

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA

HISTÓRIA DA LÓGICA E A CRISE LINGUÍSTICA NA REPRESENTAÇÃO DO  
CONHECIMENTO CIENTÍFICO

DIEGO MUNK LONDON  
ORIENTADOR: RICARDO SILVA KUBRUSLY

Programa: História das Ciências e das Técnicas e epistemologia  
Doutorado em Ciências (D. Sc)

Professor RICARDO SILVA KUBRUSLY, PhD.  
Orientador

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL  
JUNHO DE 2011

HISTÓRIA DA LÓGICA E A CRISE LINGUÍSTICA NA REPRESENTAÇÃO DO  
CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Diego Munk London

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE HISTÓRIA  
DAS CIÊNCIAS DAS TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E  
DAS TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA.

Aprovada por:

---

Prof. Ricardo Silva Kubrusly, PhD.

---

Prof. *Carlos* Benevenuto Guisard *Koehler*, D.Sc.

---

Prof. Gregory Chaitin, PhD.

---

Prof. *Carlos* Antônio de Moura, PhD

---

Prof. Sérgio Exel Gonçalves. D.Sc.

---

Profa. Maira Monteiro Fróes PhD.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JUNHO DE 2011

LONDON, DIEGO MUNK

HISTÓRIA DA LÓGICA E A CRISE  
LINGUÍSTICA NA REPRESENTAÇÃO DO  
CONHECIMENTO CIENTÍFICO. [Rio de  
Janeiro] 2011

IX, 140 p. 29,7 cm (HCTE/UFRJ,  
D.Sc., História das Ciências e das Técnicas e  
Epistemologia, 2011)

Tese - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, HCTE

1. Limitações de Sistemas Formais
2. Inteligência Artificial
3. Linguagens Naturais e Artificiais
4. Pensamento e Linguagem
5. História da Lógica

I. HCTE/UFRJ II. Título(Série)

Resumo da Tese apresentada à HCTE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

HISTÓRIA DA LÓGICA E A CRISE LINGUÍSTICA NA REPRESENTAÇÃO  
DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Diego Munk London

JUNHO/2011

Orientador: Ricardo Silva Kubrusly

Programa: História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia

A principal hipótese proposta por este trabalho consiste na idéia de que à medida que os catálogos de dados experimentais de cada ciência setorial se ampliam, em função do tempo, da experiência e do avanço da técnica, as linguagens específicas utilizadas para a confecção de seus respectivos modelos esgotam sua elasticidade perdendo capacidade de expressão e obrigando o cientista a abrir mão de partes significativas de sua base de conhecimentos experimentais. Este fato leva os lógicos e epistemólogos a investigarem a natureza das linguagens formais e as possíveis origens e soluções para esta crise.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

HISTORY OF LOGIC AND LANGUAGE CRISIS IN REPRESENTATION  
OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE

Diego Munk London

JUNE/2011

Advisor: Ricardo Silva Kubrusly

Department: History of Science

The main hypothesis proposed by this work is the idea that as long as the catalogs of experimental data of each specific science expand, as a consequence of time, experience and technical advances, the specific formal languages used for the confection of their models exhaust their ability to increase semantic elasticity and force the scientist to give up on significant portions of their base of knowledge. This fact leads logicians and science philosophers to investigate the nature of formal languages and the origins and possible solutions to this crisis.

1 -	Prelúdio	10
2 -	Introdução	12
2.1 -	O desejo de conhecer todos os aspectos da realidade e a constatação do escudo cognitivo formado pela linguagem	16
2.2 -	Uma teoria para ser lida e abandonada	30
3 -	Lógicas	31
3.1 -	O Senso comum e a noção da lógica como o “estudo do raciocínio”	32
3.2 -	Argumentos dedutivos	33
3.3 -	Argumentos indutivos	35
3.4 -	A inferência correta independe do domínio sobre o qual é aplicada, ou, a questão das variáveis livres e da validade extra-sistêmica	37
3.5 -	A utilização de sistemas lógicos como uma metodologia para formalizar argumentos informais intuitivamente válidos dentro de um determinado domínio do conhecimento	43
3.6 -	História	44
3.7 -	A questão do comprometimento ontológico dos quantificadores	51
3.8 -	Os três princípios básicos	55
3.9 -	A questão da possibilidade de mecanização dos silogismos aristotélicos	56
3.10 -	A crise dos paradoxos	58
3.11 -	Por que contradições são ruins?	60
3.12 -	Lógicas estendidas e lógicas desviantes	64

3.13 -	Lógicas intuicionistas e polivalentes	65
3.14 -	Lógicas paraconsistentes	68
3.15 -	A lógica imaginária de Nicolai Vasiliev e as geometrias não euclidianas	76
4 -	Interlúdio - Migração de conceitos	83
4.1 -	Fronteiras normalmente cruzadas por conceitos	84
4.1.1 -	Migração espacial	86
4.1.2 -	Migração temporal	87
4.1.3 -	Migração interdisciplinar	88
4.1.4 -	Migração de palavras	89
4.1.5 -	Primeira possibilidade, o símbolo emerge do referente	90
4.1.6 -	Segunda possibilidade, o símbolo como convenção	91
4.1.7 -	Terceira possibilidade, o símbolo como um misto simultâneo entre convenção e emergência	92
4.1.8 -	Migração do conceito de inefável	93
4.1.9 -	Migração de métodos	94
4.1.10 -	Possíveis motivos para a existência de conceitos recorrentes	95
4.1.11 -	O mundo permanece o mesmo	96
4.1.12 -	O observador permanece o mesmo	97
4.1.13 -	O inefável como ponto fixo	98
5 -	Linguagem e representação do conhecimento	99
5.1 -	O problema da equidistância epistemológico aplicado a questão da mente	100
6 -	Conclusão	118



Dedico este trabalho a minhas avós Palmyra e Esther e a meus filhos Alice e Miguel, o passado e o futuro que impulsionam o presente.

Agradeço a meus amores Luzia, Alice e Miguel, a meus pais Jack e Valéria e aos professores Ricardo Kubrusly, Saul Fucs, Sergio Exel e Luis Alfredo.

When you have eliminated the impossible, whatever remains,  
however improbable, must be the truth.

As a rule the more bizarre a thing is the less mysterious it  
proves to be.<sup>1</sup>

(Sherlock Holmes)

O limite só poderá, pois, ser traçado na linguagem, e o que  
estiver além do limite será simplesmente um contra-senso.

(Wittgenstein, 1993)

## 1 - Prelúdio:

Inicialmente, devemos ao leitor uma explicação sobre as partes componentes do título deste trabalho (HISTÓRIA DA LÓGICA E A CRISE LINGUÍSTICA NA REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO).

A proposição que compõe este título apresenta uma grande quantidade de conceitos complexos e auto-suficientes unidos em um todo não necessariamente auto-evidente e que deve, portanto, ser desmembrado e analisado em partes.

Propomos desmembrá-lo nas seguintes partes: Representação do conhecimento, representação do conhecimento científico, crise lingüística e história da lógica.

O conceito complexo de representação do conhecimento será detalhado mais detidamente nas paginas seguintes sendo suficiente por hora defini-lo como a capacidade humana de apreender, armazenar, recuperar e tornar comum conhecimentos empíricos ou teóricos conquistados e acumulados durante a existência de um individuo ou de um coletivo.

Estes conhecimentos são armazenados e transmitidos através da linguagem.

Com efeito, linguagem não é originariamente um instrumento. Mesmo que sem nos darmos conta de seu

---

<sup>1</sup> Quando eliminamos o impossível, o que quer que sobre, por mais improvável, deve ser a verdade.

Como uma regra, quanto mais bizarra uma coisa é menos misteriosa ela se mostra.

sentido originário, e que está necessariamente a nos abarcar a todos, a tomemos como mero instrumento de comunicação, ela é a responsável pelo fenômeno da emergência da realidade (homem-mundo) em todos os tempos.

(Bocayuva, 2007)

O segundo conceito a ser analisado, é o de representação do conhecimento científico.

Assim como os conteúdos de outros gêneros, o conhecimento científico também é armazenado e transmitido através da linguagem, no entanto, ao contrário dos conteúdos de uso e senso comum, utilizados e transmitidos em nosso caldo cultural cotidiano, o conhecimento científico não utiliza como instrumento de representação a linguagem natural, ferramenta de incrível abrangência, mas de pouca precisão. A estrutura subjacente à linguagem natural é bem menos rígida e permite quase total elasticidade, mas paga por esta capacidade o preço da falta de precisão.

As ciências necessitam, portanto, da criação de linguagens formais artificiais específicas para que possam comunicar seus conteúdos com menos dubiedade.

Nos últimos séculos as linguagens artificiais, utilizadas pelas ciências em geral, tem sido fundadas sobre sistemas lógicos pré-estabelecidos derivados, em maior ou menor nível, da lógica clássica - e esta estrutura tem servido com precisão ao seu propósito. No entanto, embora conceda alta acurácia à linguagem, estas linguagens formais herdaram uma dificuldade inerente à sua estrutura subjacente em lidar com conteúdos contraditórios ou dúbios, que, no entanto se apresentam, mais cedo ou mais tarde, ao catálogo de dados de cada uma destas ciências.

Para compreender a estrutura subjacente aos modelos científicos, lançaremos mão da análise da história dos sistemas lógicos, considerando o fato de que se compreendermos sua estrutura compreenderemos também a estrutura das linguagens naturais ou formais através das quais compomos os respectivos modelos.

Surge enfim o conceito de crise lingüística, ou incapacidade de lidar com o seu referente, que buscamos amenizar através do estudo e compreensão de

estruturas mais flexíveis para as linguagens formais, estruturas estas que buscamos através da investigação da história da lógica.

## 2 – Introdução

Ao longo de sua história, a humanidade tem expandido e ocasionalmente substituído seus modelos<sup>2</sup> de compreensão e representação da realidade<sup>3</sup>, ou do conjunto de fenômenos<sup>4</sup> a que tem acesso, e aos quais confere o rótulo de realidade.

Segundo Kuhn (Kuhn, 2006), toda ciência madura atravessa dois estágios, um aparentemente estável e outro completamente instável, imprevisível e revolucionário.

Destes modelos derivam conjuntos de técnicas que permitem que os seres humanos possam interagir de formas cada vez mais ativas e profundas entre si, com a natureza e com suas próprias criações.

No período da história compreendido entre o apogeu do conhecimento grego e o presente momento, podemos observar uma acentuada tendência ao desenvolvimento do assim chamado método científico. Delineado de forma preliminar através da prática da observação dos fenômenos e de suas relações causais internas e externas, e da posterior geração de modelos que englobem e justifiquem estas relações contemplando a maior parte possível dos dados experimentais absorvidos e catalogados pela experiência e conferindo capacidade preditiva.

Os primeiros estudos sobre indução que se tem notícia foram realizados por Aristóteles, em seus tratados sobre o raciocínio formal, buscando o estabelecimento das proposições universais mediante a observação de casos particulares destas.

Na obra *Primeiros analíticos*, o uso do termo aparece associado ao método pelo qual estabelecemos proposições de universalidade restrita, uma vez que “se realiza levando-se em conta a totalidade dos casos particulares”

---

<sup>2</sup> Em sentido amplo, ciência (do Latim *scientia*, significando "conhecimento") refere-se a qualquer conhecimento ou prática sistemática. Em sentido mais restrito, ciência refere-se a um sistema de adquirir conhecimento baseado no método científico, assim como ao corpo organizado de conhecimento conseguido através de tal pesquisa.

<sup>3</sup> A existência e inexistência de estados de coisas é a realidade(...) (Wittgenstein, 1993)

<sup>4</sup> Do latim *phaenomenon* e este do grego *φαινόμενον*.

(ARISTÓTELES, 1967a, 68b). Neste caso, a noção de indução se parece mais com um tipo de silogismo.

Na obra *Segundos analíticos*, Aristóteles está interessado no estabelecimento de verdades necessárias, proposições de universalidade irrestrita, usando princípios de compatibilidade e incompatibilidade. Neste contexto, a indução pode, então, ser considerada como o método pelo qual estabelecemos proposições universais na metafísica, uma vez que, segundo Aristóteles, “a intuição é sempre verdadeira... [e] é a intuição que apreende as premissas primárias” (ARISTÓTELES, 1967b, 100b).

Entretanto, o sentido da palavra indução pelo qual estamos interessados aqui é aquele usado nas ciências naturais, ou seja, os procedimentos ou métodos racionais pelos quais proposições são estabelecidas nas ciências naturais, cuja característica mais notável é o fato de suas conclusões estarem “em algum sentido além de suas premissas, que são os fatos singulares da experiência” (KNEALE, 1952, p. 44). Sobre a indução. Nesse sentido, o significado da palavra indução pode ser apresentado pela definição dada em Edwards (1967), segundo a qual a palavra indução é usada para cobrir os argumentos não demonstrativos, nos quais a verdade das premissas, embora não acarrete a verdade da conclusão, representa uma boa razão para acreditarmos na conclusão.

Classicamente, a palavra “indução” é usada para descrever uma inferência que “conduza de enunciados singulares (por vezes denominados também enunciados ‘particulares’) tais como as descrições dos resultados de observações ou experimentos, para enunciados universais” (POPPER, 1975b, p. 27).

(Grácio, 2001)

Bacon justifica o seu empreendimento argumentando que em seu novo método de indução as inferências seriam mais seguras e sólidas do que naquele método de enumeração simples, isto é, no método aristotélico.

(Silva, 2008)

A principal hipótese proposta por este trabalho consiste na idéia de que à medida que os catálogos de dados experimentais de cada ciência setorial<sup>5</sup> se ampliam, em função do tempo da experiência e do avanço da técnica, as linguagens específicas utilizadas para a confecção de seus respectivos modelos esgotam sua elasticidade perdendo capacidade de expressão e obrigando o cientista<sup>6</sup> a abrir mão de partes significativas de sua base de conhecimentos experimentais.

Propomos, como parte desta hipótese, que a falta de elasticidade das linguagens deva-se, de uma forma geral, a características intrínsecas da lógica clássica, sobre a qual repousam seus fundamentos e de uma forma mais específica, a impossibilidade da lógica clássica em lidar com qualquer tipo de contradições sem incorrer em trivialidade.

Existem diversas condições a priori para a possibilidade da criação de modelos que englobem o crescente catálogo de fatos e relações observados pelas ciências. Mas sob o ponto de vista deste trabalho, o foco será dado à linguagem e a sua capacidade de descrever com maior ou menor precisão os fenômenos observados, suas relações e os modelos abstratos derivados destas observações<sup>7</sup>.

De forma esquemática, podemos resumir a hipótese proposta por este trabalho da seguinte forma:

---

<sup>5</sup> Há uma certa ciência que teoriza o ente enquanto ente e o quanto recai sob seu domínio por si mesmo. Esta, porém, não é nenhuma das ciências chamadas setoriais; pois nenhuma das outras investiga universalmente o ente enquanto ente, mas, tendo elas seccionado alguma parte sua, teorizam acerca do ente o que lhe é coincidente, como, por exemplo, as ciências matemáticas. Posto, ainda, que buscamos os princípios e as mais elevadas causas, é claro que estes são necessariamente de alguma natureza por si mesma. Se de fato também os que buscavam os elementos dos entes buscavam estes princípios, é necessário, então, que os elementos do ente não sejam por coincidência mas enquanto entes. Por isso devemos apreender as primeiras causas do ente enquanto ente. METAFÍSICA DE ARISTÓTELES - LIVRO 4 - BIBLION GAMMA Tradução feita pelo grupo de pesquisa do projeto OUSIA Coord. Prof. Dr. Fernando Santoro

<sup>6</sup> Aquele que quer construir modelos preditivos a partir de um catálogo de dados utilizando a linguagem.

<sup>7</sup> Por meio do método indutivo, aquele que parte de questões particulares até chegar a conclusões generalizadas

A) As ciências setoriais possuem um método geral de referenciação de seus objetos.

B) Este método se dá através da construção de uma linguagem formal capaz de expressar as características de seus referentes e as relações entre eles com completude e consistência.<sup>8</sup>

C) À medida que o acúmulo de dados e experiências aumenta, o conjunto de objetos das ciências, referente extralingüístico de suas linguagens, torna-se demasiadamente complexo para ser descrito pela linguagem. À medida que surgem fatos paradoxais a necessidade de manter a consistência reduz a capacidade de expressão da linguagem, sua completude.

D) Aparentemente, e este é o principal objetivo da tese, podemos aumentar a capacidade de expressão das linguagens das ciências setoriais através da substituição ou da adição de lógicas não clássicas a camada subjacente de suas linguagens.

E) Linguagens fundadas em lógicas não clássicas podem aumentar a capacidade de expressão das linguagens científicas permitindo que elas voltem a lidar com objetos de crescente complexidade.

---

<sup>8</sup> De forma preliminar, podemos definir um sistema completo como aquele em que todas as formulas bem formadas intuitivamente válidas são teoremas do sistema, I.E. Podem ser derivadas a partir de seus axiomas utilizando as regras de derivação e um sistema consistente como aquele onde não é possível derivar duas proposições contraditórias.

F) Um Exemplo de uma área que necessita de expansão em sua capacidade descritiva é a ciência da computação. <sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Neste artigo tratamos de algumas aplicações significativas obtidas recentemente em ciência da computação e IA: ParaLog - uma linguagem de programação paraconsistente, sistemas multiagentes, representação de conhecimento (frames), uma nova arquitetura para ciência de computação baseada em lógica paraconsistente anotada e implementação de circuitos eletrônicos paraconsistentes. (Paraconsistência em informática e inteligência artificial Newton C.A. da Costa; Jair Minoru Abe)

## 2.1 – O desejo de conhecer todos os aspectos da realidade e a constatação do escudo cognitivo formado pela linguagem.

A hipótese proposta por este capítulo consiste na afirmação, fundada em nossas investigações sobre a linguagem e o aparato cognitivo de que a realidade exterior<sup>10</sup> possui um “escudo” cognitivo que nos impede de captar através da linguagem, fundada na lógica, sua estrutura subjacente, para podermos aumentar nossa capacidade cognitiva em relação à realidade precisamos aumentar a elasticidade dos sistemas lógicos subjacentes as linguagens através das quais construímos nossos modelos de compreensão.

“By way of introduction, I should like to draw attention to the not unknown fact that it is impossible to prove a mathematical theorem completely, because when one thinks that one has done so, one still has the duty to prove that the first proof was flawless, and so on, ad infinitum. So much for human fallibility. One can never guarantee that a proof is correct, the best one can say is (I have not discovered any mistakes)”<sup>11</sup> Dijkstra, E.W

Ao longo do tempo e através dos registros disponíveis, podemos assistir ao surgimento e ocaso de um imenso número de teorias<sup>12</sup> a respeito das mais variadas facetas da realidade.

---

<sup>10</sup> Para os que nela creem, para os que não creem podemos referir este termo ao conjunto de fenômenos experimentados por nosso aparato cognitivo.

<sup>11</sup> De forma introdutória, eu gostaria de chamar atenção para o não desconhecido fato de que é impossível provar um teorema matemático de forma completa, porque quando alguém pensa que realizou esta tarefa, outro alguém ainda possui a tarefa de provar que a primeira prova não possui falhas, e assim por diante, ad infinitum. extrapolando os limites da falibilidade humana. Desta forma, ninguém pode garantir que uma prova é correta, o melhor que se pode dizer é (eu não achei nenhuma falha)

<sup>12</sup> Segundo José Pedro Machado, no seu Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa (Livros Horizonte, Lisboa), teoria vem do grego 'theoría' e do latim homônimo. No primeiro caso: "Ato de ver, observar, de examinar; ato de ver um espetáculo, de assistir a uma festa". Daí a própria festa, festa solene, pompa, procissão, espetáculo, teoria; deputação (das cidades da Grécia às festas solenes de Olímpia, de Delphos e de Corinto ou aos templos de Zeus Nemeu, de Apolo Délio); função de teoro [teoro, do grego 'theorós', espectador, que viaja para ver

De uma forma geral, cada teoria tentava sanar uma possível falha das teorias as quais se referia, atribuindo a estas uma insuficiência epistemológica, uma ausência de capacidade explicativa de um conjunto de fenômenos crucial e que havia sido, na opinião do sucessor, negligenciado ou mal interpretado.

Por esta razão deve-se dizer que nada é sabido que não esteja na experiência; - ou, como também se exprime a mesma coisa – que não esteja presente como verdade sentida, como Eterno interiormente revelado, como o sagrado em que se crê, ou quaisquer outras expressões que sejam empregadas.

Cada teoria julga-se a seu tempo capaz de dar conta da tarefa essencial de responder a natureza dos fatos investigados de forma mais completa e conclusiva que as outras.

No entanto, nenhuma delas esteve isenta de possuir uma sucessora.

Não foi até hoje apresentada à teoria final a respeito de tudo, incentivando mais do que nunca o surgimento de novas respostas.

O objetivo desta introdução é apresentar uma possibilidade de resposta a questão acerca da existência e natureza de motivações comuns às diversas teorias filosóficas e científicas existentes, assim como sua continuidade e não esgotamento devido à grande quantidade de diferentes teorias.

Uma das premissas necessárias para a formulação desta possível resposta é a asserção de que toda ação humana deriva de uma causa, sendo, portanto uma reação a uma ação primária não intencional, opcional ou negociável.

*O que deseja, deseja aquilo de que é carente, sem o que  
não deseja, se não for carente.*

(Platão, o banquete)

O homem caça para anular o estímulo desagradável da fome, protege-se para abrigar-se do estímulo desagradável do frio, organiza-se em sociedade para desfazer-se de uma série de ameaças, e cria artefatos para superar as deficiências e vicissitudes que surjam.

---

o mundo; espectador dos jogos públicos, deputado enviado pelos estados gregos; magistrado]; contemplação do espírito, meditação, espírito; especulação teórica; teoria (em oposição à prática). Já na raiz latina, 'theoría' significa, apenas, a especulação, a investigação especulativa». Foi nesta acepção que, segundo o dicionário Moraes, teoria entrou no séc. XVI pela primeira vez na língua portuguesa.

Por que agiríamos de forma diferente ao que fazemos com todo o resto, em relação à geração de teorias explicativas da realidade?

O que motiva a reação referente à geração de teorias?

O conceito principal sobre o qual se funda esta possibilidade de resposta é de difícil demonstração, uma vez que deriva de uma intuição, que como tal, possui natureza subjetiva.

No entanto, esta mesma intuição subjetiva parece ser comum a todos os membros de nossa espécie humana, uma vez que emerge da consciência a respeito da existência de um mundo exterior, e de si próprio e da percepção da ignorância a respeito da origem e sentido deste mundo e do incomodo gerado por ela.

