

Idealizando uma melhor metodologia para medida de bilinguagem

Taura (1996) lembra que pesquisadores como Abundarham (1980, *apud* STOKES & DUNCAN 1989, p. 118), Skehan (1988) e Grosjean (1985, 1989) propõem que a melhor metodologia para se medir bilinguagem seria ver como os bilíngües se desempenham em ambas as línguas em situações reais de comunicação. Lembra ainda, que outros pesquisadores como Canale e Swain (1980) e Bachman (1990, *apud* BAKER 1993, p. 31) sugerem que, uma vez que a competência lingüística é composta de dois subcomponentes: um organizacional (gramatical e textual) e outro pragmático (ilocucionário e sociolingüístico), os indivíduos bilíngües deveriam ser testados a partir da integração dessas habilidades.

Mais adiante, Taura (1996) cita Kessler (1984, *apud* HOFFMANN 1991, p.150) que argumenta que “a aquisição da competência comunicativa em duas línguas tem que levar em consideração a interação entre esses dois sistemas lingüísticos”. Taura conclui essa seção afirmando que “a bilinguagem de um indivíduo bilíngüe está constantemente mudando, dependendo do ambiente no qual ele/ela está⁶ e os resultados obtidos pelos testes formais de medida de bilinguagem representam somente uma tentativa do bilíngüe e sua proficiência parcial em ambas as línguas” (Taura, 1996).

Assim, uma vez que o indivíduo bilíngüe é mais que a soma de dois monolíngües, a especificidade bilíngüe tem que ser incluída na metodologia ou procedimento para se medir essa bilinguagem. Além disso, essas metodologias

⁶ É interessante notar que Saverda & Heye (1993) e Saverda (1994) já defendiam este ponto de vista sobre a bilinguagem.

devem explorar tanto a competência lingüística quanto a competência comunicativa.

4.1

A proposta do uso da *Lógica Fuzzy*

Considerando que o comportamento bilíngüe não pode ser descrito como um aspecto universalista ou essencialista do indivíduo bilíngüe, os conhecimentos objetivos de estatística ou de probabilidade e as metodologias formais de coletas de dados, por exemplo, não contemplam os aspectos subjetivos e contextuais de manifestações bilíngües. A ortodoxia e inflexibilidade das metodologias disponíveis não conseguem apreender a fluidez de um conceito como bilingüidade.

Bilingüidade e bilingüismo são conceitos multidimensionais e é por contemplar essa característica que proponho a *Lógica Fuzzy* como uma possível alternativa para a avaliação numérica/quantificação da bilingüidade. Trata-se de um mapeamento não linear de “dados” ou “perfis” que compreendem valores numéricos e conhecimento lingüístico, através de uma reflexão crítica, valorizando os aspectos subjetivos.

Na *Lógica Fuzzy*, as percepções individuais e as experiências culturais do observador são levadas em consideração quando o pesquisador tenta definir o que constitui o fenômeno observado. A verdade de qualquer afirmação se torna uma questão de gradação.

A *Lógica Fuzzy* é um aspecto da Inteligência Artificial, que envolve ainda os Sistemas Especialistas (ou ES-expert systems), Rede Neural Artificial (ou ANN-artificial neural network) e Algoritmos Genéticos (ou GA-genetic algorithm). Dentre as características de alguns programas de Inteligência Artificial estão as capacidades de “aprender”, se “auto-organizar” e se “auto-adaptar”.

A pergunta inicial poderia ser: Como a *Lógica Fuzzy* pode dar conta de “medir” bilingüidade? Para responder a essa pergunta, pode-se pensar em outra: Por que outras ferramentas estatísticas ou métodos numéricos não conseguem medir bilingüidade? A resposta a essa última pergunta já é conhecida: porque

como bilingüidade “diz respeito aos diferentes estágios distintos de bilingüismo, pelos quais os indivíduos, portadores da condição de bilíngüe, passam na sua trajetória de vida” (Savedra 1994), esse conceito por si só já é bastante fluido e variável para que seja “capturado” ou fixado numericamente pela estatística ou por conceitos matemáticos tradicionais.

