is MA) (1)
12. If (MPR is MFRA) and (CR is B) and (PEX is MA) then (IlePA is MA) (1)
13. If (MPR is MFRA) and (CR is M) and (PEX is not MA) then (IlePA is A) (1)
14. If (MPR is MFRA) and (CR is M) and (PEX is MA) then (IlePA is MA) (1)
15. If (MPR is MFRA) and (CR is A) and (PEX is MB) then (IlePA is M) (1)
16. If (MPR is MFRA) and (CR is A) and (PEX is B) then (IlePA is M) (1)
17. If (MPR is MFRA) and (CR is A) and (PEX is M) then (IlePA is M) (1)
18. If (MPR is MFRA) and (CR is A) and (PEX is A) then (IlePA is A) (1)
19. If (MPR is MFRA) and (CR is A) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
20. If (MPR is MFRA) and (CR is MA) then (IlePA is M) (1)
21. If (MPR is FRA) and (CR is MB) and (PEX is MB) then (IlePA is A) (1)
22. If (MPR is FRA) and (CR is MB) and (PEX is B) then (IlePA is A) (1)
23. If (MPR is FRA) and (CR is MB) and (PEX is M) then (IlePA is A) (1)
24. If (MPR is FRA) and (CR is MB) and (PEX is A) then (IlePA is MA) (1)
25. If (MPR is FRA) and (CR is MB) and (PEX is MA) then (IlePA is MA) (1)
26. If (MPR is FRA) and (CR is B) and (PEX is not MA) then (IlePA is A) (1)
27. If (MPR is FRA) and (CR is B) and (PEX is MA) then (IlePA is MA) (1)
28. If (MPR is FRA) and (CR is M) then (IlePA is A) (1)
29. If (MPR is FRA) and (CR is A) and (PEX is not MA) then (IlePA is M) (1)
30. If (MPR is FRA) and (CR is A) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
31. If (MPR is FRA) and (CR is MA) and (PEX is MB) then (IlePA is B) (1)
32. If (MPR is FRA) and (CR is MA) and (PEX is not MB) then (IlePA is M) (1)
33. If (MPR is MED) and (CR is MB) then (IlePA is A) (1)
34. If (MPR is MED) and (CR is B) and (PEX is MB) then (IlePA is M) (1)
35. If (MPR is MED) and (CR is B) and (PEX is not MB) then (IlePA is A) (1)
36. If (MPR is MED) and (CR is M) and (PEX is MB) then (IlePA is M) (1)
37. If (MPR is MED) and (CR is M) and (PEX is B) then (IlePA is M) (1)
38. If (MPR is MED) and (CR is M) and (PEX is M) then (IlePA is A) (1)
39. If (MPR is MED) and (CR is M) and (PEX is A) then (IlePA is A) (1)
40. If (MPR is MED) and (CR is M) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
41. If (MPR is MED) and (CR is A) and (PEX is MB) then (IlePA is B) (1)
42. If (MPR is MED) and (CR is A) and (PEX is not MB) then (IlePA is M) (1)
43. If (MPR is MED) and (CR is MA) and (PEX is MB) then (IlePA is B) (1)
44. If (MPR is MED) and (CR is MA) and (PEX is B) then (IlePA is B) (1)
45. If (MPR is MED) and (CR is MA) and (PEX is M) then (IlePA is B) (1)
46. If (MPR is MED) and (CR is MA) and (PEX is A) then (IlePA is M) (1)
47. If (MPR is MED) and (CR is MA) and (PEX is MA) then (IlePA is M) (1)

48. If (MPR is FOR) and (CR is MB) and (PEX is MB) then (IlePA is M) (1)
49. If (MPR is FOR) and (CR is MB) and (PEX is B) then (IlePA is M) (1)
50. If (MPR is FOR) and (CR is MB) and (PEX is M) then (IlePA is A) (1)
51. If (MPR is FOR) and (CR is MB) and (PEX is A) then (IlePA is A) (1)
52. If (MPR is FOR) and (CR is MB) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
53. If (MPR is FOR) and (CR is B) and (PEX is MB) then (IlePA is M) (1)
54. If (MPR is FOR) and (CR is B) and (PEX is B) then (IlePA is M) (1)
55. If (MPR is FOR) and (CR is B) and (PEX is M) then (IlePA is M) (1)
56. If (MPR is FOR) and (CR is B) and (PEX is A) then (IlePA is A) (1)
57. If (MPR is FOR) and (CR is B) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
58. If (MPR is FOR) and (CR is M) and (PEX is not MA) then (IlePA is M) (1)
59. If (MPR is FOR) and (CR is M) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
60. If (MPR is FOR) and (CR is A) and (PEX is MB) then (IlePA is B) (1)
61. If (MPR is FOR) and (CR is A) and (PEX is B) then (IlePA is B) (1)
62. If (MPR is FOR) and (CR is A) and (PEX is M) then (IlePA is B) (1)
63. If (MPR is FOR) and (CR is A) and (PEX is A) then (IlePA is M) (1)
64. If (MPR is FOR) and (CR is A) and (PEX is MA) then (IlePA is M) (1)
65. If (MPR is FOR) and (CR is MA) then (IlePA is B) (1)
66. If (MPR is MFOR) and (CR is MB) and (PEX is MB) then (IlePA is M) (1)
67. If (MPR is MFOR) and (CR is MB) and (PEX is B) then (IlePA is M) (1)
68. If (MPR is MFOR) and (CR is MB) and (PEX is M) then (IlePA is M) (1)
69. If (MPR is MFOR) and (CR is MB) and (PEX is A) then (IlePA is A) (1)
70. If (MPR is MFOR) and (CR is MB) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
71. If (MPR is MFOR) and (CR is B) and (PEX is not MA) then (IlePA is M) (1)
72. If (MPR is MFOR) and (CR is B) and (PEX is MA) then (IlePA is A) (1)
73. If (MPR is MFOR) and (CR is M) then (IlePA is M) (1)
74. If (MPR is MFOR) and (CR is A) and (PEX is not MA) then (IlePA is B) (1)
75. If (MPR is MFOR) and (CR is A) and (PEX is MA) then (IlePA is M) (1)
76. If (MPR is MFOR) and (CR is MA) and (PEX is MB) then (IlePA is MB) (1)
77. If (MPR is MFOR) and (CR is MA) and (PEX is B) then (IlePA is MB) (1)
78. If (MPR is MFOR) and (CR is MA) and (PEX is M) then (IlePA is MB) (1)
79. If (MPR is MFOR) and (CR is MA) and (PEX is A) then (IlePA is B) (1)
80. If (MPR is MFOR) and (CR is MA) and (PEX is MA) then (IlePA is B) (1)