(...) deve haver alguma substância natural, uma única ou mais de uma, de onde vêm todas as outras  
(...) e Tales, que iniciou esse tipo de filosofia, disse que é a água (...)  
(ARISTÓTELES, Metafísica: 983b.6)

Temos então, uma intuição<sup>13</sup> paradoxal, simultaneamente objetiva e subjetiva.

Esta intuição nos diz claramente que algo existe, seja este algo objetivo, subjetivo, real, ilusório, provocado por um gênio maligno ou um bom deus.

Algo funda nossas experiências e resiste sob a proteção de um escudo epistemológico resistente a linguagem, impedindo a compreensão completa da natureza deste conjunto de fenômenos que fundamenta nossas experiências.

Com efeito, a experiência é exatamente isto: que o conteúdo – e ele é o espírito – seja em si substancia, e assim, objeto da consciência.

Mas esta substancia, que é o espírito, é o seu vir-a-ser para [ser] o que é em si; e só como esse vir-a-ser refletindo-se sobre si mesmo ele é em si, em verdade, o espírito. O espírito é em si o movimento que é o conhecer...

(Hegel, 1998)

---

<sup>13</sup> Proponho definir temporariamente intuição como o resultado de um processo cognitivo cujas relações causais não estejam devidamente evidenciadas.

O assombro provocado por esta intuição aumenta ao longo do tempo, de vida do homem e da humanidade<sup>14</sup>, à medida que constatamos a insuficiência epistemológica das teorias disponíveis.

O não esgotamento deste assombro frente às sucessivas e intermináveis investidas racionais da humanidade reforça a necessidade da busca de respostas e nos estimula a formular novas teorias, mesmo que desconfiemos de que estas não serão suficientes para esgotar definitivamente a questão.<sup>15</sup>

Heidegger em o Princípio da Identidade (1957), pensa o ser em seu sentido primordial como “presentar”. Afirma ele que o

---

<sup>14</sup> Filogênese: A filogênese estuda a história da evolução humana, nomeadamente a constituição dos seres humanos como sujeitos cognitivos. A paleontologia humana, baseada em inúmeras investigações, afirma que os homens nem sempre tiveram a mesma constituição e capacidades. A explicação mais consensual é que a evolução da nossa constituição morfológica e funcional, foi feita em simultâneo com o desenvolvimento das nossas capacidades cognitivas (memória, linguagem e pensamento) e esta de forma articulada com o desenvolvimento das nossas realizações e capacidades técnicas. Todos estes factores de forma inter-relacionada contribuíram para gerarem a espécie que hoje somos.

Ontogênese: O conhecimento é encarado como um processo de modificações e adaptações ao meio que desde o nascimento ocorre em todos os seres vivos. Segundo diversos autores, a ontogênese repete a filogênese, isto é, o desenvolvimento da humanidade é como que repetido no desenvolvimento de cada ser.

Jean Piaget (1896-1980), o criador desta abordagem científica do conhecimento (a Psicologia Genética), começou por estudar o modo como, em cada indivíduo se desenvolve a faculdade de raciocinar (abordagem genética) considerando, deste modo, que esta faculdade não está pré-constituída aquando do nascimento de uma criança. Chegou à conclusão de que na origem do conhecimento estaria um processo dinâmico em que há uma permanente interação entre o sujeito e o objecto. O estudo deste processo de constitutivo das nossas capacidades cognitivas, conduziu Piaget a descobrir quatro grandes períodos ou estádios que são caracterizados em função das capacidades, de que um indivíduo dispõe para a apreensão e organização da realidade. 1. Estádio da inteligência sensorio-motora ( do nascimento aos 2 anos); 2. Estádio da inteligência pré-operatória ( dos 2 aos 7 anos); 3. Estádio das operações concretas dos 7 anos 12 anos); 4. Estádio das operações formais ou abstratas. Cada estádio representa uma forma de equilíbrio mais estável. Nesta perspectiva não existem estruturas inatas. Inata é apenas a necessidade de adaptação ao meio. Esta perspectiva do conhecimento é hoje denominada por construtivismo.

<sup>15</sup> O que há em comum entre as teorias explicativas da realidade: sua base física e estrutural, a linguagem e a lógica nas quais se fundam.

ser se apresenta ao homem, nem acidentalmente nem por exceção.

Continua dizendo que ser somente é e permanece enquanto aborda o homem pelo apelo. Em seu outro trabalho *Sobre o problema do Ser (Zur Seinsfrage)* de 1956, o autor já havia afirmado que dizemos muito pouco do próprio ser, quando, dizendo o ser omitimos seu apresentar-se para o ser humano. Isto bem entendido quer dizer que na compreensão do ser como “presentar -se” encontra O ser do homem (*Dasein*) o seu lugar único e privilegiado de propiciar-lhe o advento enquanto apresentar. Presentar-se é sempre apresentar-se ao ser humano. O apresentar-se do ser é sempre um apelo dirigido ao ser humano, o único ente com a capacidade de ouvir, por possuir a abertura Como constitutiva do seu ser-aí.  
(Batista, 2000)

A posse de uma história, uma teoria, uma construção da linguagem que pretenda dar conta da multiplicidade do real, por mais incompleta que pareça, é melhor que a surpresa e o espanto absolutos para com o desconhecido, uma única perspectiva é melhor do que perspectiva nenhuma.

Um bom exemplo ilustrativo da incapacidade das teorias fundadas na linguagem em capturar as múltiplas perspectivas do real pode ser encontrado no “Isau e Jacó” de Machado de Assis (Assis, 2004).

Em determinada passagem da história, alguns personagens estão conversando na varanda de uma casa em frente à enseada de botafogo quando surgem na conversa os temas antiguidade e valor afetivo dos objetos.

Um dos participantes lembra-se de uma nota de jornal que falava a respeito de sarcófagos oriundos do Egito com mais de mil anos e do valor que a idade conferia a estas peças.

Outro cita o cachimbo de seu avô, que apesar de relativamente novo, se comparado ao sarcófago, possuía grande valor afetivo.

O terceiro, o sábio conselheiro Aires, cita então a enseada de botafogo, que, apesar de ser mais velha do que todos os objetos citados anteriormente, possui a qualidade de manter-se sempre nova, sempre original.

Esta característica da enseada de Botafogo de manter-se sempre nova, original, apesar de velha conhecida fornece uma bela metáfora literária para

demonstrar o caráter escorregadio da realidade que teima insistentemente em escapar de nossas formulações teóricas.

Ou seja, um quadro da enseada, por mais detalhado que seja, não fará jus ao modelo, e, se fizer, será por um breve instante, pois a abstração capta apenas um número limitado de perspectivas e a experiência concreta, contínua, parece possuir uma infinidade de perspectivas.

No entanto, para vivermos, formulamos hipóteses e teorias constantemente submetidas a um contexto de prova pragmático na qual funcionam ou não funcionam e apesar de não darem conta da captura epistemológica total da realidade, Estas teorias permitem que o homem viva no mundo através da suspensão psicológica temporária do mistério referente à nossa incapacidade cognitiva.

Um exemplo literário anônimo da necessidade humana de enredar o real na teia da linguagem pode ser encontrado no mito do primeiro homem, que ao sair da primeira caverna vê o primeiro gamo correndo pela primeira pradaria.

Apavorado o homem volta para dentro e desenha na parede da caverna sua versão do cenário e do animal que havia visto.

Ao sair novamente, o homem vislumbra o mesmo cenário, mas não sente mais medo do gamo, pois o animal outrora desconhecido que corre pelas pradarias agora é conhecido, trata-se do animal desenhado na parede da caverna.

Este é um exemplo de banalização do caráter originário da Experiência Vital, que, no entanto, não resiste ao crivo da análise rigorosa da comparação entre modelo e cópia.

O gamo na parede da caverna não é o mesmo que corre nas pradarias, não possui todos os seus atributos e não o explica/conhece inteiramente.

O mito do primeiro homem revela alguns indícios interessantes sobre a natureza do conhecimento ocidental e de um possível motivo para sua falha em tentar capturar a resposta definitiva em um sistema completo e livre de contradições, em um sistema completo e consistente.

A tentativa de conhecer o gamo através de seu desenho na parede da caverna revela o mais tradicional método de domínio através da cópia sucessiva de atributos.

Ao realizar o desenho o homem realizou a captura de uma perspectiva do real em que favorecia o alguns atributos simples do conjunto de objetos que deseja conhecer.

Caso deseja-se ser mais rigoroso o homem poderia prosseguir com a copia de atributos e a captura de perspectivas, cor, textura, sons, cheiros, contexto, classificação, taxonomia, comportamentos, biologia entre outros.

No entanto, os recortes possíveis não correspondem, por mais completos que sejam, aquilo que é concreto/vivo/inteiro e não abstrato/recortado/em partes.

As atividades criativas humanas parecem possuir, em maior ou menor grau, relação com o mito do primeiro homem no sentido em que buscam realizar uma listagem e uma reprodução das de uma ou um grupo de características particulares do conjunto de fenômenos ao qual rotulamos de realidade.

A arte em geral realiza uma abstração estética do mundo, a musica uma abstração sonora e a filosofia e a matemática realizam abstrações lógicas da experiência concreta em que o todo parece ser ainda maior do que a soma das partes.<sup>16</sup>

Cada vez que percebemos a insuficiência epistemológica de cada uma destas tentativas trazemos de volta o espanto do primeiro homem, pois realizamos o fato de que múltiplas perspectivas escapam de nossa rede lingüística, o cervo na pradaria, seja lá o que for, ainda não foi conhecido.

Esta afirmação leva a crer que a incapacidade de abarcar o real em um sistema livre de dúvidas seja o principal componente da gênese das idéias e teorias filosóficas.

A cada vez que percebemos isto, a incognoscibilidade do real retorna com toda a sua força e somos novamente lançados no espanto do mítico primeiro homem.

O amadurecimento da filosofia parece perfazer um caminho que vai do mito a razão, o abandono das teorias mais fracas se dá devido ao grande número de fatos paradoxais para os quais estas teorias não possuem respostas e para o grande numero de atributos do objeto estudado não contemplados em seu modelo.

---

<sup>16</sup> Para todas elas utilizamos ferramentas fundadas na linguagem

A ciência por sua vez parece partir da experiência empírica, do contexto imediato de prova sensível, e dirigir-se ao mesmo ponto da filosofia pressionada pelos mesmos motivos descritos acima.

As primeiras explicações neste sentido foram às diversas cosmogonias, teorias teológicas nas quais a realidade experimentada pelo homem fundava-se em deuses, cuja origem não admitia questionamentos.

Estas cosmogonias foram, durante muito tempo, a única forma de explicação da realidade, e de certa forma cumpriam sua função de oferecer ordem e unidade ao aparente caos existencial em que vivíamos.

Após este período, e após um tempo prolongado de exposição destas respostas ao contato corrosivo do crivo da verossimilhança (intuição de possibilidade dos estados de coisas propostos) e do contexto de prova da capacidade preditiva e explicativa destes modelos, o mundo começa a abandonar as cosmogonias e dirigir-se para um terreno aparentemente mais sólido em busca de explicações racionais para a questão da natureza íntima da realidade.

As próprias teogonias foram se racionalizando para parecerem mais críveis aos homens deste novo paradigma racional, o surgimento do monoteísmo sugere um avanço em direção a uma causa única da realidade.

A origem do mundo passa a ser declarada um “sem origem e sem fim”, uma causa eterna e não contingente, calando aspectos da incomoda questão acerca da contingência infinita de causas.

Um exemplo desta mudança foi o surgimento de filósofos que buscavam atribuir o fundamento da realidade a causas “materiais”, estes homens foram revolucionários por afirmar pela primeira vez a existência de uma causa/natureza última não divina para o mundo.

No mundo grego, o universal se apresenta de início muito simplesmente. Ele se opõe ao mundo concreto, mas é tido (também) como o terreno comum do mundo concreto e daquilo que é em si. Ora, isso não é um além, mas o universal do presente, e esse presente é considerado como se encontrando naquilo que é em si, ou seja, o que é universal em si é a verdade dos objetos.

(Hegel em Legrand, 1987)

O salto dado entre as explicações teológicas e os filósofos pré-socráticos pode ser bem ilustrado em diversos momentos da trilogia tebana de Sófocles, particularmente quando Édipo, desconfiando de sua verdadeira paternidade, chama a sua presença o oráculo Tirésias.

Tirésias revela ao rei toda a trama na qual estava envolvido, tendo matado seu pai e tomado sua mãe como amante.

No entanto, a palavra de Tirésias, sustentada pelo poder divino, não satisfaz Édipo, que instaura então um tribunal terreno/laico, onde através dos depoimentos tomados é afinal convencido da mesma verdade exposta por Tirésias, à razão parecia mais confiável que os deuses.

Este exercício pressupõe a saciedade previa das necessidades mundanas imediatas.

Caso contrario, poderiam ser apontadas outras razões para a gênese das teorias tais quais a manipulação política e os desejos contextuais.

A experiência grega, da forma como é narrada por Nietzsche na Origem da tragédia exemplifica a situação ideal a qual me refiro para o florescimento de idéias fundadas na necessidade de anular o mal estar da ignorância.

Segundo o sociólogo italiano Domenico De Masi<sup>17</sup> em sua obra "O ócio Criativo" (De mais, 2000) , os gregos possuíam o equivalente a dez escravos por habitante o que os eximia, em grande parte de seu tempo, de preocuparem-se com as questões praticas relativas à sobrevivência imediata e dedicarem-se às questões que emergem da contemplação interrogativa do mundo.

Podemos observar na história das teorias filosóficas a existência de alguns conceitos comuns a diversos pensadores de grande calão e que permanecem fortes ao longo do tempo.

Um deles é a idéia de que se pode dizer mostrar sem dizer algo que pode ser mostrado, mas não dito.

---

<sup>17</sup> Domenico De Masi nasceu em Rotello, na província de Campobasso, no sul da Itália, no dia 1 de fevereiro de de 1938. Residiu em 3 cidades italianas: Nápoles, Milão e Roma. Aos dezenove anos já escrevia para a revista Nord e Sud artigos de Sociologia Urbana e do Trabalho. Aos vinte e dois anos lecionava na Universidade de Nápoles. Mais recentemente assumiu o posto de professor de Sociologia do Trabalho na Universidade La Sapienza de Roma, além de ser diretor da S3 Studium, escola de especialização em ciências organizacionais que fundou. Escreveu diversos livros, alguns deles tidos como revolucionários, entre eles se destacam: "Desenvolvimento Sem Trabalho", "A Emoção e a Regra", "O Ócio Criativo" e "O Futuro do Trabalho".

Ou seja, a idéia de que uma abstração/recorte lógico do real jamais fará jus a seu objetivo de conhecer seu objeto, mas que, no entanto, sua natureza fluida e movediça pode ser mostrada através do percorrer sucessivo de inúmeros caminhos explicativos possíveis.

“Se meus diálogos pudessem ser transformados em teoria, eu teria escrito uma teoria e não diálogos”.

*Platão – Carta Sétima.*

“O Homem sábio é aquele que acredita em tudo o que lê, enquanto Lê”.

*Górgias – A Defesa de Palamedes*

Em “O banquete”, Platão descreve através da boca do personagem Sócrates o dialogo acerca da natureza de Eros (amor) que este havia travado com a sacerdotisa Diotima.

Diotima revela a Sócrates a lenda de que Eros havia sido gerado em uma festa no Olimpo, sediada nos jardins de Afrodite Deusa da Beleza.

Nesta festa, o Deus “Recurso” havia bebido demais e inconsciente, dormia desprotegido à sombra de uma arvore quando a deusa “pobreza”, ou “ausência”, aproveitando-se de seu sono gerou com ele um filho, Eros, filho da “ausência” com “recurso” nos jardins de Afrodite.

O amor seria então a eterna necessidade de buscar o belo, necessidade esta que nunca é totalmente satisfeita, dando origem a um movimento circular de busca, geração e retorno à necessidade.

Fiel ao princípio do só sei que nada sei, Sócrates não enunciará em seu nome qualquer conhecimento. Dirá que tudo que aprendeu sobre o Eros lhe foi ensinado, quando jovem, por Diotima, mulher de Mantinéia sábia em muitíssimas coisas, detentora de funções sacerdotais e, possivelmente, de algum tipo de poder sobrenatural.

O mestre da maiêutica<sup>18</sup> revela que, quando jovem, também foi inquirido por Diotima, pelo mesmo método de argumentação que depois o tornou famoso. Ela o

---

<sup>18</sup> A Maiêutica Socrática é o momento do "parto" intelectual, da procura da verdade no interior do Homem. Sócrates conduzia este parto em dois momentos: No primeiro, ele levava os seus discípulos ou interlocutores a duvidar de seu próprio conhecimento a respeito de um determinado

conduziu a refletir que Eros não poderia ser um deus. Aos deuses nada falta, já são, em sua própria essência e existência: perfeitos, sábios, belos.

Perfeição, sabedoria, beleza, tudo que falta a Eros, e que permanecemos buscando. Eros é o desejo de alguma coisa, mas de algo que também não lhe falta de todo, ou não saberia sequer o que procurar.

Afirma Diotima que, entre os dois extremos – os homens e os deuses – há seres intermediários, categoria a que Eros pertence: trata-se de um daimon, um mensageiro (em grego, anjos). Sutilmente o diálogo entre o jovem Sócrates e Diotima também provocou um deslizamento de significantes, do Eros-amor passou-se ao Eros-desejo. Para quem deseja, o objeto do desejo é algo que não se possui.

Diotima, então, enuncia seu mito sobre o nascimento de Eros. Mito que parece ser criação exclusiva de Platão. Por ocasião do nascimento de Afrodite os deuses deram um grande banquete, a que compareceu Poros (várias traduções: Riqueza, Recurso, Esperto, Astucioso). Excluída pelos deuses ficou a observar de fora Pênia (outras tantas traduções: Pobreza, Carência, Sem Recursos). Embriagado pelo néctar Poros foi para o jardim de Zeus, onde adormeceu. Pênia, ardilosa, seduziu-o e com ele concebeu um filho: Eros, que está ligado a Afrodite pelo dia de sua concepção.

O Eros-desejo de Diotima possui as características tanto de Pênia, quanto de Poros: é pobre, rude, sujo, como sua mãe; mas do pai herdou a atração pela beleza, pelo conhecimento; vive entre miséria e a opulência, entre a tolice e a sabedoria, sendo-o por excelência o daimon da filosofia; não é mortal ou imortal, morre e renasce todos os dias. Conclui Platão, é grande feiticeiro, mago e sofista.

O desejo impulsiona em direção a beleza/sabedoria/justiça e tudo mais quanto nos ofereça o reflexo da Idéia do Bem, ápice do ultra mundo platônico. Mas quando este topo é alcançado, revela-se uma miragem. Segundo Diotima, existe nos seres humanos um desejo mais profundo: o da imortalidade. Platão apresenta um de seus muitos paradoxos, de repente tudo que é tradicionalmente valorizado pelo platonismo ou seus descendentes - o neoplatonismo e o cristianismo - cai por terra. Desaba a crença na existência de um mundo mais

---

assunto; no segundo, Sócrates os levava a conceber, de si mesmos, uma nova ideia, uma nova opinião sobre o assunto em questão. Através de questões simples, inseridas dentro de um contexto determinado, a Maiêutica dá à luz ideias complexas.

perfeito e real que este aqui - o mundo das Idéias, com sua idéia do Bem Supremo (leia-se também Deus) -, desaba a crença na reencarnação, herança platônica do pitagorismo.

É como se os homens subitamente descobrissem que após a morte só há o sono sem sonho. Mas neles permanece uma grande nostalgia por algum tipo de ultra-mundo.

Aos seres humanos só resta uma saída, levados por Eros-desejo, procuram as únicas formas de imortalidade reservadas aos mortais, mas que os aproxima do dom máximo dos deuses, a criação.

Em geral se denomina criação ou poesia tudo aquilo que passa da não existência à existência. (...) Todos os homens, caro Sócrates, desejam procriar segundo o corpo e segundo o espírito. Quando atingimos certa idade, nossa natureza impele a que procriemos. A procriação e o nascimento são as únicas coisas imortais num ser mortal!

Muitos procriam através do corpo – a imortalidade através dos filhos -, muitos através do espírito – a imortalidade pela criação: da filosofia, da arte e, a mais importante para Platão, da constituição das leis da polis. Ao contrário do otimismo do poeta trágico, Diotima assinala que a dor toma aquele que deseja procriar e, quando o consegue, sofre as dores do parto. Para Diotima o belo continua tendo sua função pedagógica: conduzir da beleza de um corpo, à beleza de todos os corpos, ao conceito de beleza como idéia, à descoberta do mundo das idéias e a idéia do Bem como idéia suprema.

Esse movimento é o círculo que retorna sobre si, que pressupõe seu começo e que só o atinge no fim. Assim, pois, enquanto o espírito é necessariamente esse diferenciar dentro de si, seu todo intuído se contrapõe à sua consciência-de-si simples.

E já que esse todo é o diferenciado, diferencia-se em seu conceito puro: no tempo, e no conteúdo, - ou no em-si. A substância, como sujeito, tem nela a necessidade, inicialmente interior, de apresentar-se nela mesmo como o que ela é em si. Portanto, o espírito não pode atingir sua perfeição como espírito consciente-de-si antes de ter-se consumado em-si, antes de ter-se consumado como espírito do mundo. Por isso o conteúdo da religião proclama no

tempo, mais cedo que a ciência, o que é o espírito; mas só na ciência é o verdadeiro saber do espírito sobre si mesmo.  
(Hegel, 1990)

A Geração constante da “prole” intelectual nos manteria eternamente próximos da verdade que queremos conquistar, sem, no entanto, capturá-la através de um sistema formal inquestionável.

Entretanto, este tipo de demonstração/conhecimento não satisfaz nossas exigências epistemológico-ocidentais que não se sentem saciadas caso não destrinchem o objeto a ser conhecido até que possa afirmar sua capacidade de reproduzi-lo a perfeição.

Devemos ressaltar que o motivo desta incapacidade parece ser a diferença de naturezas entre o objeto a ser representado e os métodos válido-científicos de representação.

A mesma capacidade que nos faz questionar a natureza da realidade faz com que desconfiemos da incompletude ou inconsistência de nossas teorias.

A própria noção de consistência evoluiu junto com as teorias as quais ela se aplica, inicialmente consistência era tratada como verossimilhança, ou seja, uma hipótese era consistente se seus axiomas e suas verdades derivadas fossem convincentes, não ferissem nenhuma regra conhecida de formação de realidade, como por exemplo, a “A nota dó é azul”, o estado de coisas proposto por esta proposição não apresenta a verossimilhança necessária a uma primeira análise de consistência, uma vez que azul é uma cor e cor não é um dos atributos de uma nota musical.