Tanscheit (2003), quando apresenta a Lógica *Fuzzy*, lembra que “os seres humanos são capazes de lidar com processos bastante complexos, baseados em informações imprecisas ou aproximadas. A estratégia adotada pelos operadores humanos é também de natureza imprecisa e geralmente possível de ser expressa em termos lingüísticos”. Para então apresentar a teoria de conjuntos *fuzzy* e a *Lógica Fuzzy* da seguinte maneira:

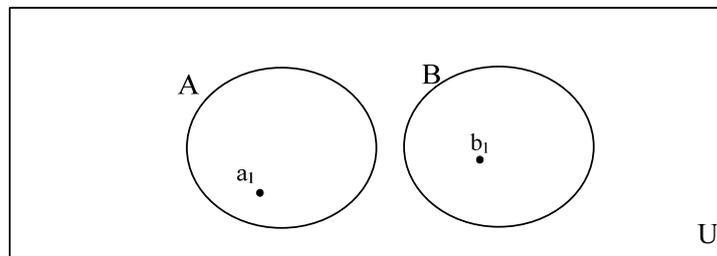
A Teoria de Conjuntos Fuzzy e os Conceitos de Lógica Fuzzy podem ser utilizados para traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa expressa por um conjunto de regras lingüísticas. Se um operador humano for capaz de articular sua estratégia de ação como um conjunto de regras da forma *se ... então*, um algoritmo passível de ser implementado em computador pode ser construído. O resultado é um sistema de inferência baseado em regras, no qual a Teoria de Conjuntos Fuzzy e Lógica Fuzzy fornecem o ferramental matemático para se lidar com as tais regras lingüísticas. (p. 2)

No software MATLAB[®], que será usado no Capítulo 6 para a análise da bilingüidade de dois indivíduos, encontra-se uma explicação bastante didática sobre conjuntos *fuzzy*. Se pensarmos no conjunto “Dias da Semana”, pode-se dizer com segurança e com cem por cento de certeza que sexta-feira pertence a esse conjunto – Dias da Semana={2^a-feira, 3^a-feira, 4^a-feira, 5^a-feira, 6^a-feira, sábado, domingo}. Mas e se considerarmos o conjuntos “Dias do Fim de Semana”? Pode-se incluir a sexta-feira? Ou deve-se esperar pelas doze badaladas da meia-noite de sexta-feira (24h00min00seg)?

Para muitos de nós o fim de semana só começa mesmo na manhã de sábado. Para outros, a noite de sexta-feira pode pertencer ao conjunto “Dias do Fim de Semana”. O que o texto guia de instrução do MATLAB[®] explica é “que a sexta-feira está por assim dizer ‘em cima do muro’. Mas a teoria clássica dos conjuntos não dá conta de explicar essa situação. Ou a sexta-feira pertence ou não pertence ao conjunto “Dias do Fim de Semana”. Todavia o que nossa experiência humana sugere é bem diferente: ‘estar em cima do muro’ é uma parte da vida.” (MATLAB[®] versão 7.0.4)

Assim apresento esta proposta do uso da *Lógica Fuzzy* como uma alternativa para estudar as expressões de bilingüidade de indivíduos que cresceram em duas línguas (La,b) – *bilingüismo composto* (WEINREICH, 1953) – ou cresceram em uma língua (La) e juntaram, mais tarde, materiais de uma segunda língua (Lb) – *bilingüismo coordenado* (WEINREICH, 1953).

Ilustrando o que quero apresentar, podemos tomar o bilingüismo em seu aspecto político de “línguas em contato”, e assim diz-se que um indivíduo (a_1) que pertença ao conjunto A de falantes de La somente, não é bilíngüe. Da mesma forma, um outro indivíduo (b_1) que pertença ao conjunto B, de falantes de Lb, também não é bilíngüe. A Fig. 1 mostra uma tentativa de representação visual desses dois conjuntos, com os indivíduos a_1 e b_1 , em posições escolhidas aleatoriamente dentro dos conjuntos A e B.



Onde: U = universo dos indivíduos
 A = conjunto dos indivíduos falantes de La
 B = conjunto dos indivíduos falantes de Lb

Fig. 1: Representação visual dos indivíduos monolíngües dos conjuntos A e B.

Tanscheit (2003) explica assim a teoria clássica dos conjuntos:

Na teoria clássica dos conjuntos, o conceito de pertinência de um elemento a um conjunto fica bem definido. Dado um conjunto A em um universo X, os elementos deste universo simplesmente pertencem ou não pertencem àquele conjunto. Isto pode ser expresso pela função característica fA:

$$f A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se e somente se } x \in A \\ 0 & \text{se e somente se } x \notin A \end{cases}$$

Os conjuntos descritos por esta teoria clássica são também chamados *conjuntos crisp*. Um conjunto *crisp* é definido como um subconjunto de um universo qualquer (conjunto universo X), e possui elementos desse universo. Um exemplo é o conjunto universo dos animais: Conjunto Universo={macaco, cachorro, escorpião, abelha, tigre, tubarão, polvo, vespa, papagaio, ...}. Um conjunto *crisp* que é subconjunto do conjunto universo *animais* é, por exemplo, o

conjunto dos insetos: Conjunto dos Insetos={abelha, formiga, libélula, cupim, ...}. Este é um conjunto *crisp*.

O que caracteriza um conjunto *crisp* é o fato de representar uma parcela de um conjunto universo e cujos elementos pertencem ao conjunto crisp com cem por cento de certeza, ou não pertencem. Oliveira & Rezende (sem data) resumem que aos conjuntos *crisp* “a lógica aplicada é baseada na lógica de Aristóteles; tais conjuntos fazem uso da álgebra booleana⁷; e empregam o preceito da dualidade, ou seja, somente admitem valores ‘verdadeiro ou falso’ para uma dada proposição”.

Outra forma de representar graficamente esses elementos a_1 e b_1 , pertencentes aos conjuntos A e B, respectivamente é mostrada na Fig. 2. É usada a letra grega “ μ ” para notação de pertinência. Desse modo, nessa figura os símbolos $\mu_A(x)$ e $\mu_B(x)$ representam as *pertinências* dos indivíduos a_1 e b_1 aos conjuntos A e B, respectivamente, e representando suas *funções de pertinência* tem-se: a_1 pertence 100% ao conjunto A ($\mu_A(x = a_1) = 1,0$) e pertence 0% ao conjunto B ($\mu_B(x = a_1) = 0$).

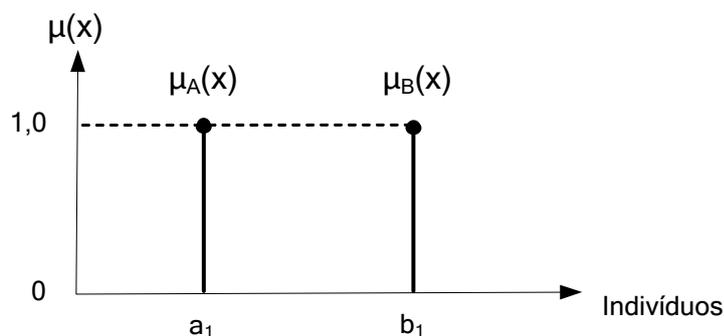


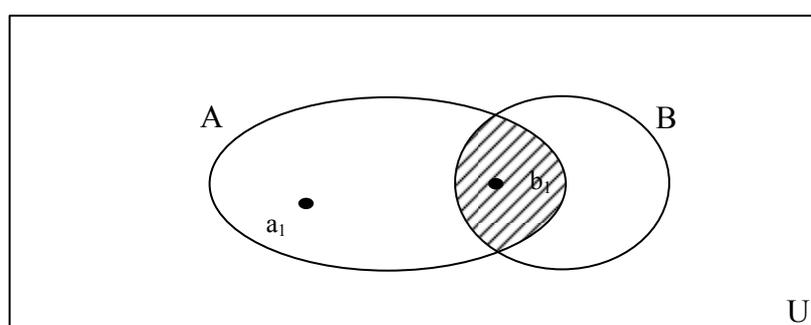
Fig. 2: Representação gráfica dos indivíduos monolíngües dos conjuntos crisp A e B.

Outros indivíduos podem, da mesma forma pertencer aos conjuntos A e B e, pela Teoria de Conjuntos, podem ser assim representados: $A=\{a_1, a_2, a_3, \dots\}$ e $B=\{b_1, b_2, b_3, \dots\}$.

Porém, o conjunto A, por exemplo, pode ter suas fronteiras alteradas quando um ou mais de seus indivíduos adquirem a língua dos falantes do conjunto B: L_b .