A lógica foi então, introduzida como parte importante de todas as tentativas explicativas do real, inclusive as cosmogonias que se adaptaram para suportar a crescente exigência analítica daqueles que deviam sustentar suas vidas sobre estas explicações.

Não que todas estas teorias não possuíssem em si algum grau de consistência, mesmo que falaciosa, mas à medida que avançam, principalmente devido ao aumento do contato entre os povos, passam a estabelecer uma competição entre si que eleva o nível de exigência lógica dos consumidores de teorias explicativas.

Partindo da premissa de que nenhum sistema de conhecimento composto pelo homem conseguiu, até hoje, esgotar a questão acerca da E.V<sup>19</sup>, somos levados a crer em uma perfeita simetria entre a força epistemológica das diversas teorias explicativas propostas.

Como julgar o grau de proximidade da verdade absoluta se não a conhecemos?

A única forma de hierarquizar as respostas é através de sua eficiência empírica e de sua consistência interna.

Nenhum destes dois critérios fornece um contexto de prova suficiente para atribuímos a uma resposta particular o rótulo de “mais próxima da verdade”, uma vez que esta permanece além de nosso alcance.

---

<sup>19</sup> Experiência Vital

## 2. 2 - Uma teoria para ser lida e abandonada.

“Há quarenta anos trago comigo uma idéia que teria feito a felicidade dos homens, se me fosse dado exprimi-la”  
(Dostoievsk, 1955)

Ao finalizar a apresentação, sou obrigado a realçar o fato de que para que esta resposta seja verdadeira, ela deve ser falsa<sup>20</sup>.

Ou seja, para que uma teoria que prega a eqüidistância epistemológica entre as diversas respostas explicativas da realidade e a possibilidade de entrever no movimento de geração e substituição destas respostas à estrutura do objeto a ser representado tenha alguma coerência, é necessário que a consideremos como mais uma possibilidade não final, que deve, para cumprir seu papel no movimento “erótico” do filósofo, ser substituída tão logo seu gerador retorne a aporia após breve momento de contemplação da verdade incapturável.

---

<sup>20</sup> Tudo o que se pretende dizer sobre os assuntos de que cuida o Tractatus (Wittgenstein, 1993) será inevitavelmente um contra-senso. O próprio livro, lembra o autor, é um contra-senso – uma escada a ser lançada fora após se ter subido por ela (Luiz Henrique Lopes dos Santos, 1993).

### 3 - Lógicas

O objetivo principal deste capítulo é apresentar de forma nem sempre seqüencial alguns aspectos e questões referentes à história e a alguns conceitos dos sistemas lógicos com o intuito de explorar e exibir sua evolução e alteração ao longo do tempo e de reforçar, através deste esforço investigativo, a hipótese principal de que linguagens formais baseadas em sistemas lógicos distintos, ou em mais de um sistema lógico, possam representar diferentes aspectos ou perspectivas da realidade, compondo um mosaico de pontos de vista epistemologicamente eqüidistantes, isto é, não hierarquizáveis e não excludentes entre si mas que se completam aumentando o campo semântico<sup>21</sup> disponível.

Os sistemas lógicos, de uma forma geral, representam o resultado das investigações a respeito do funcionamento das inferências realizadas pela mente humana, no entanto, a mente humana tem se revelado demasiado complexa para que possamos atribuir a ela uma única forma de realizar inferências. Neste caso podemos nos perguntar: Existe uma única forma de raciocinar? Existe um único sistema lógico que represente todos os modelos de inferências de que somos capazes?

Com este objetivo em mente serão apresentados diversos conceitos referentes ao domínio dos sistemas lógicos assim como parte de sua história e uma seleção de problemas relacionados.

---

<sup>21</sup> A multiplicidade de pontos de vista sobre o conjunto de fenômenos experimentados pela consciência.

### 3.1 - O Senso comum e a noção da lógica como o “estudo do raciocínio”

Para o senso comum<sup>22</sup>, “lógico” é qualquer combinação de objetos que nos pareça intuitivamente válida.

Podemos obter na literatura corrente inúmeras descrições da natureza do referente extralingüístico da palavra “lógica”, mas alguns elementos parecem estar presentes na maioria das versões, revelando através da repetição e da superposição os contornos comuns à maioria delas.

“O que é então o *Logos*? Enumerou-se uma quinzena de traduções: Norma do mundo, Relação (ou proporção Pitagórica), Explicação discursiva, Razão, Lei do Devir, Definição, Fórmula, Narração, Lição, Coleção, Dizer ou a versão cristã, que assimilou o *Logos* grego ao do Evangelho segundo São João, via neoplatonismo! Clémence Ramnoux, que nos fornece o essencial dessa enumeração menciona, com razão, o plural *Logoi* no sentido de “coleção de frases e fórmulas”.”

(Legrand, 1987)

Entre estes elementos comuns, podemos ressaltar a idéia de que um sistema lógico deva refletir os procedimentos e as conclusões do pensamento “correto”<sup>23</sup>

A lógica, ciência do pensamento dedutivo, estuda a relação de consequência dedutiva, tratando entre outras coisas das inferências válidas: ou seja, das inferências cujas conclusões tem que ser verdadeiras quando as premissas o são. A Lógica pode, portanto, ser considerada como “o estudo da razão” ou o “estudo do raciocínio”.

---

<sup>22</sup> Propomos o uso do termo “senso comum” como o referente de um conjunto de opiniões vigentes em um grande número de pessoas com diferentes formações.

<sup>23</sup> A definição de pensamento “correto” pode levar toda uma vida e provavelmente cairíamos em aporia, mas propomos temporariamente a noção de que este termo represente argumentos que possuam pelo menos uma interpretação verdadeira em um domínio determinado e que esta interpretação represente uma cadeia de acontecimentos com uma relação causal forte (o que, em geral, concede poder preditivo a interpretação).

(D'Ottaviano, 2003)

### 3.2– Argumentos dedutivos

O que é um argumento?

Para o senso comum, argumento é uma razão apresentada para se aceitar um estado de coisas crível ou correto.

Esta razão pode ser um conjunto de fatos encadeados ou um conjunto de premissas que conduz a uma conclusão.

Os argumentos são avaliados através de uma grande variedade de modos. Alguns, por exemplo, são considerados mais persuasivos ou convincentes do que outros.

Os tipos de avaliação possíveis podem ser, de maneira geral, assim classificados:

- i) Lógica: há uma conexão do tipo apropriado entre as premissas e a conclusão.
- ii) Material: As premissas e as conclusões são verdadeiras?
- iii) Retórica: o Argumento é persuasivo, atraente, interessante para a audiência?

(Haack, 2002)

Esta separação não significa que para que um argumento seja convincente, agradável e verossímil ele não deve possuir as conexões lógicas corretas, ou seja, ser sintaticamente bem formado.

Pelo contrário, considera o fato de que se todas as pessoas fossem guiadas exclusivamente pela razão, elas seriam persuadidas apenas por argumentos válidos (sintaxe) com premissas verdadeiras (semântica).

De fato, elas são muito freqüentemente persuadidas por argumentos inválidos ou argumentos com falsas premissas, e não são persuadidas por argumentos corretos (sound).

(haack, 2002)

Tradicionalmente (Salmon, 1967) apresenta-se os argumentos dedutivos como explicativos e os argumentos indutivos como ampliativos, ou seja, segundo

este ponto de vista, não existe na conclusão de um argumento dedutivo nada que não esteja presente em suas premissas.

A relação entre as premissas e a conclusão em um argumento dedutivo é também, muito mais estreita e restritiva do que em um argumento indutivo assegurando de acordo com a forma lógica (sintaxe) e a verdade das premissas (semântica) a verdade da conclusão (validade do argumento).

### 3.3 – Argumentos indutivos

Além das lógicas dedutivas, que buscam uma relação intrinsecamente verdadeira entre as premissas e a conclusão, podemos encontrar também sistemas lógicos indutivos, que se ocupam não das inferências válidas, mas das inferências prováveis, verossímeis como por exemplo o famoso silogismo indutivo descrito abaixo:

O Sol tem nascido todos os dias.

Logo, o sol nascerá amanhã.

Ou

Todos os homens, desde o início dos tempos tem envelhecido e morrido.

Logo, como sou homem, deverei envelhecer e morrer.

Obviamente estes argumentos não são dedutivos, e portanto não são logicamente válidos. As premissas, ainda que verdadeiras, não implicam logicamente a conclusão embora esta possua um bom nível de credibilidade.

Argumentos dedutivos são argumentos nos quais a verdade das premissas sempre garante a verdade da conclusão, argumentos dedutivos são ou válidos, bem formados e verdadeiros ou inválidos, mal formados ou falsos, já entre os argumentos indutivos não podemos estabelecer a distinção entre válido e inválido, limitando-nos a uma esfera epistemológica muito mais frágil, a esfera da dicotomia entre o verossímil e o inverossímil.

A força indutiva poderia ser caracterizada, sintática ou semanticamente, relativamente a sistemas formais da lógica indutiva. Entretanto, desde que não há nenhum sistema formal de lógica indutiva que tenha algo que se aproxime do tipo de consolidação (entrenchment) de que goza a lógica clássica dedutiva, a idéia extra-sistemática, no caso da força indutiva, tem um papel especialmente central. A idéia é que um argumento é indutivamente forte se suas premissas dão certo grau de apoio, mesmo que menos do que um apoio conclusivo, a sua conclusão: isto é, se é improvável que suas premissas sejam verdadeiras e sua

conclusão falsa. (note-se que se colocam as coisas desta forma, todos os argumentos dedutivamente válidos seriam considerados indutivamente fortes. A validade dedutiva será um caso limite da força indutiva, no qual a probabilidade de as premissas serem verdadeiras e a conclusão falsa é zero.)  
(Aas, 2002 )

Os argumentos indutivos, constantemente utilizados pelas ciências setoriais<sup>24</sup> através da criação de um catálogo de fatos e da criação de teorias que abranjam estes fatos baseiam-se em uma crença de que o futuro deverá repetir o passado e permitem que a utilização de catálogos de eventos ocorridos anteriormente sirvam de premissa para a construção de sistemas explicativos e preditivos a respeito da realidade, ou de aspectos da realidade.

Vale notar, contudo, que em sua caracterização da idéia extra-sistemática de força indutiva, Skyrms (1996) insiste na formulação: “é improvável, dado que as premissas sejam verdadeiras, que a conclusão seja falsa”, porque ele não quer admitir que a alta probabilidade de sua conclusão ou a baixa probabilidade de suas premissas sejam suficientes, por si mesmas, para a força indutiva de um argumento. Então, de forma significativa, sua concepção da força indutiva é estreitamente análoga à concepção de validade dedutiva dos sistemas lógicos relevantes.

---

<sup>24</sup> Termo utilizado por Aristóteles para designar todas as ciências com exceção da filosofia, definida como ciência primeira.

### **3.4 – A inferência correta independe do domínio sobre o qual é aplicada, ou, a questão das variáveis livres e da validade extra-sistêmica.**

Apresenta-se também, como importante característica dos sistemas lógicos dedutivos e indutivos a idéia de que um sistema lógico deve ser isento de interpretações e domínios determinados, trabalhando apenas com variáveis livres que podem, do ponto de vista sintático, ser aplicadas a diversos domínios do conhecimento.

Até a primeira metade do século XX, e o desenvolvimento das diversas tentativas de cumprir o programa Hilbertiano<sup>25</sup> persiste a visão da lógica como representação e estudo das estruturas subjacentes ao raciocínio humano, no entanto, após a radicalização da matematização da lógica e do surgimento das lógicas não clássicas (entre outras motivos devido ao surgimento das geometrias não Euclidianas), a lógica se afasta do pensamento humano reduzindo-se a busca de sistemas internamente consistentes.

O que antes possuía o objetivo de revelar as estruturas ocultas da mente humana, agora passa a possuir a função, não menos importante e nem menos ambiciosa de fornecer um meio mecânico e infalível para a verificação da validade (sintática) de formulas bem formadas (FBF<sup>26</sup>) dentro de um determinado sistema lógico.

Os lógicos contemporâneos edificam linguagens artificiais adequadas para lidar com a relação de consequência, linguagens essas que possuem duas dimensões relevantes: a sintática e a semântica.

Para trabalharmos numa teoria formal, é necessário explicitarmos sua linguagem, seus símbolos e as regras de combinação às quais estão sujeitos estes símbolos<sup>27</sup>, para a

---

<sup>25</sup> O Programa de Hilbert foi uma proposta, feita em 1921 pelo matemático alemão David Hilbert, de reformular as bases da matemática de forma rigorosa, partindo da aritmética. Segundo ele, toda a matemática poderia ser reduzida a um número finito de axiomas consistentes. Assim, qualquer proposição da matemática poderia ser provada dentro desse sistema (e o sistema seria dito completo).

<sup>26</sup> Fórmulas sem erros sintáticos.

<sup>27</sup> Podemos considerar um sistema lógico como a o par (L,R) ou símbolos da linguagem + regras de derivação.

construção dos termos e formulas (expressões bem formadas). As regras independem dos significados dos símbolos. Através dos axiomas<sup>28</sup> e regras de dedução, são demonstrados os teoremas da teoria.

(D'ottaviano, 2003)

Desta forma, uma formula derivada (teorema) correta da linguagem (sistema lógico) será sintaticamente válida em qualquer domínio semântico sobre o qual for aplicada, a interpretação das variáveis livres é que nos fornecerá a validade ou não da formula (do ponto de vista semântico) em cada um dos mundos (domínios) possíveis.

À dimensão combinatória de uma linguagem chamamos de dimensão sintática.

A dimensão semântica de uma linguagem leva em consideração os objetos extralingüísticos, aos quais os símbolos e expressões da linguagem se referem, e o significado dos mesmos. Lida com os conceitos de estrutura, validade de formulas e modelo.

(D'ottaviano, 2003)

Aparentemente, a validade de uma formula bem formada<sup>29</sup> (FBF) em todos os domínios só pode ocorrer se nos detivermos na dimensão sintática ou se tratarmos de tautologias (proposições que cobrem todas as possibilidades lógicas), caso contrario a analise semântica das FBFs irá variar de domínio em domínio, como por exemplo, a formula  $(x)(y)Fxy$  que diz que para todo  $x$  e para todo  $y$  existe uma relação  $F$  entre  $x$  e  $y$ .

Analisada sintaticamente esta formula estará válida em todos os domínios uma vez que não viola nenhuma regra de formação, mas se analisarmos semanticamente ela é verdadeira em alguns domínios e interpretações e não em outros, por exemplo, ela esta correta para o domínio dos seres humanos se

---

<sup>28</sup> Formulas básicas, iniciais do sistema , mais tarde discutiremos o caráter ontológico destes axiomas e a forma como a matematização da lógica, principalmente após o programa de Hilbert e do surgimento das geometrias não Euclidianas , esvaziou este caráter ontológico, tornando os axiomas convenções locais ao invés de expressões da verdade sensível.

<sup>29</sup> Sintaticamente bem estruturada.

considerarmos a função relacional  $F$  como “relação de paternidade entre  $x$  e  $y$ ” mas incorreta para o domínio dos números naturais se considerarmos  $F$  como “é equivalente em tamanho, mas não é o mesmo”.<sup>30</sup>

Uma forma mais específica de formular o papel da lógica aponta para um histórico esforço multidisciplinar de abstrair a estrutura das combinações<sup>31</sup> intuitivamente válidas e criar um cálculo através do qual possamos confirmar ou refutar a validade intuitiva destes argumentos.

Esta visão é particularmente rica para as diversas áreas da epistemologia, pois revela a força e a fraqueza dos argumentos informais intuitivamente válidos.

Para criarmos um cálculo que nos permita representar de forma abstrata a estrutura dos argumentos intuitivamente válidos, precisamos reduzir a lógica a um cálculo composto de uma linguagem (variáveis individuais, coleções, quantificadores, operadores, axiomas etc.) e de regras de formação e derivação que permitam que criemos novas formulas válidas a partir de formulas já existentes e que retornemos a partir de uma formula aparentemente válida até sua origem (axiomas da linguagem) no processo de engenharia reversa ao qual chamamos de “prova”. Em matemática, um teorema é uma FBF intuitivamente válida (uma conjectura) de um determinado domínio a qual podemos aplicar as regras de derivação de um determinado sistema lógico (tradicionalmente o da lógica clássica) e retornar através destas regras até os axiomas do sistema.

Godel irá demonstrar a impossibilidade de provarmos todas as conjecturas de um sistema (que abranja a aritmética<sup>32</sup> de Peano<sup>33</sup>) em seu famoso teorema da

---

<sup>30</sup> Obviamente, se dois números são equivalentes em tamanho (cardinalidade) eles são o mesmo, logo, este é um exemplo de aplicação semântica na qual esta fórmula bem formada não é verdadeira.

<sup>31</sup> Salmon, 1971 aponta para importância de distinguirmos entre uma inferência e um argumento, sendo uma inferência um processo mental não passível de captura através da linguagem, e um argumento uma redução linguística da inferência que permite que ele seja externalizado e analisado (através da linguagem).

<sup>32</sup> Em seu livro "Arithmetices Principia Nova Methodo Exposita" de 1889 Peano estabelece nove axiomas para a aritmética, Tanto Hilbert, quanto Russel e Godel irão se concentrar na completude e consistência da aritmética nos moldes propostos por Peano.

<sup>33</sup> Giuseppe Peano (Spinetta, Piemonte, 27 de Agosto de 1858 — Turim, 20 de Abril de 1932) foi um matemático italiano que fez importantes contribuições teóricas nas áreas de análise matemática, lógica, teoria dos conjuntos, equações diferenciais e análise vetorial.

incompletude de 1931<sup>34</sup> (Godel,1962) e Turing irá demonstrar a impossibilidade de determinarmos quando uma FBF intuitivamente válida é ou não é decidível (provável) através da metáfora lógico-computacional do “problema da parada<sup>35</sup>” .

As descobertas de Godel e Turing são complementares, mas é importante ressaltar que elas apontam não para uma impossibilidade ontológica da existência de um sistema (razoavelmente complexo) que seja completo (Sistema no qual é possível provar todas as FBFs intuitivamente válidas) e consistente (a noção de inconsistência será mais bem discutida mais à frente, mas por hora podemos aceitar como consistente um sistema no qual, a partir dos axiomas e das regras de derivação não é possível obter uma contradição.), mas sim para uma impossibilidade epistemológica de concluir se o sistema é ou não completo e consistente.

Outra questão fundamental é a demarcação entre os sistemas lógicos e as demais linguagens, formais ou informais, aparentemente, a grande distinção que podemos fazer continua sendo em relação à independência (pelo menos sintática) de domínio apresentada pelos sistemas lógicos e ao “amarramento” das variáveis apresentadas nas linguagens formais e informais.

No entanto, apesar desta distinção, podemos perceber um estreito vínculo entre as linguagens e os sistemas lógicos a elas subjacentes no sentido em que podemos julgar se uma determinada proposição de uma linguagem é sintaticamente válida (FBF) e semanticamente válida através da composição dos valores de verdade de cada um de seus componentes (como por exemplo,  $(x)Fx$  e  $\sim Gx \rightarrow Rx$ , Para todos os animais se  $x$  é humano ( $F$ ) e  $x$  não apresenta deficiências mentais então  $x$  é capaz de raciocinar normalmente), ao analisarmos a proposição em correspondência com a realidade poderemos concluir que se uma instância específica de  $x$  (por exemplo, Maria) é um animal do gênero humano e se esta mesma Maria não possui deficiências mentais então, em um

---

<sup>34</sup> A despeito dos esforços de Russel e Whitehead em seu Principia Matemática (Russel e Whitehead, 1964) para superar Frege e criar um sistema lógico inteiramente livre de contradições através da teoria dos tipos.

<sup>35</sup> Turing aponta para diversas questões essenciais, entre elas o fato de que não podemos saber, de dentro do sistema, quando uma determinada proposição bem formada e aparentemente válida é definitivamente indecidível.

argumento válido, concluiríamos sempre que Maria é capaz de raciocinar normalmente.

Observamos que as linguagens, formais e informais compartilham as capacidades e limitações de seus sistemas lógicos subjacentes e que quanto mais rigoroso o formalismo maior o relevo e a visibilidade da estrutura lógica.

Em uma linguagem informal, uma mesma proposição pode ser utilizada para expressar múltiplas perspectivas, variando detalhes como contexto ou entonação, em geral, as proposições das linguagens formais possuem uma textura aberta que permite que o interlocutor da mensagem possa interpretá-la de várias maneiras. Por esta razão Frege irá comparar as linguagens informais a uma mão humana, com a qual podemos executar um grande número de tarefas com pouca precisão e as linguagens formais a uma chave de roda, com a qual podemos executar poucas tarefas com grande precisão.

Um ponto que salta aos olhos neste momento é a identificação das linguagens informais com a quase totalidade de nossos processos cognitivos (desde que nos atenhamos a um nível superficial cheio de dubiedades e possíveis interpretações) e a identificação das linguagens formais com processos cognitivos específicos o que parece fornecer uma explicação inicial para a existência dos jargões particulares a cada atividade (lógica, física, sociologia etc.), com eles podemos nos aprofundar em um domínio específico do conhecimento com um mínimo de dubiedades, mas perdemos a abertura original das linguagens informais.

Esta visão do relacionamento entre linguagens informais e processos cognitivos genéricos e linguagens formais e processos cognitivos específicos nos fornece uma primeira abordagem para a questão título deste esforço investigativo, pois transparece o fato de que diferentes linguagens formais estejam habilitadas a lidar de forma rigorosa com diferentes perspectivas da realidade.

Cabe ressaltar que entre linguagens com objetivos totalmente diferentes, constatamos raras e sutis variações nos sistemas lógicos subjacentes, o que nos leva a imaginar<sup>36</sup> que diferentes perspectivas da realidade poderemos expressar através de linguagens fundadas em lógicas não clássicas.

O desejo e a crença na possibilidade de exibir ao menos parte desta “regra de encaixe do mundo” (que inclui os primitivos e as regras) é uma possível

---

<sup>36</sup> Segundo a concepção cartesiana na qual imaginar é tornar presente o que está ausente.

resposta para a pergunta “Qual é a motivação da lógica?”. Mas esta é uma investigação a ser deixada para outra oportunidade, caso contrário sairíamos, sobremaneira do caminho pré-estabelecido.

Outra questão relevante, já explorada em um trabalho anterior<sup>37</sup> e que reaparece aqui é a existência de pontos em comum entre linguagens formais que abordam aspectos diferentes da realidade, questão comumente chamada de “migração de conceitos”, uma importante classe de migração de conceitos reside no fato de que diferentes linguagens formais utilizem termos emprestados umas das outras quando desejam representar e referir-se a referentes extralingüísticos que estejam além de sua capacidade de expressão, como por exemplo, o uso Lacaniano da “raiz de menos um” (integrante do conjunto dos números imaginários) para representar o seu próprio imaginário psicanalítico.