⁷ Também conhecida como Álgebra de Boole. Na matemática e na ciência da computação, as **álgebras booleanas** são estruturas algébricas que "capturam a essência" das operações lógicas E, OU e NÃO, bem como das operações da teoria de conjuntos soma, produto e complemento. Ela também é o fundamento da matemática computacional, baseada em números binários. (http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81lgebra_booleana).

Da mesma forma, indivíduos do conjunto B podem adquirir a língua dos indivíduos do conjunto A: La. Quando uma dessas situações acontece, diz-se que se dá uma interseção de A com B, representada matematicamente pela operação: $A \cap B$. A Fig. 3 ilustra a situação em que um indivíduo de B (b_1) adquire La, língua do conjunto A.



Onde: U = universo dos indivíduos
 A = conjunto dos indivíduos falantes de La
 B = conjunto dos indivíduos falantes de Lb

Fig. 3: Representação da interseção dos conjuntos A e B.

Lendo a Fig. 3 pela ótica da Teoria de Conjuntos Ordinários, diz-se que b_1 é bilíngüe e que pertence 100% aos conjuntos A e B, porque pertence à interseção desses dois conjuntos. Ou seja, teoricamente, é falante de La e Lb com a mesma fluência, ou mesmo grau de bilingüidade, qualquer que seja o lugar que ocupa nessa interseção.

O problema está em: será que todo indivíduo que pertencer a essa interseção é da mesma forma bilíngüe? Ou antes, todos teriam o mesmo grau de bilingüidade? Significa que teriam a mesma competência comunicativa nos dois códigos? Pode-se considerar um indivíduo que cresceu em La, foi educado em La, mas já adulto adicionou material lingüístico de Lb e apesar de expressar-se oralmente em Lb, continua a só escrever em La, como um indivíduo bilíngüe? Esse indivíduo é tão bilíngüe quanto um escritor de obras literárias em La e Lb? Um outro indivíduo que, apesar de falar La e Lb, mas não lê nem escreve nessas duas línguas, é da mesma forma bilíngüe? Em igual grau?

A *Lógica Fuzzy*, por coordenar aspectos do conhecimento objetivo e aspectos do conhecimento subjetivo, provê um enorme número de possibilidades para que um fenômeno ocorra, levando a diferentes mapeamentos desse

fenômeno, além de levar em consideração, ou de introduzir “incertezas” nesses mapeamentos. Assim, de acordo com a *Lógica Fuzzy*, um indivíduo pode ser considerado, ao mesmo tempo, bilíngüe e não bilíngüe, dependendo dos aspectos contextuais a serem considerados. Em outras palavras, um indivíduo pode ter uma pertinência total a um conjunto e uma pertinência parcial a outro.

A Fig. 4 mostra, através das diferentes inclinações das *funções de pertinência* triangulares, os diferentes graus de incerteza do mapeamento. A escolha por uma ou outra inclinação será de competência do pesquisador/observador do fenômeno, levando-se em conta sua experiência subjetiva que constitui sua base de conhecimento. Cabe ao pesquisador/observador optar por uma maior ou menor interseção entre os conjuntos.

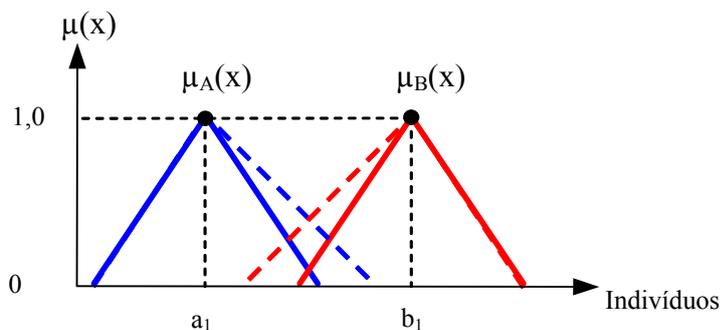


Fig. 4: Representação gráfica dos indivíduos não bilíngües dos conjuntos A e B, mostrando exemplos de possíveis inclinações das funções de pertinência, que podem se interceptar ou não.

Nas palavras de Tanscheit (2003) “Funções de pertinência podem ser definidas a partir da experiência e da perspectiva do usuário, mas é comum fazer-se uso de funções de pertinência padrão, como, por exemplo, as de forma triangular, trapezoidal e Gaussiana. Em aplicações práticas as formas escolhidas inicialmente podem sofrer ajustes em função dos resultados observados” (p.6).

Nas orientações do programa MATLAB[®] lê-se que uma função de pertinência (*membership function – MF*) é uma curva que define como cada ponto de um espaço de entrada (*input space*) é mapeado para um valor de pertinência (ou grau de pertinência) entre 0 e 1. Esta curva é designada, então, pela letra grega μ . A única condição que uma função de pertinência deve satisfazer é, pois, ter que variar entre 0 e 1. A função propriamente pode ser uma curva arbitrária cujo

formato pode ser definido pelo próprio pesquisador/analista com base em sua simplicidade, conveniência, velocidade e eficiência.

A *Fuzzy Logic Toolbox* (MATLAB[®]) oferece onze tipos diferentes de curvas para as funções de pertinência. Essas curvas são construídas a partir de funções básicas tais como: funções lineares, funções de distribuição Gaussiana, curvas sigmóides, quadráticas, polinomiais cúbicas. As funções mais simples são formadas usando linhas retas: são elas as funções triangulares e trapezoidais. No presente trabalho opto por usar essas funções justamente pela vantagem da simplicidade.

Se isso é possível, e a considerar tais aspectos do contexto social em que indivíduos bilíngües expressam suas bilingualidades, pode-se mapeá-los e correlacioná-los numericamente, a partir das diferentes perspectivas dos observadores.

4.2

O que é Lógica Fuzzy?

O trabalho hoje considerado seminal sobre *Lógica Fuzzy* foi escrito por Lotfi Zadeh em 1965. A princípio recebido com ceticismo pela academia, Zadeh é reconhecido atualmente como o pai da *Lógica Fuzzy*. Nesse seu primeiro trabalho, Zadeh afirma que “...o fato é que ... ‘classes’ imprecisamente definidas têm um importante papel no pensamento humano, particularmente nos domínios do reconhecimento, comunicação de informação e abstração.” (Zadeh 1965, *apud* Mendel 1995; tradução minha). Em outro trabalho de 1973, Zadeh se resume “Quanto mais de perto olhamos um problema do mundo real, mais *fuzzier* se torna sua solução.”⁸

Zadeh explica a tecnologia Fuzzy como uma maneira de “computar com palavras”: maior, menor, mais alto que, mais baixo que. Dessa forma, *pequeno* poderia ser multiplicado por *pouco* e somado a *mais frio*. Havendo sempre a

⁸ Aqui também traduzo a citação de Zadeh, mas mantenho o adjetivo *fuzzier* por entender que a falta de consenso da academia quanto ao uso de *nebulosa* ou *difusa* em português pode direcionar meu olhar e o do meu leitor caso optasse por uma das traduções.

possibilidade de algo ou algum valor intermediário, pois segundo Zadeh (1965) “*Everything is a matter of degree*”. O próprio Zadeh propôs que sua teoria se aplicasse primeiramente aos campos em que técnicas analíticas convencionais não fossem eficientes, ou seja, nas áreas fora das assim consideradas “ciências duras”: filosofia, psicologia, lingüística, assim por diante.

Na área das chamadas “ciências exatas” (ou ciências duras) conceitos como os de correlação e de estabilidade são exemplos interessantes de ‘classes’ matematicamente definidas: ambos se explicam entre o existir ($x = 1$) e o não existir ($x = 0$); verdadeiro ($x = 1$) e falso ($x = 0$). Ou um dado sistema é estável ou não é. Ou um dado fenômeno tem uma correlação numérica ou não tem. Pois bem, o que a *Lógica Fuzzy* nos diz é que correlação e estabilidade são conceitos relativos.

Tanscheit (2003) explica assim essa relativização proposta por Zadeh

Zadeh propôs uma caracterização mais ampla, generalizando a função característica de modo que ela pudesse assumir um número infinito de valores no intervalo $[0,1]$. Um conjunto fuzzy A em um universo X é definido por uma função de pertinência $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$, e representado por um conjunto de pares ordenados

$$A = \{\mu_A(x)/x\} \quad x \in X$$

Esse número infinito de valores no intervalo $[0,1]$ pode ser dado por *variáveis lingüísticas*, que são apresentadas por Tanscheit (2003) da seguinte maneira

Uma *variável lingüística* é uma variável cujos valores são nomes de conjuntos fuzzy. Por exemplo, a *temperatura* de um determinado processo pode ser uma variável lingüística assumindo valores *baixa*, *média*, e *alta*. Estes *valores* são descritos por intermédio de conjuntos fuzzy, representados por funções de pertinência.