A seguir, antes de enveredarmos pela história e as características de alguns dos sistemas lógicos que fundam as linguagens com as quais representamos nosso conhecimento da realidade, percorreremos brevemente algumas idéias referentes à migração de conceitos, que nos parecem necessárias para a compreensão da evolução dos sistemas lógicos e da migração de conceitos entre eles e outras áreas do conhecimento.

---

<sup>37</sup> Migração de conceitos (London,2005) Trabalho de final de curso apresentado ao professor Luis Pinguelli Rosa

### **3.5 – A utilização de sistemas lógicos como uma metodologia para formalizar argumentos informais intuitivamente válidos dentro de um determinado domínio do conhecimento.**

Pode-se começar a desenvolver um sistema formal com base em juízos intuitivos da validade extra-sistemática de argumentos informais, representando esses argumentos em uma notação simbólica, e concebendo regras de inferência de tal maneira que as representações formais dos argumentos considerados inválidos sejam também inválidos no sistema. Contudo, dadas estas regras, outros argumentos formais se mostrarão válidos no sistema. Possivelmente, argumentos formais que representem argumentos informais considerados intuitivamente<sup>38</sup> inválidos no sistema.

Neste caso, podemos revisar os axiomas e regras de derivação dos sistema para impedir que isto ocorra ou podemos, revisar nossa noção intuitiva (caso a intuição não seja muito forte) de invalidade da versão informal do argumento formal valido em questão.

Uma vez que um sistema formal se torne bem estabelecido, é claro que é provável que, por sua vez, ele discipline as intuições que se têm sobre a validade ou invalidade de argumentos informais.

(Haack, 2002)

Segundo Peirce<sup>39</sup> (que, por sua vez, tomou emprestada a terminologia dos lógicos medievais), podem-se chamar os juízos não-refletidos que se tem da validade dos argumentos informais de lógica utens, e os juízos mais rigorosos, desenvolvidos sobre o arcabouço conceitual de um sistema lógico axiomatizado de lógica docens.

---

<sup>38</sup> A noção de intuição é bastante aberta e controversa, mas acreditamos que, para a finalidade de com preensão do presente trabalho podemos lidar com a ideia de uma conclusão cuja inferência (que levou a conclusão) não esteja clara (Provavelmente por razões de alcance cognitivo/epistemológico).

<sup>39</sup> Charles Sanders Peirce licenciou-se em ciências e doutorou-se em Química em Harvard. Ensinou filosofia nesta universidade e na Universidade Johns Hopkins. Foi o fundador do Pragmatismo e da ciência dos signos, a semiótica. Antecipou muitas das problemáticas do Círculo de Viena.

### 3.6 – História

Apesar do conceito grego de logos nos remeter as origens do homem e da racionalidade, e de traduções do grego antigo permitirem variadas interpretações para determinados termos, a análise lógica rigorosa da linguagem e a transformação desta análise em um cálculo proposicional parece iniciar-se com Aristóteles<sup>40</sup>, mas precisamente nos *Analytica Priora* e no *De Interpretatione*, obras nas quais Aristóteles refere-se diretamente a necessidade de criação de regras de derivação que preservem a validade de uma inferência<sup>41</sup> válida permitindo a condução de sentenças atômicas a sentenças compostas e sua engenharia reversa (prova) através da aplicação de um conjunto de regras de derivação.

Aristóteles criou a teoria do silogismo e axiomatizou-a de diversas formas. Iniciou o desenvolvimento da lógica modal, lidando com as noções de necessidade, possibilidade e contingência: uma sentença A é contingente se A é não necessária, porém não impossível.

A teoria dos silogismos constitui um dos primeiros sistemas dedutivos já propostos.

Filósofos e historiadores da lógica consideram a teoria do silogismo como a mais importante descoberta em toda a história da lógica formal, pois não constitui apenas a primeira teoria dedutiva, mas também um dos primeiros sistemas axiomáticos construídos  
(D'Ottaviano, 2003)

Entre outras grandes contribuições de Aristóteles a lógica em geral e ao cálculo proposicional em particular podemos ressaltar a inserção de quantificadores, a distinção entre argumentos indutivos e argumentos dedutivos e

---

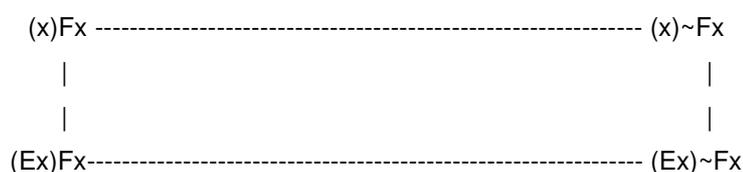
<sup>40</sup> Antes disto, podemos encontrar diversos exemplos de sistemas lógicos nos sofistas, nos pré-socráticos e em Platão, mas em nenhum deles pode observar-se a formalização proposta por Aristóteles.

<sup>41</sup> Note-se que para Aristóteles não parecia existir a distinção entre inferência e argumento exposta por SALMON e comentada em uma das notas acima

a introdução, ainda que parcamente formalizada da lógica modal, na qual são inseridos os operadores relativos aos possíveis modos de existência (possível, impossível e necessário).

Em relação aos quantificadores, Aristóteles introduz o “Para todo x representado tradicionalmente em uma das duas formas  $(\forall/x)$  ou  $(x)$ ” e o “Pelo menos um x, normalmente representado através do  $(\exists x)$ ”.

Os operadores aristotélicos são comumente expostos através do “quadrado Aristotélico das proposições”, normalmente representado da seguinte maneira:



Existem sérios indícios para associarmos a origem da lógica das proposições<sup>42</sup> a Theophrastus<sup>43</sup>, com os megáricos<sup>44</sup> (escola de lógicos e

---

<sup>42</sup> Proposições são usualmente consideradas como o conteúdo de crenças e outros pensamentos representativos.

<sup>43</sup> Theophrastus (Greek: Θεόφραστος; c. 371 – c. 287 BC), a Greek native of Eresos in Lesbos, was the successor of Aristotle in the Peripatetic school. He came to Athens at a young age, and initially studied in Plato's school. After Plato's death he attached himself to Aristotle. Aristotle bequeathed to Theophrastus his writings, and designated him as his successor at the Lyceum. Theophrastus presided over the Peripatetic school for thirty-six years, during which time the school flourished greatly. After his death, the Athenians honoured him with a public funeral. His successor as head of the school was Strato of Lampsacus.

Theophrastus (Do Grego: Θεόφραστος; 371 AC – 287 AC), um grego nativo de Eresos em Lesbos, foi o sucessor de Aristóteles na escola Peripatética. Chegou a Atenas ainda jovem e iniciou seus estudos na escola de Platão. Depois da morte de Platão ele se aproximou de Aristóteles. Aristóteles legou a Teophrastus seus escritos e designou-o como seu sucessor no liceu. Theophrastus presidiu a escola peripatética por trinta e seis anos e durante este período a escola se desenvolveu grandemente. Depois de sua morte os Atenienses o honraram com um funeral público. Seu sucessor como líder da academia foi Strato of Lampsacus.

<sup>44</sup> Considerada uma das escolas socráticas, juntamente com os cínicos e os cirenaicos. Tais escolas são assim caracterizadas porque têm no pensamento de Sócrates a principal influência, em especial no que tange à correlação indissolúvel entre conhecimento e virtude, apontada por

dialéticos socráticos do século IV DC) e aos estóicos. Theophrastus deu uma importante contribuição à lógica das expressões substantivas iniciada por Aristóteles, mas foi Galeno, quem deu a última e maior contribuição para a lógica das expressões substantivas desenvolvendo a teoria da transmissão dos silogismos.

Os árabes, nada desenvolveram independentemente dos gregos. A lógica dos indianos, comparada com a dos gregos não é significativa – parece que a lógica das proposições foi adiantada por alguns budistas, sendo que a lógica das expressões substantivas foi mais firmemente desenvolvida, sem atingir, entretanto, o nível da silogística aristotélica; a lógica indiana se desenvolveu independentemente da lógica grega, e foi severamente limitada pelo não uso de variáveis. A lógica chinesa, nada relevante, lidou essencialmente com questões relativas a dilemas morais e práticos, por um lado, e com interpretações místicas da vida, de outro – não avançou além do estágio alcançado pelos sofistas, no século V a.C

(D'Ottaviano, 2003)

A lógica moderna inicia-se no século XVII, com Leibniz, e tem seu desenvolvimento em paralelo com os novos desenvolvimentos e ramos da matemática.

Em seu *Dissertatio de Arte Combinatória*<sup>45</sup> (Thomas, 2000) Leibniz inicia um ambicioso programa com o objetivo de criar uma linguagem e uma notação

---

este. Além de Sócrates, a doutrina dos megáricos possui relações estreitas com o eleatismo, principalmente quanto à afirmação da unidade do Ser como princípio da realidade. Os principais representantes da escola megárica são Eubúlides, Fílon de Mégara, Diodoro Cronos, Alexinos e Estílpon. Este último teria exercido influência sobre as concepções filosóficas de Zenão de Cítio, fundador do pensamento estóico e de Brisão, o qual, parece ter sido mestre de Pirro, um dos fundadores da escola céptica. Assim, pode-se compreender as influências megáricas presentes nesta corrente de pensamento.

<sup>45</sup> The *Dissertatio de arte combinatoria* was published by Gottfried Leibniz in 1666. It is a youthful work, written before the author had seriously undertaken the study of mathematics. Although it is a very original work and it provided the author the first glimpse of fame among the scholars of his time he often regretted its publication because he considered it premature. The main idea behind the text is that of an alphabet of human thought, which is attributed to Descartes. All

perfeitas e universais com o objetivo de expressar as novas descobertas da matemática e de formalizar os antigos paradoxos e problemas. Esta linguagem propiciaria um conhecimento fundamental de todas as coisas. Leibniz acrescentou a seu trabalho o projeto da construção de um *calculus ratiocinator*, ou cálculo da razão.

Apesar do programa de Leibniz, na forma introduzida por ele, não ser teoricamente exeqüível, o *calculus ratiocinator* constituiu um importante precursor da metodologia da lógica contemporânea.

(D'Ottaviano, 2003)

Hoje sabemos que o programa de Leibniz, da forma como foi idealizado por ele, não seria exeqüível devido às limitações dos sistemas formais expostos por Kurt Godel em seus famosos resultados acerca dos teoremas da incompletude.

No entanto, o cerne deste tese consiste em investigar a possibilidade de transposição destes teoremas por linguagens formais que utilizem em seus fundamentos sistemas lógicos estendidos e desviantes em relação à lógica clássica.

---

concepts are nothing but combinations of a relatively small number of simple concepts, just as words are combinations of letters. All truths may be expressed as appropriate combinations of concepts, which can in turn be decomposed into simple ideas, rendering the analysis much easier. Therefore, this alphabet would provide a logic of invention, opposed to that of demonstration which was known so far.

A "Dissertação sobre a arte combinatória" foi publicada por Gottfried Leibniz em 1666. Trata-se de uma obra da juventude, escrita antes do autor se dedicar com mais seriedade ao estudo da matemática. Entretanto, trata-se de um trabalho de grande originalidade que fez com que o autor tivesse seu nome reconhecido entre os acadêmicos de sua época.

Ele chegou a se arrepender de sua publicação por considerar o trabalho prematuro. A principal ideia subjacente ao texto é o conceito de um alfabeto do pensamento humano, atribuída inicialmente a Descartes. Todos os conceitos não seria mais do que combinações de um número relativamente pequeno de conceitos básicos, da mesma forma que palavras são combinações de letras. Todas as verdades poderiam ser expressas como combinações apropriadas de conceitos, os quais podem por sua vez ser decompostos em conceitos simples (básicos), tornando a análise muito mais simples. Consequentemente, este alfabeto irá prover uma lógica da invenção, em oposição a lógica demonstrativa que era conhecida até então.

Entretanto, as contribuições de Leibniz para a lógica permaneceram, na maioria, não publicados durante sua vida, tendo ficado desconhecidos até o princípio do século XX.

(D'Ottaviano, 2003)

É difícil prever que rumos teriam tomado o desenvolvimento dos sistemas lógicos caso as obras de Leibniz tivessem sido publicadas anteriormente.

Leibniz antecipou o uso de quantificadores. E em vários de seus trabalhos chamou a atenção sobre a lei de identidade e da lei de não contradição, parecendo considerá-las suficientes para a demonstração das verdades necessárias a um sistema lógico formal<sup>46</sup>.

Devemos mencionar, entre os precursores da lógica contemporânea: Boole<sup>47</sup> e De Morgan<sup>48</sup> em álgebra da lógica; Peirce, precursor da pesquisa moderna, que introduziu a definição de ordem simples, o primeiro tratamento do cálculo proposicional como um cálculo de dois valores de verdade e a definição de igualdade, tendo iniciado em 1881 o tratamento dos fundamentos da aritmética; Schroder<sup>49</sup>; e McColl<sup>50</sup> que em 1877, construiu o primeiro cálculo de proposições.

---

<sup>46</sup> Podemos observar que Leibniz não parecia considerar a lei do terceiro excluído tão básica e necessária como as outras.

<sup>47</sup> George Boole (2 de Novembro de 1815 — 8 de Dezembro de 1864) foi um matemático e filósofo britânico, criador da Álgebra Booleana, base da atual aritmética computacional.

<sup>48</sup> Augustus De Morgan (Madura, Índia, 27 de junho de 1806 — Londres, 18 de março de 1871) foi um matemático e lógico britânico. Formulou as Leis de De Morgan e foi o primeiro a introduzir o termo e tornar rigorosa a ideia da indução matemática.

<sup>49</sup> Friedrich Wilhelm Karl Ernst Schröder (Mannheim, 25 de novembro de 1841 — Karlsruhe, 16 de junho de 1902) foi um matemático alemão. É mais conhecido por seu trabalho sobre lógica algébrica. Importante figura na história da lógica matemática (uma expressão que talvez tenha sido inventada por ele), pelo fato de ter resumido e depois ampliado os trabalhos iniciados por George Boole, Augustus De Morgan, Hugh MacColl e especialmente Charles Peirce. Ele é mais conhecido por seu monumental trabalho *Vorlesungen über die Algebra der Logik*, em 3 volumes, o qual preparou o caminho para o desmembramento da lógica matemática em uma disciplina separada durante o século XX, pela sistematização de vários raciocínios lógicos formais da época.

Hugh MacColl (1837-1909) was a Scot who trained as a mathematician and became a logician. MacColl was the youngest son of a poor highland family which was at least in part Gaelic-speaking. Hugh's father died when he was still an infant, and Hugh was brought up largely thanks to the efforts of his elder brother, Malcolm MacColl[citation needed], an Anglican clergyman and friend and political ally of William Ewart Gladstone. Early in his acquaintanceship with Gladstone, Malcolm MacColl persuaded the Liberal politician to provide funds for Hugh's education at Oxford. It was proposed to send him to St Edmund Hall, but Gladstone made this conditional on Hugh MacColl agreeing to take orders in the Church of England. Hugh MacColl refused this condition and, as a result, never obtained a university education, which may have limited his contribution to philosophy, and certainly prevented him from ever obtaining a formal academic position. After a few years working in different areas of Great Britain, MacColl moved to Boulogne-sur-Mer, France, where he developed the greater part of his work and went on to become a French citizen. He is known for three main accomplishments: In 1877-79, while working out a problem involving integration, he published a four-part article setting out the first known variant of the propositional calculus, calling it the "calculus of equivalent statements", preceding Gottlob Frege's *Begriffsschrift*. He subsequently published 11 articles in *Mind*, 1880-1908, and a text,[2] in an effort to draw the attention of philosophers to his work. C. I. Lewis credited MacColl's late work on the nature of implication as the source of the basic ideas behind Lewis's pathbreaking work in modal logic. MacColl's work represents one of the first approaches to logical pluralism where he explores the possibilities of modal logic, logic of fictions, connexive logic, many-valued logic and probability logic.

Hugh MacColl (1837-1909) foi um escocês que se formou em matemática e se tornou um lógico. MacColl foi o filho mais novo de uma pobre família das terras altas na qual pelo menos em parte se falava a língua Gaélica. O pai de Hugh morreu quando ele era ainda uma criança, e Hugh foi criado principalmente graças aos esforços de seu irmão mais velho, Malcolm MacColl, Um clérigo anglicano, amigo e aliado político de William Ewart Gladstone. Logo no início de seu relacionamento com Gladstone, Malcolm MacColl persuadiu o político liberal a prover fundos para educação de Hugh MacColl. Foi proposto envia-lo à St Edmund Hall, mas Gladstone condicionou o favor a submissão de MacColl a igreja inglesa. Hugh MacColl recusou esta condição e como resultado nunca obteve uma educação universitária, fato que pode ter limitado suas contribuições para a filosofia, e certamente o impediu de obter um cargo formal na academia. Após alguns anos trabalhando em diferentes áreas da Inglaterra, MacColl mudou-se para Boulogne-sur-Mer, França, onde ele desenvolveu a maior parte de seu trabalho e obteve a cidadania francesa. Ele tornou-se conhecido por três principais conquistas: em 1877-79, enquanto trabalhava em um problema envolvendo integração, ele publicou um artigo em quatro partes estabelecendo a primeira variação conhecida do cálculo proposicional, a qual chamou de "cálculos das proposições equivalentes", precedendo o *Begriffsschrift* de Gottlob Frege. mais tarde, publicou 11 artigos entre 1880-1908, e um texto destinado a atrair a atenção dos filósofos sobre seu trabalho. C. I. Lewis credita ao trabalho da maturidade de MacColl sobre a natureza das implicações como a fonte de ideias básicas e fundamentais por trás do trabalho pioneiro de Lewis em lógica modal. O trabalho de

Além destes precursores citados acima, daremos especial ênfase ao russo Nicolai Vasiliev devido a sua busca por sistemas lógicos mais flexíveis, que pudessem representar formalmente a linguagem natural, e a grande influencia sofrida por sua obra a partir do surgimento das Geometrias não Euclidianas.

Apesar do trabalho precursor destes autores, que já se contrapunham a posição kantiana de que nada relevante poderia ser acrescentado à lógica Aristotélica, a pedra de toque da lógica moderna se encontra no trabalho de Gottlob Frege<sup>51</sup>. O pensamento de Frege, fundador do logicismo<sup>52</sup>, encontrava-se

---

MacColl representa um dos primeiros esforços em direção a um pluralismo lógico onde ele explora as possibilidades da lógica modal, lógica das ficções, lógica conectiva, lógica multi-valorada e lógica probabilística.

<sup>51</sup> Friedrich Ludwig Gottlob Frege (Wismar, 8 de novembro de 1848 — Bad Kleinen, 26 de julho de 1925) foi um matemático, lógico e filósofo alemão. Trabalhando na fronteira entre a filosofia e a matemática, Frege foi o principal criador da lógica matemática moderna, sendo considerado, ao lado de Aristóteles, o maior lógico de todos os tempos. Estudou nas universidades de Jena e Gotinga e tornou-se professor de Matemática em Jena, onde lecionou primeiro como docente e, a partir de 1896, como catedrático, onde permaneceu até sua morte. Em 1879 publicou *Begriffsschrift* (1879, Ideografia (Ideography) é uma tradução sugerida em carta pelo próprio autor, outra opção seria Notação Conceptual), onde, pela primeira vez, se apresentava um sistema matemático lógico no sentido moderno. Em parte incompreendido por seus contemporâneos, tanto filósofos como matemáticos, Frege prosseguiu seus estudos e publicou, em 1884, *Die Grundlagen der Arithmetik* (Os Fundamentos da Aritmética).

<sup>52</sup> No início do século algumas dúvidas começaram a abalar a confiança dos matemáticos no grau de perfeição lógica: o surgimento, por volta de 1900, de numerosos paradoxos ou antinomias especialmente na teoria dos conjuntos. O surgimento de tais contradições mostrava que havia algum defeito nos métodos. Será que se poderia ter certeza de que ao usar os axiomas de um sistema rigidamente lógico - o grande sonho de tantos matemáticos do início do século XX de reduzir a matemática à lógica - nunca se chegaria a uma contradição dentro dos axiomas do sistema? Este quadro estimulou a criatividade matemática. Na tentativa de se resolverem os paradoxos surgiram 3 grandes escolas da lógica : a Logicista , a Intuicionista e a Formalista. No domínio dos fundamentos da matemática e da filosofia da matemática a teoria logicista propõe-se demonstrar a reducibilidade das proposições da matemática (pura) a proposições da lógica.

praticamente desconhecido até ser trazido à tona por Russel<sup>53</sup>, que após localizar uma possível falha estrutural, o paradoxo de Russel<sup>54</sup>, reconstrói o edifício logicista junto com Whitehead<sup>55</sup> em seu Principia Mathematica<sup>56</sup>.

---

<sup>53</sup> Bertrand Arthur William Russell, 3º Conde Russell (Ravenscroft, País de Gales, 18 de Maio de 1872 — Penrhyndeudraeth, País de Gales, 2 de Fevereiro de 1970) foi um dos mais influentes matemáticos, filósofos e lógicos que viveram no século XX.

<sup>54</sup> O paradoxo de Russell é um paradoxo descoberto por Bertrand Russell em 1901 e que prova que a teoria de conjuntos de Cantor e Frege é contraditória. Considere-se o conjunto M como sendo "o conjunto de todos os conjuntos que não se contêm a si próprios como membros". Formalmente: A é elemento de M se e só se A não é elemento de A. No sistema de Cantor, M é um conjunto bem definido. Será que M se contém a si mesmo? Se sim, não é membro de M de acordo com a definição. Por outro lado, supondo que M não se contém a si mesmo, tem de ser membro de M, de acordo com a definição de M. Assim, as afirmações "M é membro de M" e "M não é membro de M" conduzem ambas a contradições. No sistema de Frege, M corresponde ao conceito não recai no conceito da sua definição. O sistema de Frege também conduz a contradições: de que há uma classe definida por este conceito, que recai no conceito da sua definição apenas no caso de não recai.

<sup>55</sup> Alfred North Whitehead (Ramsgate, 15 de fevereiro de 1861 — Cambridge, 30 de dezembro de 1947) foi um filósofo e matemático britânico. Renomado pesquisador na área da filosofia da ciência, principalmente no que diz respeito aos fundamentos da matemática. Juntamente com Bertrand Russell, escreveu Principia Mathematica.