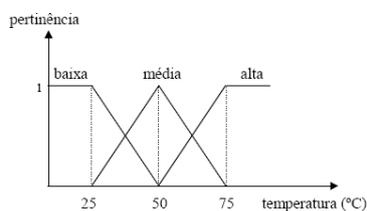


Figura 1 – Funções de pertinência para a variável *temperatura*

Generalizando, os valores de uma variável lingüística podem ser sentenças em uma linguagem especificada, construídas a partir de termos primários (alto, baixo, pequeno, médio, grande, zero, por exemplo), de conectivos lógicos (negação não, conectivos **e** e **ou**), de modificadores (muito, pouco, levemente, extremamente) e de delimitadores (como parênteses). A principal função das variáveis lingüísticas é fornecer uma maneira sistemática para uma caracterização aproximada de fenômenos complexos ou mal definidos. (p.4)

Tanscheit (2003) ainda esclarece que “formalmente, uma variável lingüística é caracterizada por uma quintupla $(N, T(N), X, G, M)$, onde:

N : nome da variável

$T(N)$: conjunto de termos de N , ou seja, o conjunto de nomes dos valores lingüísticos de N

X : universo de discurso

G : regra sintática para gerar os *valores* de N como uma composição de termos de $T(N)$, conectivos lógicos, modificadores e delimitadores

M : regra semântica para associar a cada valor gerado por G um conjunto fuzzy em X

No caso da variável temperatura da Figura 1, ter-se-ia:

N : temperatura

$T(N)$: {baixa, média, alta}

X : de 0 a 100°C (por exemplo)

G : temperatura *não baixa e não muito alta*, por exemplo

M : associa o valor acima a um conjunto fuzzy cuja função de pertinência exprime o seu significado. (pp 4-5)

Por fim, Tanscheit (2003) lembra que diferentes pessoas podem ter noções distintas a respeito de um conceito. Dá como exemplo o conceito “estatura” de uma pessoa: “Um escandinavo provavelmente utilizaria funções de pertinência diferentes daquelas escolhidas por um representante de uma tribo de pigmeus, ou as distribuiria de outra forma ao longo do universo”. Isso quer dizer que o contexto, como apropriadamente diz Tanscheit, “é particularmente relevante quando da definição de funções de pertinência”.

Ao considerar o contexto de ocorrência de um fenômeno, o que se faz é relativizar os fenômenos a serem estudados, por isso a *Lógica Fuzzy* se apresenta, no nosso entender, como uma ferramenta bastante interessante para o estudo de bilingüismo.

Isso porque a *Lógica Fuzzy* prevê a problematização contextualizada de um fenômeno, através de seus quatro componentes: as *regras*, o *fuzzifier* (fuzzificação, em português), os *mecanismos de inferência*, e o *defuzzifier* (defuzzificação, em português).

As *regras* (regra sintática para gerar os *valores* das variáveis, conforme explica Tanscheit, acima) são determinadas pelo observador/pesquisador. Todas as regras são avaliadas paralelamente e a ordem delas não é importante. As regras organizam as inferências do observador e se referem às variáveis que compõem o fenômeno observado e aos adjetivos que descrevem essas variáveis. Ou seja, são

dados subjetivos (mas podem ser numéricos também) que são expressos através de parâmetros do tipo: “SEENTÃO...”.

Por exemplo, se A sabe La e A também sabe Lb, então A é bilíngüe. Mas, um pesquisador, num dado contexto, pode propor a seguinte regra: se A se comunica oralmente em La e Lb, mas só lê e escreve em La e não em Lb, então A é não bilíngüe. Ao estabelecer uma regra, o pesquisador deve levar em consideração: 1) variáveis lingüísticas *versus* variáveis numéricas (por exemplo: usar uma única língua La = 0% de bilingüidade); 2) gradação quantificada das variáveis lingüísticas (por exemplo: usar La ativamente e Lb passivamente é mais que 0% de bilingüidade, mas é menos que alta bilingüidade) que é dada pelas *funções de pertinência fuzzy*, que discutirei adiante; 3) conexões lógicas para as variáveis lingüísticas (“e”, “ou”, etc); e 4) implicações do tipo “se A ocorre, então B ...”.

O *fuzzifier* pode se equivaler ao problematizador: sua função é mapear números exatos dentro de outros conjuntos *fuzzy*. Ele ativa as regras propostas em termos de variáveis lingüísticas que estão associadas aos conjuntos *fuzzy*.

O *mecanismo de inferência* mapeia conjuntos *fuzzy* dentro de outros conjuntos *fuzzy*. Ele dita a maneira como as regras serão combinadas. Tal qual nós, seres humanos, recorremos a processos inferenciais para compreender fenômenos ou tomar decisões, existem muitos procedimentos inferenciais na *Lógica Fuzzy*.

Por sua vez, o *defuzzifier* mapeia o conjunto que é obtido pelas funções de pertinência, seguindo os processos inferenciais, traduzindo-o em números que, dependendo do fenômeno estudado pode ser uma previsão orçamentária futura, a localização de um alvo, ou um estágio de bilingüidade.

A Fig. 5 mostra, na forma de diagrama de blocos, as etapas de um sistema *fuzzy* descritas por Tanscheit (2003), a partir de entradas **não-fuzzy** ou “precisas”, resultantes de medições ou observações (conjunto de dados, por exemplo), que são mapeadas pela etapa de fuzzificação. “Nessa etapa acontece também a ativação das regras relevantes para uma dada situação. Uma vez obtido o conjunto *fuzzy* de saída através do processo de inferência, na etapa de defuzzificação é efetuada uma *interpretação* dessa informação” (TANSCHUIT 2003, p.26)

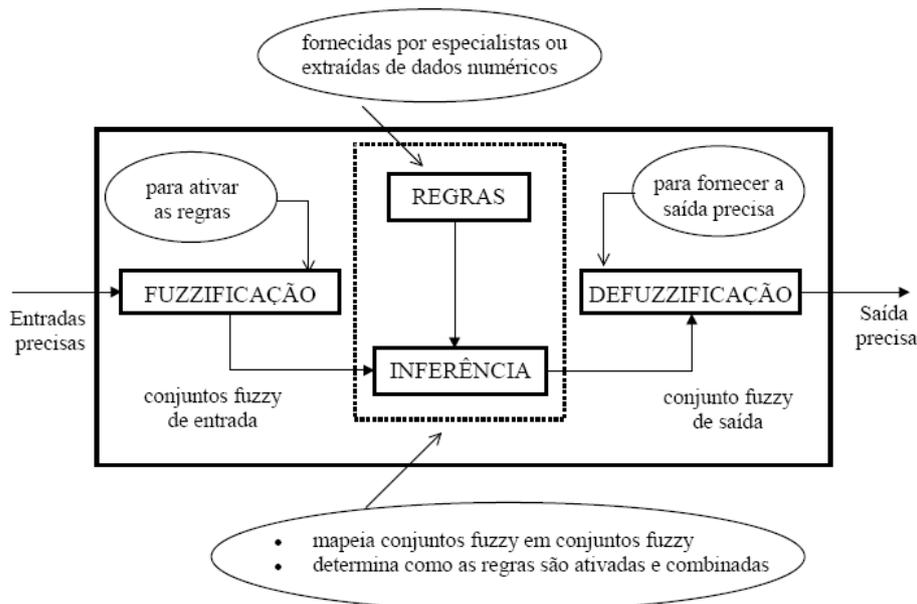


Fig. 5: Representação na forma de diagrama de blocos de um sistema *fuzzy*.

4.3

Aplicações da *Lógica Fuzzy*

Algumas aplicações da *Lógica Fuzzy*, atualmente, são: controle de aeronaves, operações de linhas de metrô, transmissão automática, modelos de automóveis que podem estacionar/manobrar sem motoristas, pouso de naves espaciais, otimização de uso de elevadores, análise de mercado de ações, ajuste automático de TV, reconhecimento de caligrafia (em Palm Top, por exemplo), auto-focagem de câmera de vídeo e métodos de auxílio na tomada de decisões dentre outras tantas.