<sup>56</sup> The Principia Mathematica is a three-volume work on the foundations of mathematics, written by Alfred North Whitehead and Bertrand Russell and published in 1910, 1912, and 1913. In 1927 it appeared in a second edition with an important Introduction To the Second Edition, an Appendix A that replaced \*9 and an all-new Appendix C. PM, as it is often abbreviated (not to be confused with Russell's 1903 Principles of Mathematics), is an attempt to derive all mathematical truths from a well-defined set of axioms and inference rules in symbolic logic. One of the main inspirations and motivations for PM was Frege's earlier work on logic, which had led to paradoxes discovered by Russell. These were avoided in PM by building an elaborate system of types: a set of elements is of a different type than is each of its elements (set is not the element; one element is not the set) and one cannot speak of the "set of all sets" and similar constructs, which lead to paradoxes (see Russell's paradox). PM is widely considered by specialists in the subject to be one of the most important and seminal works in mathematical logic and philosophy since Aristotle's Organon. The Modern Library placed it 23rd in a list of the top 100 English-language nonfiction books of the twentieth century.

O Principia Mathematica consiste em uma obra em três volumes sobre os fundamentos da matemática, escrito por Alfred North Whitehead e Bertrand Russell e publicado em 1910, 1912, e

---

1913. Em 1927 ele aparece em uma segunda edição com uma importante introdução a segunda edição. PM, como costuma ser tradicionalmente abreviado (para evitar confusões com a obra de Russel de 1903 "Os princípios da Matemática"), é uma tentativa de derivar todas as verdades matemáticas a partir de um conjunto bem definido de axiomas e regras de inferências em lógica simbólica. Uma das motivações principais para o PM foi o trabalho pioneiro de Frege em lógica, que conduziu a descoberta do paradoxo de Russel. Os paradoxos descobertos por Russel na obra de Frege foram evitados no PM através da construção de um elaborado sistema de tipos: um conjunto de elementos pertence a um tipo diferente do tipo de seus elementos (conjunto não é elemento; um elemento não é um conjunto) e desta forma, impede-se que se fale do conjunto de todos os conjuntos e construções similares que conduzem a paradoxos. PM é considerada por especialistas na área como um dos mais importantes trabalhos em lógica matemática e filosofia desde o Organon de Aristóteles.

### 3.7 – A questão do comprometimento ontológico dos quantificadores

Não sabemos com precisão o nível de comprometimento ontológico de Aristóteles com as variáveis ligadas a um quantificador, mas pessoalmente acredito que Aristóteles confiava<sup>57</sup> demais na natureza para acreditar que a proposição  $(\exists x)Fx$  ou  $(x)Fx$  pudessem fazer algum sentido caso este  $x$  cuja propriedade  $F$  ocorre para todos ou para pelo menos um não for semanticamente viável em pelo menos um domínio e uma interpretação.

Nos exemplos tradicionais do critério de comprometimento ontológico de Quine (cerca de dois mil e quinhentos anos depois de Aristóteles), uma interpretação sem sentido de  $(\exists x)Fx$  seria “Pelo menos um animal é um unicórnio”. Desta forma estaríamos afirmando algo que não existe de fato ou “objectualmente”<sup>58</sup>, mas o que dizer a respeito de objetos abstratos como os referentes da matemática ou de meta objetos como os referentes dos próprios sistemas lógicos ou de objetos imaginários, onde um unicórnio se encaixaria perfeitamente.

Segundo esta linha de raciocínio, a única objeto  $x$  que não poderia jamais estar ligado a um quantificador existencial seria aquele  $x$  cujo predicado  $F$  fosse inconcebível, em qualquer dos domínios aos quais somos cognitivamente abertos.

Através de uma teoria objectual deste gênero, totalmente aberta, seríamos invariavelmente conduzidos ao aforismo chavão do *Tractatus Lógico philosophicus* de Ludwig Wittgenstein:

Sobre o que não se pode falar deve-se calar.  
(TLF aforismo 7, Wittgenstein, 1921)

Ou, sobre entidades com propriedades inconcebíveis não se deve quantificar.

A posição de Quine, no entanto, e a de vários que o antecederam no círculo de Viena foi a de aplicar uma teoria objectual dos quantificadores restrita,

---

<sup>57</sup> Antes da revolução das geometrias não euclidianas, não parecia haver distinção entre axioma e postulado, ou seja, se um fato parecia coincidir de forma indiscutível com a realidade não havia motivos para supor que ele pudesse conduzir a uma contradição.

<sup>58</sup> Termo a ser longamente discutido

limitando a análise e a conferência (por correspondência com a realidade) do valor semântico de uma proposição a sua verificabilidade na realidade física, intersubjetiva. Este era um dos grandes pontos do positivismo lógico vienense e uma hipótese bastante plausível para a afirmação de Wittgenstein de que seus pares não compreenderam bem o seu TLP é o fato do critério de comprometimento ontológico ser aplicado de forma restrita por uns (limitando-se a objetos intersubjetivos) e de forma geral para outros (limitando-se apenas ao limite do concebível).<sup>59</sup>

“Um estado de coisas é pensável” significa: podemos figurá-lo.  
(TLF aforismo 3.01, Wittgenstein, 1921)

Outra contribuição significativa de Aristóteles ao estudo da lógica e de particular interesse ao tema abordado, surgida ao longo de sua exploração das possíveis formalizações da linguagem informal é o surgimento dos operadores modais, ou o conceito de operadores modais, uma vez que, aparentemente Aristóteles não chega a formalizá-los<sup>60</sup> e inseri-los em seu cálculo proposicional, mas percebe e aponta sua relevância e utiliza-os informalmente para expor a distinção entre argumentos dedutivos e argumentos indutivos.

---

<sup>59</sup> As teorias objectuais e substitucionais dos operadores e uma discussão mais detida do critério de comprometimento Ontológico de Quine devem ser deixadas para outra ocasião devido a limitações de tempo, espaço e objetividade.

<sup>60</sup> Mais tarde, durante a nova revolução da lógica ocorrida no início do século XX, surgirão diversos sistemas lógicos modais devidamente formalizados, entre eles o mais conhecido é o sistema S5 que utiliza os operadores possível e necessário.

### 3.8 – Os três princípios básicos

Nos *Analytica a Priora*, Aristóteles refere-se explicitamente aos três princípios básicos da lógica clássica: O princípio de identidade (PI)<sup>61</sup> que diz que um indivíduo é sempre igual a si mesmo, representado tradicionalmente na forma  $(A=A)$ , o princípio de não contradição (PNC) que diz que nenhum sistema suporta a existência simultânea de contrários sob pena de cair na trivialidade<sup>62</sup>, tradicionalmente representado como  $\sim(Ae\tilde{A})$  e o princípio do terceiro excluído (PTE), que diz que ao provarmos a falsidade de algo estamos automaticamente afirmando a veracidade de seu oposto diametral e desconsidera instâncias intermediárias entre os opostos i.e,  $(A \text{ ou } \tilde{A})$ .

---

<sup>61</sup> Mais tarde Leibniz irá criar o princípio de identidade de Leibniz que afirma que  $(x)(y)Fx=Fy \rightarrow x=y$ , ou seja, para todo par de indivíduos, se estes indivíduos possuírem todos os seus atributos em comum, então eles são o mesmo indivíduo.

<sup>62</sup> O PNC parece ser equivalente ao princípio do pseudo escoto (PE) que afirma que de a partir de uma contradição podemos provar qualquer coisa  $(A \text{ e } \tilde{A} \vdash W)$ , ou a partir de uma superposição de contrários, um paradoxo, podemos demonstrar como um teorema qualquer fórmula do sistema.

### 3.9 – A questão da possibilidade de mecanização dos silogismos aristotélicos

Uma questão relevante que salta aos olhos neste momento é o fato da descrição do processo de construção e prova de verdades do sistema descrito por Aristóteles assemelhar-se sobremaneira a descrição de um processo algoritmizável, ou seja, um processo genérico passível de descrição e reprodução através de uma máquina que possua uma estrutura causal (física) equivalente a estrutura formal da descrição do processo, como por exemplo, um de nossos modernos computadores.

Acredito que seremos justos ao resumir desta forma a ambição dos diversos programas provadores de teoremas disponíveis na comunidade acadêmica, no entanto, alguns procedimentos e provas baseadas nos princípios aristotélicos não parecem ser algoritmizáveis em uma máquina de Turing universal (UTM), principalmente o controverso (PTE).

Para um computador atual, a prova de  $A$  não implica automaticamente em uma anti-prova de  $\bar{A}$ , e vice versa, no paradigma computacional de Church/Turing termos contrários devem ser provados independentemente. A lógica intuicionista aposta em uma restrição ao (PTE) visando à construção de uma lógica totalmente algoritmizável em uma máquina Church/Turing

Desta forma, ao contrário do que desejam os intuicionistas e os provadores de teoremas automáticos nos sistemas lógicos que preservam alguma versão forte do princípio do terceiro excluído nem todas as provas podem ser transformadas em programas, como, por exemplo, as provas por redução ao absurdo, como a famosa prova por redução ao absurdo de que a raiz de 2 é um número irracional<sup>63</sup>.

Este tipo de prova é considerado não algorítmico pelos padrões da lógica intuicionista, pois para uma máquina de Turing, a prova de que  $\bar{A}$  é falso não implica diretamente em uma prova de  $A$ , logo, a prova de que a raiz de dois não é um número racional não prova automaticamente que raiz de dois é um número irracional.

---

<sup>63</sup> A notação está um pouco adaptada devido a limitações do editor de texto que em breve serão superadas!(N.A.).

Se excluirmos o (PTE) excluimos também um grande número de provas tradicionalmente aceites pela matemática, pela lógica e pela filosofia<sup>64</sup>.

---

<sup>64</sup>

Como por exemplo a famosa prova de que a raiz de 2 é irracional (Hardy, 2000 pg 89)

### 3.10 - A crise dos paradoxos

O presente trecho possui um objetivo primário e três objetivos secundários:

O objetivo primário é a investigação etimológica e epistemológica do termo e do conceito de paradoxo, e os três objetivos secundários são: investigar a possibilidade de que todos os paradoxos sejam vestimentas diferentes para uma mesma forma lógica, investigar a possibilidade de que todos os paradoxos se originem de uma mesma fonte de inefabilidade do real e por último, investigar a possibilidade de que um sistema livre de paradoxos sempre será uma reprodução de uma perspectiva parcial do real não abrangendo a totalidade dos fenômenos e desta forma não servindo aos objetivos principais de um modelo científico.

Um paradoxo é uma declaração aparentemente verdadeira que leva a uma contradição lógica, ou a uma situação que contradiz a intuição comum.

A etimologia da palavra paradoxo pode ser traçada a textos que remontam à aurora da Renascença, um período de acelerado pensamento científico na Europa e Ásia, iniciado por volta do ano de 1500. As primeiras formas da palavra tiveram por base a palavra latina paradoxum, mas também são encontradas em textos em grego como paradoxon<sup>65</sup>. A palavra é composta do prefixo para-, que quer dizer "contrário a", "alterado" ou "oposto de", conjugada com o sufixo nominal doxa, que quer dizer opinião.

No âmbito da linguagem natural os paradoxos são facilmente aceitáveis, mas os problemas para a ciência começam quando tentamos construir linguagens formais livres de dubiedades e contradições. Desde a afirmação Galileiana de que a matemática é a linguagem da natureza<sup>66</sup>, fundamos as demais ciências setoriais física, biologia etc. no formalismo matemático e buscamos, por sua vez, os fundamentos deste formalismo.

---

<sup>65</sup> The etymology of paradox can be traced back to at least Plato's Parmenides, where Zeno of Elea used the word "paradoxon" to describe some of his seminal philosophic ideas.

A etimologia do termo paradoxo pode ser reconstituída pelo menos até o Parmenides de Platão, onde Zenão de Elea utiliza a palavra "paradoxon" para descrever algumas de suas principais ideias.

<sup>66</sup> Em "Il Saggiatore", 1623, disponível em [www.dominiopublico.com.br](http://www.dominiopublico.com.br)

A matemática sempre ofereceu boas razões para sua confiabilidade, mas também sempre apresentou zonas de sombras que desafiavam aqueles que buscavam uma fundamentação absoluta.

A partir das geometrias não euclidianas o conceito de axioma se distancia da ideia de auto-evidencia e a busca de consistência se torna uma obsessão<sup>67</sup> que pode ser bem exemplificada passando pela linha Hilbert<sup>68</sup>, Frege<sup>69</sup>, Russel<sup>70</sup> e Godel<sup>71</sup>. Cada um deles propôs desafios, soluções ou localizou erros no trabalho dos outros exibindo a resistência dos paradoxos dentro de sistemas complexos.

---

<sup>67</sup> Priest, Grahan, What is So Bad about Contradictions?, Journal of Philosophy,95,1998

<sup>68</sup> David Hilbert, Mathematical Problems,Lecture delivered before the International Congress of Mathematicians at Paris in 1900

<sup>69</sup> Begriffsschrift ('Notação de conceito'), eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens , Halle a. S., 1879.

<sup>70</sup> Whitehead, Alfred North, and Bertrand Russell. Principia Mathematica, 3 vols, Cambridge University Press, 1910, 1912, and 1913. Second edition, 1925 (Vol. 1), 1927 (Vols 2, 3). Abridged as Principia Mathematica to \*56, Cambridge University Press, 1962.

<sup>71</sup> Kurt Godel, On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems, Dover Publications (April 1, 1992)

### 3.11 - Por que contradições são ruins?

Este sub-capítulo é baseado no artigo "What's so Bad About Contradictions?" de autoria de Graham Priest.

Logo no início de sua argumentação, Priest afirma, de forma análoga como temos afirmado neste trabalho, que não está advogando a favor de todo e qualquer tipo de contradição, mas de algumas classes e tipos específicos de contradições.

Para nos mantermos no próprio exemplo utilizado por Priest

"It would be irrational to believe that I am a fried egg"<sup>72</sup>

No entanto, Priest argumenta não haver nada de errado, ou de irracional em acreditar que a sentença do mentiroso<sup>73</sup> é simultaneamente verdadeira e falsa constituindo desta forma uma contradição possível e aceitável.

---

<sup>72</sup> Seria irracional acreditar que eu sou um ovo frito

<sup>73</sup> Em filosofia e lógica, o paradoxo do mentiroso abrange afirmações paradoxais como: Estou mentindo agora ou Esta afirmação é falsa. Para evitar que uma afirmação se refira ao seu próprio valor lógico, também se pode construir o paradoxo da seguinte forma: A afirmação seguinte é verdadeira. A afirmação anterior é falsa. A versão mais antiga do paradoxo do mentiroso é atribuída ao filósofo grego Ebulides de Mileto que viveu no século IV a.C.. Presumivelmente, Ebulides disse: Um homem diz que está mentindo. O que ele diz é verdade ou mentira?

O "Paradoxo de Epiménides" é muitas vezes considerado um termo equivalente a "Paradoxo do mentiroso" e é também o tipo de "Paradoxo do mentiroso" mais conhecido do público em geral. Contudo, a equivalência dos dois é muito questionável: Epiménides foi um filósofo-poeta do Século VI a.C.. Sendo ele próprio um minoano, terá presumivelmente escrito: Os minoanos são sempre mentirosos. (Bíblia, Novo Testamento, Epístola a Tito 1:12) Apesar de as palavras de Epiménides terem sido ditas substancialmente antes que as de Ebulides, é provável que Epiménides não as tenha dito com a intenção de serem interpretadas como uma forma do Paradoxo do mentiroso. Não se sabe muito sobre as circunstâncias em que as proferiu, os poemas originais que as contêm foram perdidos e o único relato confirmado delas é de São Paulo, que as cita na Epístola a Tito (onde, sem discussão, elas também não foram ditas com intenção paradoxal). Foi apenas muito mais tarde que a supramencionada passagem da Bíblia foi revisitada e referida como o Paradoxo de Epiménides. Não se sabe (embora se duvide muito) se Ebulides tinha conhecimento das, ou fazia referência às palavras de Epiménides na sua contemplação original do Paradoxo do mentiroso. Por estas razões, Ebulides é correctamente e actualmente considerado como a fonte mais antiga do Paradoxo do mentiroso.

Priest afirma que, em suas defesas habituais da possibilidade da aceitação de determinadas classes de contradições dentro de sistemas formais, costuma encontrar cinco objeções mais comuns e se propõe, contribuindo de forma inestimável para nossa discussão, a responde-las.

As objeções são as seguintes:

- 1 – Contradictions entail everything
- 2 – Contradictions can't be true
- 3 – Contradictions can't be believed rationally
- 4 – If contradictions were acceptable, people could never be rationally criticized.
- 5 – If contradiction were acceptable, no one could deny anything<sup>74</sup>

Em nossa opinião, as afirmações 1, 4 e 5 parecem afirmar a mesma coisa, conhecida no jargão lógico como princípio de explosão ou em sua versão latina pseudo-scottus, principio que afirma que se aceitarmos uma contradição em um sistema formal, então todas as formulas poderão ser consideradas teoremas do sistema.

Priest aparentemente concorda com esta avaliação:

"I will take them in that order. What I have to say about the first objection is the longest. This is because it lays the basis for all the others"<sup>75</sup>

---

Indo mais além, se as palavras de Epiménides são simplesmente falsas, então o facto de ele próprio enganar ou mentir não faz de todos os seus compatriotas mentirosos. Uma proposição falsa como Os minoanos são sempre mentirosos. pode assim permanecer falsa, porque não existem provas de que os minoanos são efectivamente mentirosos. Assim, a afirmação de Epiménides não é paradoxal se falsa. Há também razões para dizer que a afirmação não é necessariamente paradoxal mesmo sendo verdadeira (Os minoanos podem por vezes, mas não sempre, ser mentirosos). O Paradoxo do mentiroso de Ebulides, por outro lado, é paradoxal per definitionem.

<sup>74</sup> 1 – Contradições implicam em qualquer coisa, 2 – Contradições não podem ser verdadeiras, 3 – Contradições não podem ser crenças racionais, 4 – Caso contradições sejam aceitáveis, não seria possível criticar nenhum argumento, 5 – Caso contradições sejam aceitáveis, não seria possível negar nenhuma afirmação.

<sup>75</sup> Eu irei responde-las nesta ordem, mas o que tenho para dizer sobre a primeira objeção é mais extenso, pois ela estabelece a base para todas as outras respostas.

A primeira objeção, que representa o grande problema a ser enfrentado pode ser colocada da seguinte forma: O pensamento racional funda-se na relação causal, todo efeito depende e deriva de uma causa, mais de uma contradição pode-se derivar tudo, o que não é aceitável.

Este argumento, é conhecido como princípio da explosão e segundo o professor Priest não surge na antiguidade clássica junto com os silogismos aristotélicos e sim na idade média, oriundo de escolas de lógicos franceses.

Segundo Priest, a primeira ocorrência da formulação precisa do princípio de explosão surge no século 12, através do lógico parisiense, Willian of Soissons, que, aparentemente, pertenceu em algum momento, a escola de lógicos conhecida como Parvipontinians que eram conhecidos não só pelo fato de viverem sob uma pequena ponte, mas também por defenderem o princípio de explosão.

Depois disto, o princípio de explosão parece ser motivo de desavenças entre os lógicos medievais, aceito por alguns e negado por outros.

A aceitação e inclusão do princípio de explosão na lógica formal é de fato um fenômeno relativamente novo. Na segunda metade do século 19, uma versão da negação, agora conhecida como “negação booleana”, foi defendida por Boole e Frege entre outros, a negação booleana é explosiva<sup>76</sup> e foi incorporada na primeira lógica formal contemporânea, atualmente conhecida como lógica clássica.

Priest nos lembra de que a negação booleana não é uma verdade sacrossanta e inquestionável e aponta como exemplo deste fato a existência da negação intuicionista de características bastante diversas e não explosiva.

Lógicas nas quais o princípio de explosão não é aceito são em maior ou menor sentido e relevância lógicas paraconsistentes. Embora a construção moderna das lógicas formais paraconsistentes seja muito mais recente do que os fatos mencionados anteriormente.

---

<sup>76</sup> Em nosso ponto de vista, a negação booleana é explosiva por que representa uma negação forte, sem possibilidade de termos intermediários como os propostos pela lógica fuzzy de zadeh

### **3.12 - Lógicas estendidas e lógicas desviantes**

Os termos lógicas estendidas e lógicas desviantes foram cunhados por Susan Haack (Haack, 2002) e expressam as seguintes idéias:

Lógicas estendidas são aquelas as quais acrescentamos elementos da linguagem (léxico) e regras de derivação desde que estas não firam os três princípios básicos da lógica clássica (Princípio de identidade, princípio de não contradição e princípio do terceiro excluído).

Lógicas desviantes, por sua vez, são sistemas lógicos que questionam em maior ou menor grau um ou mais dos três princípios básicos, ataques específicos a cada um dos três princípios básicos da lógica clássica irão gerar famílias de lógicas não clássicas.

### 3.13 - Lógicas intuicionistas e polivalentes

A mais comum e aceita destas lógicas não clássicas é a lógica fuzzy ou lógica difusa, derivada do questionamento do princípio do terceiro excluído no qual se fundam as lógicas bivalentes.

Esta lógica surge a partir da percepção de que nem sempre se pode atribuir com certeza uma determinada categoria a um objeto, ou de que determinados objetos possam ser classificados sem problemas em duas ou mais categorias diferentes parece bastante semelhante aos problemas apresentados pela LÓGICA FUZZY, introduzida pelo professor LOFTI A. ZADEH<sup>77</sup> em seu artigo sobre FUZZY SETS ou conjuntos difusos publicado em 1965.

“Um conjunto difuso é uma classe de objetos com um contínuo de gradações de pertinência. Este conjunto é caracterizado por uma função de pertinência que retorna, para cada objeto, um nível de pertinência entre 0 e 1 ...<sup>78</sup>”  
(Zadeh, 1965)

Os conjuntos difusos ou confusos do professor ZADEH, são conjuntos cuja definição não possui valores absolutos mas apenas valores relativos como nos mostram seus próprios exemplos.

---

<sup>77</sup> Until 1965, Dr. Zadeh's work had been centered on system theory and decision analysis. Since then, his research interests have shifted to the theory of fuzzy sets and its applications to artificial intelligence, linguistics, logic, decision analysis, control theory, expert systems and neural networks. Currently, his research is focused on fuzzy logic, soft computing, computing with words, and the newly developed computational theory of perceptions and natural language. (The Berkeley Initiative in Soft Computing )

Até 1965, o trabalho do Dr. Zadeh foi centrado em teoria dos sistemas e análise decisória. Após este período, seus interesses de pesquisas se mudaram para os conjuntos difusos e suas aplicações para a inteligência artificial, linguística, análise decisória, teoria do controle (cibernética), sistemas especialistas e redes neurais. Atualmente, sua pesquisa é focada em lógica difusa, programação de computadores, programação natural, e na recentemente desenvolvida teoria computacional das percepções e linguagem natural.

<sup>78</sup> “A fuzzy set is a class of objects with a continuum of grades of membership. Such a set is characterized by a membership (characteristic) function which assigns to each object a grade of membership ranging between zero and one...”

"Mais freqüentemente do que seu oposto, as classes encontradas no mundo físico real não possuem um critério de pertinência definido precisamente.

Por exemplo, a classe de todos os animais claramente inclui cachorros, cavalos, pássaros etc., e claramente exclui objetos como pedras, fluidos, plantas etc. Entretanto, objetos como estrelas do mar, bactérias etc... possuem um status ambíguo no que diz respeito à classe dos animais. O mesmo tipo de ambigüidade surge no caso de um número como 10 em relação à "classe" dos números reais que são muito maiores do que 1.

Claramente, a "classe de todos os números reais maiores que 1" ou a "classe das mulheres bonitas", ou a "classe dos homens altos", não constituem classes e conjuntos no sentido matemático usual destes termos.

Ainda assim, permanece o fato de que estas "classes" definidas imprecisamente possuem um importante papel no pensamento humano, particularmente no domínio do reconhecimento de padrões, comunicação da informação e abstrações.<sup>79</sup>

(Zadeh, 1965)

Como podemos observar nos exemplos acima, os FUZZY SETS são conjuntos cuja função de pertinência varia de acordo com referenciais que não

---

79

"More often than not, the classes of objects encountered in the real physical world do not have precisely defined criteria of membership.

For example, the class of animals clearly includes dogs, horses, birds, etc. as its members, and clearly excludes such objects as rocks, fluids, plants, etc. However, such objects as starfish, bacteria, etc. have an ambiguous status with respect to the class of animals. The same kind of ambiguity arises in the case of a number such as 10 in relation to the "class" of all real numbers which are much greater than 1.

Clearly, the "class of all real numbers which are much greater than 1" or "the class of beautiful women", or "the class of tall men", do not constitute classes or sets in the usual mathematical sense of this terms.

Yet, the fact remains that such imprecisely defined "classes" play an important role in human thinking, particularly in the domain of pattern recognition, communication of information and abstractions."

estão fixos, podendo ser redefinidos subjetivamente, permitindo que diferentes objetos possuam diferentes níveis de pertinência a estes conjuntos.

A existência de conjuntos definidos de forma relativa e não absoluta parece ser uma característica essencial da linguagem natural, que permite sua fantástica elasticidade, e de outros processos cognitivos humanos, como o reconhecimento de padrões. No entanto, a principal diferença entre a lógica dos conjuntos difusos e a programação orientada a protótipos é o fato de que na programação orientada a protótipos até mesmo um conjunto com uma função de pertinência bem definida pode possuir membros que possuam status variados de pertinência, como veremos a seguir com o exemplo da classe avó, a definição básica da classe avó é a do conjunto avó tal que  $avó = \{x : x \text{ mãe } y \text{ e } y \text{ mãe/pai } z\}$ , ou seja, o conjunto avó contém com igual grau de pertinência todas as mulheres cujas filhas ou filhos possuam filhos.

No entanto, existem outras características que definem os membros da classe das avós, como por exemplo, a existência de cabelos brancos e outras características comuns, desta forma, um membro da classe pode ser um representante mais adequado da classe do que outro, permitindo a existência de diversos níveis de pertinência, assim como ocorre na lógica fuzzy.

### 3.14 - Lógicas paraconsistentes

Entre os princípios básicos da lógica hoje dita 'clássica', de tradição aristotélica, figura o princípio da contradição, ou da não-contradição, como preferem alguns. Aquilo que se conhece como princípio da contradição pode ser formulado de vários modos, os quais não são entre si equivalentes. Em um deles, diz que dentre duas proposições contraditórias, isto é, tais que uma delas seja a negação da outra, uma delas deve ser falsa. Por exemplo, dado certo número natural  $n$ , então, dentre as duas proposições "O número  $n$  é par" e "O número  $n$  não é par", uma delas deve ser falsa. Em outros termos, proposições contraditórias não podem ser verdadeiras simultaneamente; assim, uma contradição, ou seja, uma proposição que é a conjunção de duas proposições contraditórias, como por exemplo "o número  $n$  é par e o número  $n$  não é par", não pode nunca ser verdadeira. Há no entanto outro forte motivo para se evitar proposições contraditórias e contradições. Tecnicamente, em um sistema dedutivo baseado na lógica clássica padrão, ou mesmo na maioria dos sistemas lógicos conhecidos, como a lógica intuicionista, se há dois teoremas contraditórios (ou se for derivada uma contradição), então todas as expressões bem formadas de sua linguagem (ditas "fórmulas" da linguagem) podem ser demonstradas. Em resumo, em tal sistema, prova-se tudo. Um sistema deste tipo é dito ser trivial.

Se  $A$  e se  $\neg A$  (a negação de  $A$ ) forem ambos os teoremas de um sistema dedutivo  $S$  fundamentado na lógica clássica, então toda fórmula  $B$  da linguagem de  $S$  é teorema de  $S$ .

Entre 1910 e 1913, o lógico polonês Jean Łukasiewicz (1876-1956) e o lógico russo Nicolai Vasiliev (1880-1940) chamaram a atenção, de forma independente, para o fato de que, similarmente ao que se deu com os axiomas da geometria euclidiana, alguns princípios da lógica aristotélica poderiam ser revisados, inclusive o princípio da contradição. Como se sabe, o questionamento do chamado quinto postulado de Euclides, o famoso 'postulado das paralelas', mostrou que ele era independente dos demais axiomas da geometria euclidiana, podendo portanto ser substituído por alguma forma de negação. Isso deu origem às chamadas "geometrias não-euclidianas", de extrema importância inclusive em

física. No campo da lógica, Łukasiewicz restringiu-se a análises críticas do princípio da contradição, enquanto que Vasiliev chegou a desenvolver uma silogística que limitava o uso do referido princípio.

Foi no entanto um discípulo de Łukasiewicz<sup>80</sup>, S. Jaśkowski (1906-1965), quem apresentou em 1948 uma lógica que poderia ser aplicada a sistemas

---

<sup>80</sup> Jan Łukasiewicz (Polish pronunciation: [jan wukaʂvʲitʂ]) (21 December 1878 – 13 February 1956) was a Polish logician and philosopher born in Lwów (Lemberg in German), Galicia, Austria–Hungary (now Lviv, Ukraine). His work centred on analytical philosophy and mathematical logic. He thought innovatively about traditional propositional logic, the principle of non-contradiction and the law of excluded middle.

A number of axiomatizations of classical propositional logic are due to Łukasiewicz. A particularly elegant axiomatization features a mere three axioms and is still invoked down to the present day. He was a pioneer investigator of multi-valued logics; his three-valued propositional calculus, introduced in 1917, was the first explicitly axiomatized non-classical logical calculus. He wrote on the philosophy of science, and his approach to the making of scientific theories was similar to the thinking of Karl Popper.

Łukasiewicz invented the Polish notation (named after his nationality) for the logical connectives around 1920. There is a quotation from his paper, Remarks on Nicod's Axiom and on "Generalizing Deduction", page 180.

"I came upon the idea of a parenthesis-free notation in 1924. I used that notation for the first time in my article Łukasiewicz(1), p. 610, footnote."

The reference cited by Łukasiewicz above is apparently a lithographed report in Polish. The referring paper by Łukasiewicz Remarks on Nicod's Axiom and on "Generalizing Deduction", originally published in Polish in 1931,[1] was later reviewed by H. A. Pogorzelski in the Journal of Symbolic Logic in 1965.[2]

In Łukasiewicz 1951 book, Aristotle's Syllogistic from the Standpoint of Modern Formal Logic, he mentions that the principle of his notation was to write the functors before the arguments to avoid brackets and that he had employed his notation in his logical papers since 1929.[3] He then goes on to cite, as an example, a 1930 paper he wrote with Alfred Tarski on the sentential calculus.[4]

This notation is the root of the idea of the recursive stack, a last-in, first-out computer memory store proposed by several researchers including Turing, Bauer and Hamblin, and first implemented in 1957. In 1960, Łukasiewicz notation concepts and stacks were used as the basis of the Burroughs B5000 computer designed by Robert S. Barton and his team at Burroughs

envolvendo contradições, mas sem ser trivial. O sistema de Jaśkowski, conhecido como lógica discussiva, ou discursiva, limitou-se a uma parte da lógica, que tecnicamente se denomina de cálculo proposicional, não tendo ele se ocupado da elaboração de lógicas paraconsistentes em sentido forte (envolvendo quantificação, por exemplo).

O lógico brasileiro Newton C. A. da Costa<sup>81</sup>, então professor da Universidade Federal do Paraná foi quem, independentemente de Jaśkowski<sup>82</sup>

---

Corporation in Pasadena, California. The concepts also led to the design of the English Electric multi-programmed KDF9 computer system of 1963, which had two such hardware register stacks. A similar concept underlies the reverse Polish notation (RPN, a postfix notation) of the Friden EC-130 calculator and its successors, many Hewlett Packard calculators, the Forth programming language, or the PostScript page description language.

Jan Lukasiewicz (21 de dezembro de 1878 - 13 de Fevereiro de 1956) foi um lógico polonês e filósofo nascido em Lwów, Galiza, Áustria-Hungria (hoje Lviv, na Ucrânia). Seu trabalho foi centrado na filosofia analítica e lógica matemática. Ele pensou de forma inovadora sobre a tradicional lógica proposicional, o princípio da não-contradição e a lei do terceiro excluído.

Uma série de axiomatizações da lógica proposicional clássica são devidas a Lukasiewicz. Ele era um investigador pioneiro de lógicas multi-valoradas, seu cálculo proposicional trivalente, introduzido em 1917, foi o primeiro cálculo lógico com uma axiomatização explicitamente não-clássica.

<sup>81</sup> Newton Carneiro Affonso da Costa (Curitiba, 16 de setembro de 1929) é um matemático, lógico e filósofo brasileiro, de reputação internacional devido principalmente aos seus trabalhos em lógica. Conseguiu três graduações pela Universidade Federal do Paraná: em 1952 formou-se em engenharia civil, e em 1955 e 1956 obteve o bacharelado e licenciatura em Matemática ambos pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.

Especializou-se em licenciatura de Matemática no ano de 1957, e concluiu o seu doutorado de análise matemática e análise superior no ano de 1961, sob a orientação de Edison Farah. Newton da Costa foi professor catedrático da UFPR, professor titular de Matemática e de Filosofia na USP, e professor titular na Unicamp. Foi, também, visitante em muitas entidades de pesquisa nas Américas e na Europa. Hoje é professor visitante do Departamento de Filosofia da UFSC.

<sup>82</sup> Stanisław Jaśkowski (22 de abril de 1906 - 16 de novembro de 1965) foi um lógico polonês que fez importantes contribuições à teoria da prova e semântica formal. Ele era um estudante de Jan Lukasiewicz e membro da Escola Lwów-Varsóvia da Lógica. Após sua morte, seu nome foi adicionado ao Genius parede da fama. Ele foi o presidente (reitor) da Universidade Nicolaus Copernicus

(cujos trabalhos haviam saído em polonês em uma publicação sem circulação internacional), iniciou a partir da década de 50 estudos no sentido de desenvolver sistemas lógicos que pudessem envolver contradições, motivado por questões de natureza tanto filosóficas quanto matemáticas. Os sistemas de da Costa (ele definiu uma hierarquia com uma infinidade de sistemas, as 'lógicas-C') se estenderam muito além do nível proposicional. Da Costa desenvolveu cálculos proposicionais, de predicados com e sem igualdade, cálculos com descrições, teorias de conjuntos (mais tarde desenvolveu vários outros sistemas), e é reconhecido internacionalmente como o criador das lógicas paraconsistentes (aliás, o termo "paraconsistente", que literalmente significa "ao lado da consistência", foi cunhado pelo filósofo peruano Francisco Miró Quesada<sup>83</sup> em 1976, em uma correspondência com da Costa).

---

Jaśkowski é considerado um dos fundadores da dedução natural, que ele descobriu independentemente de Gerhard Gentzen em 1930. (abordagem Gentzen se tornou mais popular.) Ele também foi um dos primeiros, senão o primeiro, propor um cálculo formal de tolerância incoerência (ou paraconsistente) lógica. Além disso, Jaśkowski foi um pioneiro na investigação de ambos lógica intuicionista e da lógica livre.

<sup>83</sup> Francisco Miró Quesada Cantuarias (21 December 1918) is a contemporary Peruvian philosopher who disputes the summary of human nature on the basis that any collective assumption of human nature would be unfulfilling and leave the public with a negative result. He made his debut in 1941 with *Sentido del movimiento fenomenológico* (Meaning of the phenomenological movement). The term paraconsistent logic was coined by Miró Quesada at the Third Latin America Conference on Mathematical Logic in 1976.

After Miró Quesada graduated from the University of San Marcos with a doctorate in Philosophy, he began teaching there as a professor of Contemporary Philosophy. Later, in 1952, he was granted a scholarship by UNESCO to go to France, Italy, and England to study the formation of the secondary teaching staff.

Francisco Miró Quesada Cantuarias (21 de dezembro de 1918) é um filósofo contemporâneo peruano que contesta a compreensão da natureza humana com base no pressuposto de que qualquer homogenização da natureza humana seria insatisfatória e resultaria em um resultado negativo. O termo lógica paraconsistente foi cunhado por Miró Quesada na América Latina na Terceira Conferência sobre a Lógica Matemática, em 1976.

Depois de Miró Quesada se formou na Universidade de San Marcos, com doutorado em Filosofia, começou a ensinar como um professor de Filosofia Contemporânea. Mais tarde, em 1952, foi concedida uma bolsa de estudos da UNESCO de ir para a França, Itália e Inglaterra, para estudar a formação do pessoal de ensino secundário.

Dito de modo não muito rigoroso, uma lógica é paraconsistente se pode fundamentar sistemas dedutivos inconsistentes (ou seja, que admitam teses contraditórias, e em particular uma contradição) mas que não sejam triviais, no sentido de que nem todas as fórmulas (expressões bem formadas de sua linguagem) sejam teoremas do sistema.

Em um sistema dedutivo  $S$  baseado em uma lógica paraconsistente, pode haver dois teoremas da forma  $A$  e  $\neg A$ , sem que com isso toda fórmula da linguagem de  $S$  seja derivada como teorema do sistema.

Como campo de pesquisa, a lógica paraconsistente desenvolveu-se extraordinariamente a partir de então, tendo atraído a atenção de um grande número de pensadores em todo o mundo. No Brasil, grande parte devido à influência de da Costa, originou-se uma forte escola de lógica, inicialmente em São Paulo e Campinas, mas hoje se estendendo por quase todo o país, havendo surgido lógicos que granjearam reputação internacional. Como da Costa mesmo diz, nos anos 50 ele era o único lógico brasileiro que publicava em revistas internacionais; hoje, estima-se que há perto de 150 pesquisadores ativos nas várias áreas da lógica.

Presentemente, a lógica paraconsistente constitui tema obrigatório de estudo de qualquer estudante de lógica, filosofia ou ciência da computação; devido às aplicações recentes cada vez mais interessantes que tem encontrado, interessa também a estudantes de física e engenharia, além de matemática, obviamente.

Importante salientar que sistemas distintos dos de da Costa, igualmente envolvendo inconsistências, foram elaborados posteriormente, principalmente devido a pesquisadores australianos, belgas, norte-americanos, japoneses, italianos e também brasileiros. Alguns cultores desses sistemas alternativos proclamam que a lógica clássica deve ser substituída pelos sistemas que propõem, mais ou menos como no caso do grande matemático holandês Brouwer, que no início do século XX sustentava que a matemática tradicional deveria ser substituída pela intuicionista, que ele e colaboradores haviam desenvolvido. Esta não é a opinião de da Costa, bem como de boa parte dos lógicos brasileiros. Para da Costa, a lógica clássica, que

qualifica como a 'mãe de todas as lógicas', tem valor eterno em seu particular campo de aplicação, e não tem porque ser substituída nesses domínios. Assim, apesar de ser o criador das lógicas paraconsistentes, da Costa não assevera que as lógicas paraconsistentes devam ser as únicas verdadeiras, usando-as no entanto quando se mostrarem convenientes para se alcançar um melhor entendimento ou tratamento de certos fenômenos ou áreas do saber.

(Krause, 2004)

As lógicas paraconsistentes prestaram-se para termos uma visão mais clara do significado da negação. Com elas, podemos entender melhor a possibilidade de se sistematizar de modo rigoroso teorias envolvendo a noção de complementaridade (proposições complementares são aquelas que, se tomadas em conjunto, acarretam uma contradição) ou a teoria do átomo de Bohr, que combina sistemas incompatíveis, como a mecânica Newtoniana, a teoria eletromagnética de Maxwell e a quantização, bem como para sistematizar sistemas envolvendo vagueza e mesmo contradições estrito senso.

As aplicações da lógica paraconsistente não se limitam a aspectos teóricos ou filosóficos. Um dos campos mais férteis de aplicações tem sido a ciência da computação e, hoje, a engenharia e mesmo a medicina. Por exemplo, em Inteligência Artificial, essas lógicas foram usadas na década de 80 por V. S. Subrahmanian (da Universidade de Siracusa, nos Estados Unidos) e colaboradores na elaboração de sistemas especialistas para serem usados especialmente em medicina. Simplificando, pode-se imaginar situações em que um paciente pode "entrevista-se" com um computador e, mediante perguntas e respostas, o computador pode chegar a diagnosticar e até mesmo medicar o paciente, ou remetê-lo ao médico nos casos mais sérios (isso poderia reduzir consideravelmente as filas nos postos de saúde). O fato é que, na elaboração de tais sistemas, que devem ser erigidos em linguagens nas quais se possa fazer determinadas inferências (em suma, tirar conclusões a partir de certas premissas), os cientistas em geral entrevistam vários especialistas (médicos). O que acontece é que, para o programa funcionar, cria-se um banco de dados contendo as opiniões dos diversos médicos entrevistados, e é a partir desse banco de dados que o sistema vai tirar conclusões, valendo-se das regras de alguma lógica. Porém, como se sabe, devido principalmente à grande complexidade envolvida

com a ciência médica, os médicos podem ter opiniões divergentes (e mesmo contraditórias) sobre certo assunto ou sobre a causa de certo mal. Logo, se no banco de dados há duas informações que se contradigam, refletindo opiniões contraditórias de dois especialistas, se o sistema operar com a lógica clássica, pode ocorrer a dedução de uma contradição, o que inviabiliza (tornando trivial) o sistema como um todo. Para se poder considerar bancos de dados amplos, eventualmente contendo informações contraditórias e sem que se corra o risco de trivialização, a lógica a ser utilizada deve ser uma lógica paraconsistente.

Pode-se demonstrar que as lógicas paraconsistentes (na verdade, certas teorias de conjuntos que delas se originam) generalizam a teoria de conjuntos nebulosos (fuzzy sets). Isso traz outra variedade de aplicações, permitindo que se construam mecanismos (para-analisadores e para-processadores) que permitem considerar uma variedade de comandos muito mais abrangentes do que os antigos 'sim' e 'não'.

A partir disso, têm sido feitos ensaios de aplicações (principalmente por cientistas brasileiros e japoneses) ao controle de qualidade, à robótica, aos raciocínios não-monotônicos<sup>84</sup>, ao controle de tráfego aéreo e, mais

---

<sup>84</sup> Expressões quantificadas universalmente, em lógica de primeira ordem, são válidas para qualquer elemento do domínio, sem nenhuma exceção. No entanto, certas situações do mundo real, por exemplo situações envolvendo percepção, ambigüidade, senso comum, causalidade ou predição, são tão complexas que qualquer conhecimento sobre elas será inevitavelmente incompleto. Um formalismo para raciocinar eficientemente sobre este tipo de situações deve admitir expressões que sejam válidas em geral e ser capaz de reconhecer e assimilar exceções quando necessário. Ao utilizar regras que apresentam exceções, corre-se o risco de ser obrigado a retirar algumas conclusões anteriores face a novas informações, o que caracteriza a não monotonicidade. A lógica clássica é dita Monotônica porque o conjunto de teoremas de uma teoria é sempre um subconjunto dos teoremas de qualquer extensão desta teoria. Formalmente, se A e B são duas teorias (isto é, dois conjuntos de fórmulas lógicas) e  $A \subset B$ , então  $\{H \mid A \mid H\} \subset \{H \mid B \mid H\}$ .

Isto não acontece nas Lógicas Não Monotônicas, que são extensões da lógica de primeira ordem que admitem inferências realizadas na ausência de informações contrárias e que podem ser invalidadas por novas informações.

O raciocínio não monotônico é inerente a diversos problemas interessantes do ponto de vista da Inteligência Artificial. As primeiras aplicações na história a representarem explicitamente a não monotonicidade foram os métodos de representação de conhecimento, conhecidos como

recentemente, a várias questões em medicina. Um exemplo simples é o seguinte: um robô pode estar equipado com vários tipos de sensores, e tais sensores poderiam gerar informações contraditórias: um dos casos mais simples é o de um visor ótico, que poderia não detectar uma parede de vidro, dizendo "posso passar", enquanto que um sonar a detectaria, dizendo "não posso passar". Um robô "clássico", com ambos os sensores, na presença de uma contradição, terá dificuldades óbvias, que parecem poder ser mais facilmente superadas com o uso das lógicas paraconsistentes (na verdade, usa-se nesses casos um tipo particular dessas lógicas, conhecidas como lógicas anotadas; os detalhes são bastante técnicos e os exemplos usados são bem mais sofisticados).

(Krause, 2004)

Vários outros assuntos relacionados às lógicas paraconsistentes poderiam ser ainda mencionados, como a aplicação das lógicas paraconsistentes deônticas à ciência do Direito. Nas lógicas deônticas, noções como 'obrigatório' e 'permitido' podem ser tratadas formalmente, e esses operadores podem ser interpretados como obrigatoriedade ou permissividade perante a lei, ou em conformidade com algum sistema ético. O desenvolvimento recente de lógicas quânticas paraconsistentes, a análise de questões envolvendo crença e aceitabilidade, entre outros, constituem outros exemplos importantes de usos dessas lógicas. Importa ainda mencionar que têm sido desenvolvidas as bases de uma "matemática paraconsistente", ainda a ser devidamente explorada. Tais estudos acham-se enquadrados no campo da matemática pura, mas o tema é promissor e com toda certeza alcançará destaque no meio científico na medida em que forem sendo encontradas aplicações.