A grande diferença na aplicação de *Lógica Fuzzy* em relação aos métodos numéricos convencionais é a relevância que as “incertezas” têm na análise *fuzzy*.

Em se tratando de bilingüismo, analisar-se-ia como um indivíduo efetivamente manifesta sua bilingüidade, e não como tal indivíduo poderia manifestá-la. Mas por isso mesmo, a *Lógica Fuzzy* se apresenta como uma boa possibilidade de ferramenta de análise de bilingüismo, pois mesmo em uma resposta numérica que pudesse avaliar a bilingüidade de um indivíduo teria sido considerado um grau de incerteza do fenômeno.

Um exemplo dado por Mendel (1995) em seu “Tutorial Paper” é o seguinte: considere o universo U igual ao número de automóveis em Nova Iorque. Esse conjunto universal U pode ser dividido em subconjuntos como, por exemplo: U = carros azuis, brancos, verdes, vermelhos, pretos e outros; U = carros nacionais e importados; e U = carros de quatro cilindros, seis cilindros, oito cilindros e outros. Na *Lógica Fuzzy*, uma *função de pertinência* é que vai dizer quão nacional ou importado um carro é, pois sabe-se que os conceitos “nacional” e “importado” podem variar de acordo com diferentes perspectivas. Um carro nacional em Nova Iorque pode ser aquele cuja montadora americana usou somente peças de fábricas americanas, para montar aquele veículo. Mas pode também ser um carro de uma montadora alemã, mas montado nos Estados Unidos, com peças fabricadas por fábricas americanas. Pode ainda ser um carro cheio de componentes importados, mas montado nos Estados Unidos por qualquer montadora nacional ou estrangeira.

Assim, quem vai dizer o que é um “carro nacional” ou um “carro importado” é o observador/pesquisador, de acordo com o contexto de pesquisa, se essa diferenciação for relevante para a análise do fenômeno “número de carros em Nova Iorque”. Isso significa dizer que podem ser criadas tantas *funções de pertinência* quantas forem necessárias para a análise desejada. A *função de pertinência* vai medir o grau de similaridade entre os dados. Uma *função de pertinência* de dados “carros nacionais” seria escrita da seguinte forma: $\mu_N(x)$; enquanto uma *função de pertinência* de “carros importados” seria dada por: $\mu_I(x)$. A Fig. 6 mostra uma análise de carros com *funções de pertinência* nacional e importado em função da porcentagem de componentes fabricados nos Estados Unidos:

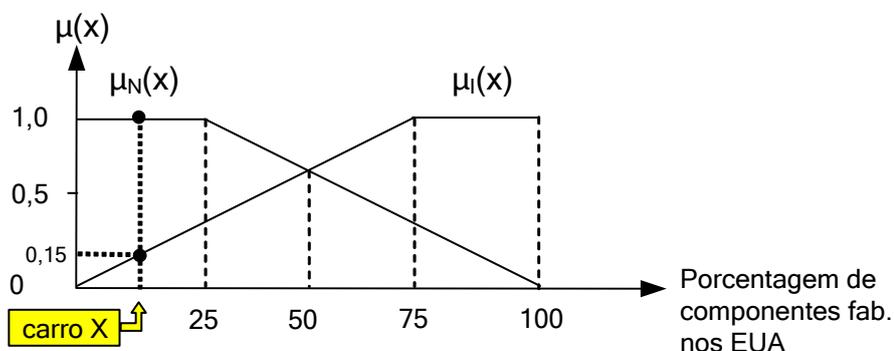


Fig. 6: Funções de pertinência para carros nacionais e importados, baseado na porcentagem das partes do carro que são fabricadas nos Estados Unidos.

A análise da Fig. 6 nos revela que o carro X que tem uma função de pertinência $\mu_N(x)$ é 1,0 (ou seja, 100 % nacional) tem em seu interior peças importadas. Essa afirmação pode ser comprovada, pois $\mu_I(x)$ não é zero, mas aproximadamente 0,15 (ou seja, 15% importado). Da mesma forma um carro importado pode ter peças em seu interior fabricadas nos EUA.

No capítulo seguinte, apresento como metodologia, o uso da *Lógica Fuzzy* para medidas de graus de bilingualidade.