---

redes semânticas e quadros, onde hierarquias de conceitos são utilizadas como base para a "herança não monotônica" de atributos. Outra aplicação se refere à interpretação associada a perguntas negativas em relação a um banco de dados. Por exemplo, como afirmar que não existe um vôo direto entre São José dos Campos (SP) e Campina Grande (PB) a partir de um banco de dados sobre vôos existentes. A afirmativa da não existência tem fundamento diante da Hipótese de Mundo Fechado, isto é, a suposição que todos os vôos estão representados do banco de dados. Esta interpretação da negação foi introduzida por Hewitt em seu sistema PLANNER e encontra aplicação também em linguagens de programação em lógica, como Prolog.



### 3.15 - A lógica imaginária de Nicolai Vasiliev e as geometrias não euclidianas

O objetivo do presente sub-capítulo é investigar a influencia da dessacralização do quinto postulado da geometria euclidiana na criação da lógica imaginária de Nicolai Vasiliev e explorar a idéia de que grandes acontecimentos em uma área da ciência afetam outras áreas de forma significativa explicitando a idéia da migração e da flexibilização de conceitos .

Buscamos também explorar algumas das conseqüências do trabalho de Vasiliev no desenvolvimento subsequente da lógica moderna.

No século XX, o estudo e o desenvolvimento da lógica como disciplina independente foram palco de grandes evoluções, alterações e desenvolvimentos.

Se considerarmos como ponto de partida o silogismo aristotélico podemos compreender o espírito da disciplina através do desejo de representar formalmente a estrutura do pensamento, que por sua vez refletiria a estrutura do mundo.

As diversas formulações da lógica diferenciam-se pelo seu conteúdo, mas seu objeto é sempre o mesmo: nosso mundo lógico e nossas operações lógicas.

( Arruda, 1990)

O objetivo principal desta representação é permitir a verificação formal da validade de proposições intuitivamente válidas identificando as falhas e as virtudes dos argumentos.

Com o objetivo de espelhar a estrutura dos estados de coisas possíveis a lógica estabelece um método e uma série de regras que visam realizar a tarefa acima citada e simultaneamente impedir o colapso do sistema.

O método de construção de um sistema lógico, compartilhado pela lógica e pela geometria, é conhecido como método axiomático<sup>85</sup> e seu funcionamento parte da seguinte estrutura: é estabelecido um conjunto de axiomas, intuitivamente verdadeiros ou convencionados como verdadeiros dentro do sistema, e um conjunto de regras de derivação ou regras de inferência.

---

<sup>85</sup> Um exemplo do método axiomático na metafísica pode ser encontrado na Ética de Espinoza.

Aplicando-se as regras de derivação aos axiomas podemos obter novas proposições lógicas não básicas, mas que mantêm a verdade dos axiomas originais, estas formulas compõem o conjunto de teoremas do sistema e através das regras de derivação podemos navegar dos axiomas aos teoremas e vice-versa. As diversas formas de decomposição de um teorema para um ou mais axiomas, ou para um teorema mais básico através do qual possamos chegar aos axiomas, compõe o processo genérico conhecido como prova matemática. Processo através do qual demonstramos de forma não intuitiva que uma determinada formula faz parte do conjunto de formulas verdadeiras do sistema, o conjunto das formulas que podem ser geradas no sistema a partir dos axiomas utilizando as regras de derivação.

Além dos axiomas e das regras de inferência, um sistema lógico conta também com alguns princípios básicos que existem para evitar colapsos estruturais no sistema, os três princípios básicos da lógica clássica são: o principio de identidade, o principio do terceiro excluído e o principio de não contradição.

De uma forma geral, o principio de identidade afirma que um objeto é igual a si próprio e a qualquer outro objeto que possua exatamente os mesmos atributos e o mesmo estado.

Podemos encontrar no principio de identidade outro forte traço de identidade entre a lógica clássica e a geometria Euclidiana.

Euclides define em sua obra lapidar, Os Elementos (Commandino, Frederico. Elementos de Euclides, 1855), 23 definições, cinco postulados geométricos e cinco postulados adicionais, que chamou de “noções comuns”, a partir desta base ele definiu, utilizando o método axiomático, 465 teoremas, essencialmente todo o conhecimento geométrico de seu tempo.

As quatro primeiras noções auxiliares, essenciais para a construção da álgebra e para a solução das equações de primeiro grau são as seguintes:

- Duas coisas que são iguais a uma terceira, são também iguais entre si.
- Se duas coisas iguais são adicionadas a outras iguais, os totais são iguais.
- Se duas coisas iguais forem subtraídas de coisas iguais, os restos serão iguais.

- As coisas que coincidem umas com as outras são iguais entre si.

Não é fácil imaginar a álgebra sem o princípio de identidade, no entanto podemos encontrar sistemas lógicos consistentes que abrem mão deste princípio total ou parcialmente como, por exemplo, as lógicas quânticas.

Reichenbach argumenta que a adoção de uma lógica trivalente (a que ele propõe é exatamente como a de Lukasiewicz, exceto pelo acréscimo de operadores adicionais de negação e implicação) daria uma solução a alguns problemas levantados pela mecânica quântica.  
(Haack, 2002)

O princípio do terceiro excluído afirma que a alternativa a uma proposição é a negação desta proposição, e não admite qualquer possibilidade intermediária entre a verdade e a falsidade de uma determinada proposição, consistindo em um poderoso dispositivo de prova de teoremas, ao fornecer a base para as provas por redução ao absurdo, provas nas quais o oposto do que desejamos provar é demonstrado como absurdo, garantindo então a verdade de sua antítese.

Lógicas que não possuem o princípio do terceiro excluído não possuem este recurso de prova.

Vasiliev, entre outros, afirma que a descrição do princípio do Terceiro Excluído como é mostrada nos *Analytica Priora* (Aristotle, 1980) de Aristóteles levam a crer que o sistema de silogismos proposto por Aristóteles poderia ter sido construído apenas com os princípios de Identidade e Não Contradição, consistindo o princípio do Terceiro Excluído de um expediente específico para a facilitação na construção e demonstração de provas. (Kolmogorov, 1925)

O princípio de não contradição afirma que uma proposição e seu oposto não podem ser ambos os teoremas do sistema sob pena de tornar o sistema inconsistente.

Sistemas lógicos clássicos possuem um mecanismo conhecido como princípio da explosão, este princípio afirma que se tanto a afirmação de uma proposição quanto sua negação são teoremas do sistema, ou seja, são prováveis

através de seus axiomas e regras de derivação, então toda proposição é um teorema do sistema, o que invalidaria o sistema.

Para cada alteração proposta no quinto postulado surgiram novas geometrias capazes de representar outros aspectos da realidade.

Para cada alteração proposta para os três princípios básicos da lógica clássica surgiram novos sistemas lógicos com capacidades de representação distintos dos da lógica clássica.

Nicolai A.Vasiliev, médico, foi professor de filosofia na universidade de Kazan, Rússia, entre 1910 e 1913 publicou, em russo, uma série de quatro artigos, nos quais apresenta suas idéias sobre a possibilidade de derrogação de algumas formas da lei do terceiro excluído e da lei da não contradição.

Em 1925, publicou um resumo das principais idéias de seus artigos anteriores, nas atas do V Congresso Internacional de Filosofia realizado em Nápoles.

Simultaneamente, outros pensadores ao redor do mundo também buscavam alternativas à lógica clássica através de ataques aos três princípios, como por exemplo, o matemático e filósofo americano Charles Sanders Peirce e do lógico polonês Jan Lukasiewicz.

É sabido que Vasiliev conhecia e sofreu influencia da obra de Peirce, mas aparentemente não conhecia os trabalhos de Lukasiewicz.

We may argue that in Peirce's logic of relatives Vasiliev perceived the evidence of Aristotelian logic imperfection, the narrowness of traditional theory of judgements and its elements, he realized the principal possibility of different ways of logical reasoning, the non-absolute character of classical logic and its basic laws.

(Kusnierz,1999)

Segundo Bazhanov (Bazhnov, 1993) Vasiliev travou contato com a lógica dos relativos(Peirce,1987) de Peirce aos 17 anos, neste período, Vasiliev encontrava-se imerso na poesia simbolista, influencia que provavelmente ajudou a ressaltar a importância obra de Peirce e na formulação futura da lógica imaginária.

Em 1894, o pai de Vasiliev, Alexander V. Vasiliev, proeminente matemático e figura social, escreveu um pequeno livro devotado à vida e as idéias de Lobachewski. Em 1895, Peirce publica uma resenha do livro de A. Vasiliev

marcando o início de uma relação que culminaria na lógica imaginária de N. Vasiliev.

Podemos observar com considerável clareza a influência sofrida por Vasiliev por parte da geometria hiperbólica de seu conterrâneo Nicolay vanovich Lobachevsky, professor na universidade de Kazan e amigo do avô de Vasiliev.

Não é difícil ver que esta denominação (lógica imaginária) é análoga àquela denominação “nova geometria” criada por Lobatchewski. Ele chamou-a de geometria imaginária e, posteriormente, solidificou-se a denominação de geometria não-Euclidiana...A geometria não Euclidiana é a geometria sem o quinto postulado de Euclides, sem o assim chamado axioma das paralelas. A lógica não-Aristotélica é a lógica sem a lei de não contradição.(Arruda, 1990).

Durante cerca de dois mil anos, o quinto postulado da geometria Euclidiana ofereceu um desafio aos lógicos e matemáticos de todo o mundo: por um lado, o quinto postulado não oferecia a auto-evidência necessária para ser considerado um axioma, e por outro não parecia ser redutível aos outros através de regras de derivação, podendo ser considerado um teorema. Qual então sua verdadeira natureza?

Apesar desta indefinição acerca do caráter ontológico do quinto postulado, não havia disposição intelectual para se repensar a geometria sem ele. O espírito geral era o de que, apesar de intuitiva e indiscutivelmente correto, seu encaixe no sistema geral ainda não havia sido descoberto, devido à insuficiência cognitiva dos seres humanos, e não a características internas do sistema e da proposição.

Quando Gauss chegou a Gottingen, em 1795, como estudante, encontrou um grande interesse na questão do postulado das paralelas. Como um hobby, Abraham Kaestner, um dos professores de Gauss, colecionava escritos sobre a história do postulado. Kaestner teve até um aluno, George Kluegel, que escreveu, como tese de doutorado uma análise de 28 tentativas fracassadas de demonstração do postulado. Contudo, nem Kaestner nem ninguém estava aberto para a possibilidade de outros

sistema onde o quinto postulado pudesse ser alterado ou invalidado.

Kaestner afirmava que somente uma pessoa maluca duvidaria da validade do postulado.

(Mlodinow, 2004)

Até os geômetras admitirem a possibilidade de um sistema consistente sem o quinto postulado, a necessidade de consistência interna de um sistema era sobrepujada pela verdade aparente de seus postulados, a natureza não poderia estar errada, e um modelo que represente a natureza não poderia conduzir a erros e contradições, mesmo contendo um incomodo postulado. A popularização das geometrias não euclidianas (Bólyai, 1955) mostrou ao mundo que geometrias onde o quinto postulado existia de forma distinta da original poderiam ser tão consistentes quanto à geometria euclidiana. A distinção entre axioma e postulado se dissolveu, trazendo a todos os sistemas a exigência de provarem-se consistentes, independente de sua auto-evidencia. Esta mudança refletiu sobre o pensamento científico de diversas áreas, de forma análoga ao efeito das grandes navegações sobre a Europa, revelando maravilhosos novos mundos antes subjugados pela força até então inequívoca da auto-evidencia.

Nicolai Vasiliev sofreu influência direta do trabalho de Nikolai Lobachevsky(Arruda,1990), - responsável junto com o húngaro János Bolyai pela descoberta e divulgação das geometrias não euclidianas - em um momento em que outros lógicos tentavam modelar, através de sistemas lógicos, domínios do conhecimento que se recusavam a enquadrar-se dentro dos limites coercitivos dos princípios fundamentais da lógica clássica.

O questionamento dos princípios da lógica clássica conduziu a criação de sistemas lógicos não-clássicos.

O questionamento do principio do terceiro excluído conduz ao surgimento das lógicas intuicionistas, computacionais e difusas. Do principio de identidade ao surgimento das lógicas quânticas e do principio de não contradição às lógicas paraconsistentes, lógicas que admitem contradições que não conduzam necessariamente a trivialização do sistema.

A investigação aponta para a confirmação de que a existência de sistemas não euclidianos consistentes parece ter estimulado Vasiliev em sua crença na

possibilidade de construção de um sistema lógico consistente onde o princípio de não contradição pudesse ser alterado ou eliminado.

A confirmação da influencia do trabalho de Lobachewski sobre o trabalho de Vasiliev constitui uma evidencia empírica do fenômeno de migração de conceitos apontando assim para a formulação de uma teoria onde o conhecimento e as descobertas transbordam e transcendem os limites das disciplinas pré-estabelecidas.

#### **4 – Interlúdio - Migração de conceitos**

O que nos garante a objetividade do mundo no qual vivemos é que este mundo é comum a nós e a outros seres pensantes. Mediante as comunicações que estabelecemos com os outros homens, recebemos deles raciocínios prontos; sabemos que esses raciocínios não vem de nós e, ao mesmo tempo, reconhecemos neles a obra de seres racionais como nós. E como esses raciocínios parecem aplicar-se ao mundo de nossas sensações, cremos poder concluir que esses seres racionais viram a mesma coisa que nós; é assim que sabemos que não estávamos sonhando.

Esta é, portanto a primeira condição de objetividade: o que é objetivo deve ser comum a vários espíritos, e por conseguinte poder ser transmitido de um a outro.

Poincaré, H

Migração é uma mudança de estado de um elemento reconhecível, que permanece o mesmo, através de algum tipo de fronteira, para haver migração é preciso que existam fronteiras e que os objetos migrantes possam cruzá-las sem perder sua identidade.

O objetivo deste interlúdio consiste em desenvolver a idéia recorrentemente apresentada de que determinados acontecimentos em determinadas áreas da ciência possam gerar ocorrências análogas em outras áreas do conhecimento, procuramos também investigar, ainda que rapidamente, as razões para esta influencia interdisciplinar o que nos leva novamente a investigação dos conceitos de realidade, paradoxo e consistência, presentes em todas as áreas do saber.

#### 4.1 - Fronteiras<sup>86</sup> normalmente cruzadas por conceitos<sup>87</sup>:

O processo permanente de reformulação da linguagem e da lógica interna dos programas de investigação, se responde à constituição de novas estruturas teóricas e de novos factos recortados no mundo como diferentes pregnâncias empíricas, exprime também a transferência de modelos, de conceitos, de categorias de um domínio científico para outro.

Essa transferência tem efeitos múltiplos sobre o processo do conhecimento. Em primeiro lugar, efeitos constitutivos: são muitas vezes os usos "metafóricos" entre disciplinas que funcionam como reveladores fenomenológicos, fazendo aparecer factos, ou simplesmente novos aspectos de um facto já reconhecido.

Em segundo lugar, tem efeitos explicativos; ensaiando mecanismos internos dos fenômenos (naturais ou sociais) segundo dispositivos de continuidade analógica entre domínios, a migração de paradigmas produz, por antecipação, representações causais que a experimentação com freqüência confirma.

Por último, a transferência de modelos e de conceitos entre domínios científicos tem enormes efeitos descritivos. Somos testemunhas de uma revolução sem precedentes na esfera das ciências fundamentais. Esta revolução, não apenas altera a lógica e a vida de todos os dias através da aplicação de tecnologias cada vez mais ininteligíveis, como conduz a um afastamento progressivo entre, por um lado, a visão do mundo que emerge do estudo dos sistemas naturais e, por outro, as representações da Natureza e dos seus mecanismos que organizam as nossas práticas tecnológicas, políticas ou poéticas.

---

<sup>86</sup> Parte extrema de uma área, região etc., a parte limítrofe de um espaço em relação a outro o marco, a raia, a linha divisória entre duas áreas, regiões, estados, países etc.(Derivação: por extensão de sentido) o fim, o termo, o limite especialmente do espaço (Derivação:sentido figurado) o limite, o ponto extremo de algo de cunho abstrato(Derivação: sentido figurado [da aceção 3]) o limiar, a raia, o limite entre dois espaços, estados, situações etc.

Para além do alarmante fenómeno do retorno a explicações mágicas do mundo e a políticas fundamentalistas de exclusão do progresso tecnológico e social, esse afastamento traduz-se numa inexorável fragmentação dos conhecimentos. É certo que a especialização é condição do progresso científico, mas, ao mesmo tempo, conduz a um obscurecimento do sentido do mundo. É muitas vezes a migração de conceitos ou de paradigmas entre domínios científicos não comunicantes que, num processo de produção de novas similitudes e de novas pertinências semânticas, permite reconstruir a teia de sentido da experiência.

(Martins, 2004)

---

<sup>87</sup> Quando se capta alguma noção, dizemos que temos um conceito a respeito do que se pensa. Tal palavra pode ser ainda a reunião de tudo o que se pensa sobre algo.

#### 4.1.1 - Migração<sup>88</sup> espacial<sup>89</sup>:

Migração Comum entre povos que estabelecem relações (comerciais, culturais etc.), e recebem, através destas relações conceitos originalmente alheios a suas próprias culturas.

No entanto, um conceito pode emergir em lugares diferentes simultaneamente, ou em tempos diferentes, mas de forma espontânea, sem ser conduzido de um ponto ao outro.

Neste caso, cabe investigar que fator constante (homens ou mundo) motivou o surgimento espontâneo de conceitos semelhantes em partes distintas do globo.

Uma possibilidade comumente aventada para esta possibilidade utiliza o conceito de Noosfera<sup>90</sup>.

---

<sup>88</sup> Do infinitivo latino migrare. mudar periodicamente de lugar, região, país etc.

<sup>89</sup> Entende-se por migração, qualquer mobilidade espacial feita por sociedades humanas.

<sup>90</sup> Na teoria original de Vernadsky, a noosfera seria a terceira etapa no desenvolvimento da Terra, depois da geosfera (matéria inanimada) e da biosfera (vida biológica). Assim como o surgimento da vida transformou significativamente a geosfera, o surgimento do conhecimento humano, e os conseqüentes efeitos das ciências aplicadas sobre a natureza, alterou igualmente a biosfera. O conceito da noosfera é atribuído ao filósofo francês Teilhard de Chardin. Segundo ele, assim como há a atmosfera, a geosfera e biosfera, existe também o mundo ou esfera das idéias, formado por produtos culturais, pelo espírito, linguagens, teorias e conhecimentos. Seguindo esta linha de pensamento, alimentamos a noosfera quando pensamos e nos comunicamos. A partir de então, o conceito de noosfera foi revisto e conseqüentemente sendo previsto como o próximo degrau evolutivo de nosso mundo, após sua passagem pelas posteriores transformações de geosfera, biosfera, "tecnosfera" (temporária e em andamento) e, então, a noosfera.

#### **4.1.2 - Migração temporal:**

Deslocamento de conceitos ao longo de grandes períodos de tempo, idéias que fazem parte de um sistema de conhecimento vigente, paradigma, e ressurgem, em outra época como parte integrante de um novo sistema de conhecimento.

#### **4.1.3 - Migração interdisciplinar:**

Deslocamento de conceitos entre as diversas áreas do conhecimento, este movimento parece especialmente adequado a conceitos cujo referente é de difícil ou impossível definição, neste caso, disciplinas diferentes podem fazer uso do mesmo conceito para determinar seus objetos incognoscíveis.

#### **4.1.4 - Migração de palavras:**

A existência de símbolos semelhantes ou idênticos para referenciar objetos semelhantes ou idênticos em diversas culturas demonstra um exemplo possível de migração espacial de conceito.

Quando dois povos distintos utilizam símbolos (elementos da linguagem) semelhantes ou idênticos anexados a referentes igualmente semelhantes ou idênticos.

Por que determinadas palavras são parecidas em diversas culturas?

Se identificarmos um elo físico de ligação entre as duas culturas podemos inferir uma migração física do conceito (símbolo + referente).

Se não identificarmos o elo físico precisaremos recorrer as dúvidas clássicas a respeito da natureza da linguagem

#### 4.1.5 - Primeira possibilidade, o símbolo emerge do referente:

O *Crátilo* parece desconcertante a quem pretenda mostrar que é inextrincável a relação entre linguagem e conhecimento, uma vez que a argumentação levada a cabo conduz, ao final do diálogo, a um duplo encurralamento: de um lado, os nomes, pensados como imitações da realidade, guardariam significados ambíguos, de modo a poderem significar tanto a imagem de uma realidade que é puro fluxo quanto a de uma que é sempre a mesma (*Crátilo* 437c) – nesse caso, não haveria um critério legítimo capaz de orientar a demarcação da verdade e, conseqüentemente, comprometeria a possibilidade mesma do conhecimento; de outro, se os nomes imitam a realidade e são a condição de acesso ao conhecimento da mesma, como ter-se-iam estabelecido os primeiros nomes se aquele que assim os criou – o nomoteta – não dispunha de nome algum que pudesse dar-lhe a conhecer a realidade que passaria a nomear (*Crátilo* 438b)? Em resposta a essas aporias, Sócrates propõe que se procure “outras entidades, para além dos nomes, que nos mostrem, sem os nomes, qual dos dois grupos é o verdadeiro (a realidade como fluxo ou como permanência), exibindo de forma clara a verdade dos seres” (*Crátilo* 438d).  
(Montenegro, 2007)

Segundo esta possibilidade, todas as linguagens possuiriam uma base comum desde que os formuladores desta linguagem existam em mundos razoavelmente semelhantes, ou seja, os próprios referentes possuiriam a qualidade de sugerir os nomes pelos quais devem ser chamados.

Esta opção explicaria razoavelmente o surgimento de conceitos semelhantes em culturas sem nenhum contato entre si.

#### **4.1.6 - Segunda possibilidade, o símbolo como convenção:**

Segundo esta possibilidade, todos os símbolos utilizados para compor um conceito, em união com o referente, são convenções absolutamente humanas, não possuindo nenhum elo com o referente além da ligação estipulada pelos próprios mecanismos da linguagem.

Esta possibilidade não explica o surgimento de conceitos comuns a não ser no caso de uma absurda coincidência ou da existência de uma ligação física entre os integrantes das duas culturas.

#### **4.1.7 - Terceira possibilidade, o símbolo como um misto simultâneo entre convenção e emergência:**

Segundo esta terceira possibilidade, os símbolos possuiriam uma origem mista, derivando em parte das coisas e em parte dos homens.

Esta possibilidade explicaria as semelhanças entre as diversas linguagens naturais e também suas eventuais diferenças.

#### **4.1.8 - Migração do conceito de inefável:**

Este tipo de migração de conceitos talvez seja o mais comum, uma vez que em todas as disciplinas, em determinado momento da investigação em busca da verdade, nos deparamos com o mistério insondável e incapturável através da linguagem. Conceitos cujos referentes não podem ser especificados, mas apenas intuídos/presentidos.

Como não podemos especificar o inefável, podemos utilizar denominações de uma disciplina em outra, como, por exemplo, ocorre no uso da matemática feito por Lacan em sua obra.

Em determinado momento, Lacan precisa referenciar elementos que resistem a uma delimitação precisa, em face da dificuldade de definição destes referentes, Lacan utiliza termos/símbolos da linguagem matemática que segundo sua interpretação apontam para referentes incapturáveis análogos.

#### **4.1.9 - Migração de métodos:**

A migração de métodos de extração de verdades/informações da natureza/realidade também é um exemplo possível de migração de conceitos.

Desde os pré-socráticos, ou mesmo desde o surgimento das grandes crenças monoteístas persiste a crença de que podemos reduzir a miríade de particulares ao nosso redor a uma única causa/explicação/modelo explicativo, esta idéia pode ser considerada um conceito migrante geral, um conceito persistente, que marca de forma indelével a história do pensamento ocidental.

Dentro deste macro-conceito podemos encontrar diversas subdivisões que representam as formas como pretendemos extrair dos particulares sua causa comum.

Estas formas de extração da verdade comum aos particulares pode ser encontrada de forma recorrente em diversos pensadores e culturas, como por exemplo, o indutivismo aristotélico e o indutivismo Baconiano, onde as diferenças micro-metodológicas convivem com as semelhanças macro-intencionais.

#### **4.1.10 - Possíveis motivos para a existência de conceitos recorrentes:**

O problema da cisão entre sujeito e objeto:

A questão da cisão sujeito/objeto parece existir devido ao fato de que quase todos os entes físicos ou mentais que compõe o mundo podem ser transformados em objetos do conhecimento.

Apenas um ente perceptível não pode ser transformado em objeto, a consciência intencional.

Consciência intencional seria aquela parte da consciência a que chamamos de EU, aquela parte da consciência que resiste a observação, mantendo-se sempre um passo atrás dos objetos, cada vez que tentamos surpreende-la para torná-la objeto, ela pula para trás e mantém-se a situação anterior.

Para que conceitos se tornem recorrentes deve haver algum ponto fixo, algum fator constante, alguma causa invariante que geraria conseqüências iguais ou parecidas.

A lista de possibilidades abaixo explora algumas possibilidades de combinações destes pontos fixos.

#### **4.1.11 - O mundo permanece o mesmo:**

Uma das possíveis causas para a migração de conceitos pode estar na constância estrutural do mundo no qual vivemos.

Se admitirmos que a estrutura da experiência vital seja um fator invariante, não existem motivos para que diferentes esforços, oriundos de diferentes locais, tempos, disciplinas e indivíduos não resultem em conceitos análogos ou mesmo idênticos.

Neste caso, isto ocorre porque o modelo original, o modelo que toda teoria pretende retratar, permanece o mesmo.

#### **4.1.12 - O observador permanece o mesmo:**

Outra causa possível para os conceitos recorrentes seria atribuir o ponto fixo ao sujeito, e não ao objeto.

Desta forma, assumiríamos uma estrutura cognitiva semelhante entre os diversos sujeitos do conhecimento, resultando em conseqüências/conceitos igualmente semelhantes.

#### **4.1.13 - O inefável como ponto fixo:**

Uma terceira possibilidade seria considerar que as estruturas cognitivas não são idênticas, assim como o mundo na qual se encontra (a consciência) imersa, nesta possibilidade a única constante seria a verdade absoluta (episteme) que se encontraria fora dos limites das grades das linguagens humanas.

Como não podemos nomear aquilo que é, aparentemente, inominável, atribuímos a este componente da experiência vital um rotulo fixo de mistério que pode ser expresso com os mesmos conceitos recorrentes ao longo das fronteiras do tempo, espaço e disciplinas.

A seguir, veremos um pouco da história e das características dos principais sistemas lógicos.

## 5 - Linguagem e representação do conhecimento

- a) conhecer é falar?
- b) Pode-se falar tudo?
- c) O que não se pode falar?
- d) O que não se pode falar em uma esfera pode ser dito em outra?
- e) Existe um fim para este processo?
- f) O limite do conhecimento é ontológico ou epistemológico?
- g) linguagens formais x linguagens naturais

“Os que comparecem como espectadores ao festival da vida são tomados por pensamentos de admiração, que são, então, postos em palavras.”  
(Arendt, 1971)

Variando-se a motivação e os objetivos desejados em relação a natureza do relacionamento linguagem-pensamento, pode-se encontrar diferentes recortes das possibilidades, que podem servir ou não a um objetivo determinado, não possuindo diferenças hierárquicas qualitativas absolutas, mas apenas diferenças relativas, sendo melhores ou piores de acordo com uma motivação e objetivo pré-determinado.

O objetivo pré-determinado deste capítulo é utilizar o estudo do relacionamento linguagem-pensamento como uma forma de obter conceitos estruturais presentes na linguagem e utilizá-los como subsídios para a construção de modelos de processos cognitivos correspondentes aos diversos aspectos da linguagem.

Não existe a intenção de construir um modelo próprio ou realizar a investigação precisa da estrutura de uma linguagem ou aspecto de linguagem, mas apenas de propor e defender o método da análise das estruturas lingüísticas como forma indireta de obter informações sobre suas contrapartidas lógicas e cognitivas.

## 5.1 - O problema da eqüidistância epistemológico aplicado a questão da mente.

Desde a antiguidade clássica, o desejo de conhecer a mente é uma das grandes questões concernentes a condição humana, questão que divide e entremeia os esforços individuais e conjuntos de diversas disciplinas que dedicaram seus estudos no intuito de responder as questões fundamentais a que somos submetidos devido ao conjunto de nossas experiências.

A busca pela natureza da mente faz parte das tentativas de resposta a questão referente a nossa própria natureza, as teorias e modelos a respeito da consciência e dos processos cognitivos fazem parte das tentativas da humanidade de obedecer à premissa máxima do oráculo de Delfos, “Conhece-te a ti mesmo”<sup>91</sup>. A partir da revolução racional-humanista-helênica<sup>92</sup> operada através da unificação das cidades estado gregas, as teorias sobre a mente dividem-se em dois grandes grupos, subdivididos em uma quantidade interminável de subcategorias. Estes grupos são genericamente representados de um lado pelos defensores da idéia de que os processos mentais possam ser reduzidos a processos físicos de alguma espécie e os que acreditam que os processos mentais, ou parte deles sejam irreduzíveis, mantendo-se além de nossas capacidades investigativas científicas e racionais.

Nem sempre é possível encontrar respostas rigorosas para problemas complexos. Para alguns, esta ausência pode ser anulada com a aplicação indeterminada de tempo, esforço e engenho, para outros, entretanto, parece haver algum tipo de impossibilidade, algum tipo de bloqueio cognitivo quando tentamos descrever através da linguagem algo que escapa a estrutura e as capacidades da linguagem, quando o referente encontra-se acima das capacidades representacionais do sistema simbólico que pretende representá-lo.

Esta incapacidade dos sistemas simbólicos de capturar a totalidade das relações causais da realidade encontra-se bem explorada ao longo da história do pensamento, principalmente nas disciplinas da filosofia, da física, da química, da matemática e da inteligência artificial (como veremos com os exemplos a seguir),

---

<sup>91</sup> *gnôthi sauthon*

<sup>92</sup> Exemplificada no capítulo anterior através da referencia a trilogia Tebana.

no entanto, possuímos outras formas “rigorosas” de satisfazer nossa necessidade de anulação do mal estar da ignorância em relação ao mundo que nos cerca.

Antes de prosseguir, considero válida uma rápida olhada na distinção entre sistema lógico e linguagem, proposta por ALONZO CHURCH<sup>93</sup>.

"Nós distinguimos entre um sistema lógico e uma linguagem formal apontando o fato de que o primeiro é a formulação de um cálculo abstrato para o qual nenhuma interpretação é determinada, possuindo sintaxe mas não semântica; mas o segundo é um sistema lógico acrescido de uma conexão com seus referentes, aquilo que ele expressa."

(Church 1951)

A distinção proposta por CHURCH é particularmente interessante se a deslocarmos um pouco em direção à filosofia da linguagem. Segundo CHURCH, os sistemas lógicos são compostos de uma lista de símbolos primitivos do vocabulário (o léxico, geralmente classificados em categorias que serão utilizadas no desenvolvimento das regras de formação e das regras de derivação), das regras de formação (regras que permitem ou proíbem a formação de uma proposição determinada.), e das regras de derivação (através das quais podemos gerar novas proposições a partir de proposições pré-existentes).

CHURCH afirma que a diferença entre um sistema lógico e uma linguagem formal é a ausência, no primeiro, do referente extralingüístico das proposições, um sistema lógico formal possuiria apenas significantes sem significado (símbolos sem referentes), enquanto as linguagens formais poderiam se beneficiar dos elementos do sistema lógico e possuir um referente extralingüístico.

---

<sup>93</sup> Matemático norte americano que em 1936 publicou a primeira definição precisa de uma função calculável, contribuindo enormemente para o desenvolvimento sistemático da teoria dos algoritmos. Church foi um aluno de Princeton e manteve-se lá por 40 anos, tornado-se professor de matemática e filosofia. Em 1967 mudou-se para a Universidade da Califórnia em Los Angeles. A solução dos problemas algorítmicos envolve a construção de um algoritmo capaz de responder pelo comportamento de outros algoritmos, e se este meta algoritmo não pode ser construído, isto significa que o problema é insolúvel. Teoremas estabelecendo a insolubilidade destes problemas encontram-se entre os mais importantes dentro da teoria dos algoritmos, e o teorema de Church é o primeiro de seu gênero. Partindo da tese do matemático inglês Alan Turing, Church provou que não existem algoritmos para uma classe de questões aritméticas essenciais.

No entanto, apesar de possuir um referente de uma natureza muito diferente, o sistema lógico também possui um referente<sup>94</sup>, o referente da linguagem formal são estados de coisas possíveis, e o referente dos sistemas lógicos são as regras de possibilidades combinatórias dos estados de coisas descritíveis pelas linguagens formais.

Desta forma, um sistema lógico poderia ser também considerado uma linguagem que se refere a regras abstratas, que nem sempre podem ser expostas com ou sem clareza,.

Pensando desta forma, podemos concluir que as regras sintáticas dos sistemas lógicos possuem sua semântica na estrutura das linguagens que referenciam a realidade.

O desejo e a crença na possibilidade de exibir ao menos parte desta “regra de encaixe do mundo” (que inclui os tipos primitivos e as regras de derivação e formação) é uma possível e atraente resposta para a pergunta a respeito da motivação presente por traz da criação de sistemas lógicos.

Para o bem ou para o mal, este referente extralingüístico da lógica, as linguagens que descrevem a realidade e seus múltiplos aspectos e perspectivas parece não ser suscetível a uma descrição completa e um grande numero de teorias busca uma solução menos rigorosa porém mais flexível e abrangente para lidar com os aspectos da realidade menos suscetíveis a uma descrição formal.

Existem sem dúvida, formas alternativas de lidar com a descrição e compreensão da realidade, a mais poderosa delas parece ser a aceitação do dogma religioso, onde a incapacidade do discurso lingüístico (ainda presente) se completa através da aceitação de uma verdade não formulável, mas aceita, de alguma forma, pessoal e não comunicável.

Não possuo qualquer intenção de hierarquizar estas formas de conhecimento, mas declaro minha intenção de, neste trabalho, manter-me atado às possibilidades de resposta que possam, através da linguagem, expressar um sistema de relações causais compreensíveis, completos, consistentes e comunicáveis.

WITTGENSTEIN expõe de forma brilhante a distinção epistemológica entre os saberes em sua Conferencia Sobre Ética.

---

<sup>94</sup> Como na lógica da identidade de Sampaio

“Toda a minha tendência, e creio que a de todos aqueles que tentaram alguma vez escrever ou falar de Ética ou Religião, é correr contra os limites da linguagem. Esta corrida contra as paredes de nossa jaula é perfeita e absolutamente desesperançada. A Ética, na medida em que brota do desejo de dizer algo sobre o sentido último da vida, sobre o absolutamente bom, o absolutamente valioso, não pode ser uma ciência. O que ela diz nada acrescenta, em nenhum sentido, ao nosso conhecimento, mas é um testemunho de uma tendência do espírito humano que eu pessoalmente não posso senão respeitar profundamente e que por nada neste mundo ridicularizaria.”

(Wittgenstein,1995)

Certamente, existem numerosos e valorosos pensadores que defendem a controverso argumento de que TUDO possa ser descrito com rigor pela linguagem, valendo-se do fato de que a impossibilidade de testar e invalidar cada uma das proposições/teorias possíveis dificulta a refutação desta tentadora via.

No entanto, até os mais radicais reducionistas tendem a concordar com o fato de que, até agora, todas as tentativas de descrever a realidade através de teorias compostas através da linguagem foram felizes enquanto mantiveram-se dentro de um espaço investigativo restrito, dentro de um número finito de perspectivas.

Uma eloqüente exposição de um reducionismo consciente pode ser encontrada em “A Perigosa Idéia de Darwin” (DENNETT,1998).

Dennett utiliza como uma metáfora para referenciar-se a tudo que se encontre fora do espaço investigativo da linguagem o termo “Skyhook” retirado da aeronáutica, que significa um ponto suspenso no céu, uma causa incausada que serviria de fundamento para todo resto e compara as teorias que buscam “Skyhooks” às teorias que buscam “gruas”, causas que são também conseqüências e que não explicam a totalidade dos fenômenos, mas apenas parte deles.

“Quem suspira pelos SkyHooks chama de reducionistas os que saem ansiosamente em defesa das gruas, e são capazes muitas vezes de fazer o reducionismo parecer filisteu e insensível, se não totalmente nocivo...”

(Dennett, 1998)

Nos encontramos então, em relação a maioria das fundamentais questões da filosofia<sup>95</sup>, em uma situação paradoxal.

“É sintomático, que quando nos encontramos com um destes problemas que parecem insolúveis, o problema esteja revestindo uma determinada estrutura lógica. Por um lado, possuímos uma crença ou conjunto de crenças as quais não podemos renunciar, mas por outro lado, possuímos outra crença ou conjunto de crenças contraditório com o primeiro conjunto e que parece tão irrenunciável quanto este.”

(Searle, 1997)

O fato de percebermos as limitações da linguagem não nos exime da tarefa de responder com teorias as perguntas geradas pela apresentação dos conjuntos de fenômenos aos quais somos submetidos.

Creio que o caminho, apontado por diversos autores, como por exemplo KANT (Kant, 1974) e CHALMERS (Chalmers, 1995), é prosseguir na geração de teorias, elucidando processos isolados cuja enunciação através de um sistema formal seja possível e liberar aquilo que aparentemente não se sujeita ao jugo da linguagem para o domínio do misticismo e da metafísica<sup>96</sup>.

O estudo dos fenômenos que recaem sob o conceito “mentais” parece recair no mesmo problema epistemológico descrito acima, parecem existir diversos aspectos passíveis de descrição e compreensão através de teorias rigorosas construídas com sistemas simbólicos (linguagem) e diversos aspectos que resistem a este tipo de investigação.

No conjunto das disciplinas que buscam a compreensão dos processos mentais, a principal divisão se dá entre aqueles que acreditam que estes processos possam ser capturados através de um sistema de regras formais e aqueles que não acreditam na possibilidade deste feito.

---

<sup>95</sup> Livre arbítrio, problema mente corpo, fenomenologia e limites da linguagem

<sup>96</sup> Ou seja, limitando propositalmente o número de perspectivas

As demais subdivisões parecem ser fruto de divergências metodológicas entre os que defendem a possibilidade de algoritmização total do conjunto dos fenômenos mentais e divergências argumentativas entre os partidários da metafísica total que defendem a impossibilidade de algoritmização de qualquer processo mental, além dos inúmeros tons de cinza existentes entre eles.

Em outras palavras, possuímos três grandes grupos: Dualistas de Substancia, Dualistas de Propriedade e Materialistas.

Dualistas de substancia acreditam que a alma (ou o que quer que este símbolo represente) possua uma existência própria e não física, que existam de fato duas substancias, uma física e outra metafísica, além da física.

“E se quer uma definição da alma, e saber o que ela é, respondo facilmente: É substancia dotada de razão, apta a reger um corpo (*substantia quaedam rationis particeps, regendo corpori acomodata*).”

(Santo Agostinho, 1997)

Dualistas de propriedade não defendem a hoje impopular hipótese citada acima, mas acreditam que uma mesma (e única) substancia, física, possa possuir propriedades não físicas, uma subdivisão dos dualistas de propriedade são os epifenomenalistas, que acreditam que a propriedade metafísica seja causada ou emergida a partir de uma determinada configuração das propriedades físicas. Desta forma, a substancia única possuiria propriedades distintas<sup>97</sup> sendo a propriedade metafísica uma conseqüência da complexidade atingida pela propriedade física, cérebros não são a consciência, mas são responsáveis por ela.

Materialistas acreditam, de uma forma geral, que só exista uma substancia e uma propriedade, purgando o estudo da mente de qualquer traço de metafísica, podem também ser divididos em inúmeros grupos dentre os quais cabe destacar o funcionalismo, subdivisão do materialismo segundo o qual um determinado mecanismo deve ser capaz de executar todas as funções de outro mecanismo caso o primeiro possua uma estrutura causal interna e um conjunto de instruções capazes de implementar as funções do segundo.

As três hipóteses possuem vantagens e desvantagens epistemológicas:

---

<sup>97</sup> Neste caso, processos cerebrais não são equivalentes a processos mentais, mas estariam interligados por algum tipo de dependência.

Algumas características interessante de teorias que situam a mente em áreas do conhecimento mais ou menos passíveis de investigação científica (excluindo o dualismo de substancia) pode ser obtida através de uma breve comparação entre os seguintes autores: Daniel Dennett, John Searle, Roger Penrose e David Chalmers.

Segundo Daniel Dennett , todos os fenômenos mentais podem ser reduzidos a operações simples em um nível algorítmico, para DENNETT toda complexidade pode ser decomposta e conhecida através da descrição de suas partes por algum sistema simbólico.

“O termo algoritmo descende do latim (*algorismus*) passando pelo inglês antigo (*algorisme* e, erroneamente, a partir daí, *algorithm*), do nome de um matemático persa, Mûsâ al-Khowârizm, cujo livro sobre procedimentos matemáticos, escrito por volta de 835 d.C., foi traduzido para o latim no século XII por Abelardo de Bath ou Roberto de Chester. A idéia de que o algoritmo é um procedimento infalível de comprovação e de certa forma mecânico existe a séculos, mas foi o trabalho pioneiro de Alan Turing, Kurt Godel e Alonzo Church, na década de 1930, que de certa forma fixou a nossa atual compreensão do termo.”

(Dennett, 1998)

Dennett propõe três características básicas que subjazem sob o termo algoritmo.

“1 – Neutralidade do substrato: O procedimento para divisões longas funciona igualmente bem com lápis ou caneta, papel ou pergaminho, luzes néon ou a fumaça expelida dos aviões, usando o sistema simbólico que você preferir. A eficiência do procedimento deve-se a sua estrutura lógica, não às eficiências causais dos materiais usados na comprovação, desde que as eficiências causais permitam seguir exatamente as etapas prescritas

2 – Irrracionalidade subjacente: Embora o desenho do procedimento em geral seja brilhante, ou produza resultados brilhantes, cada uma de suas etapas, assim como a

transição entre elas, é impressionantemente simples. Simples o bastante para que possa ser executado por um dispositivo totalmente mecânico.

3 – Resultados garantidos: Seja o que for que um algoritmo fizer, ele o faz sempre, se for executado sem erros. Um algoritmo é uma receita infalível.”

(Dennett, 1998)

DENNETT expõe claramente uma de suas opiniões mais controversas, a idéia de que qualquer processo pode ser reduzido a uma receita composta de passos simples, que pode ser executada sobre uma grande variedade de materiais indiferentemente e que se devidamente executada produz sempre o mesmo resultado.

“Voltando a questão levantada anteriormente, existem limites para o que se possa considerar um processo algorítmico? Acho que a resposta é não. Se você quisesse, poderia tratar qualquer processo no nível abstrato como um processo algorítmico.”<sup>98</sup>

Desta forma, DENNETT se coloca como um defensor da hipótese de que é possível re-implementar todos os processos que compõem a mente em um artefato cujo substrato físico seja diferente do cérebro humano.

DENNETT sustenta a corrente, rotulada de Inteligência Artificial Forte, de que todos os processos que compõem a mente humana sejam suscetíveis a uma decomposição lógica em passos simples que executados resultariam no processo original. Desta forma abre-se a possibilidade para, entre outras coisas, mentes de silício (ou qualquer outro material) com capacidades cognitivas semelhantes ou idênticas as nossas.

A crença de DENNETT no reducionismo científico encontra interessantes refutações nas idéias de JOHN SEARLE.

O principal ponto de discordância é o fato de SEARLE afirmar a impossibilidade de algoritmização da totalidade dos processos mentais, SEARLE

---

<sup>98</sup> Isto demonstra uma grande fé na capacidade da linguagem em lidar com a descrição de qualquer conjunto de fenômenos.

não concorda com a possibilidade de que se possa copiar os atributos da mente humana e manter-se de acordo com o princípio na neutralidade do substrato.

“Vou resumir minha posição sobre como a pesquisa do cérebro pode continuar respondendo às perguntas que nos instigam, a saber, se o cérebro é um órgão como qualquer outro; se é uma máquina orgânica. A consciência é causada por processos mentais de nível inferior no cérebro e é, por si só, uma propriedade do cérebro. Por ser uma propriedade que surge através de certas atividades dos neurônios, podemos vê-la como uma “propriedade emergente” do cérebro. Uma propriedade emergente de um sistema é aquela que é causalmente explicada pelo comportamento dos elementos do sistema; mas, não é uma propriedade de quaisquer elementos individuais e não pode ser explicado simplesmente como a soma das propriedades destes elementos.”

(Searle, 1998)

Segundo SEARLE a reprodução física das estruturas que causam os fenômenos mentais pode (caso seja perfeita em detalhes) ocasionar a emergência da totalidade destes fenômenos, no entanto, Searle acredita que não se possa isolar o processo das características físicas inerentes aos elementos que compõem o todo complexo. Segundo este pensamento, a emergência dos fenômenos mentais poderia ser ao menos teoricamente reproduzido, mas de forma alguma descrito através de um sistema simbólico que isole o processo de sua base material.

Um antagonista de DENNETT ainda mais radical do que SEARLE é o físico e matemático inglês ROGER PENROSE.

Segundo PENROSE, assim como para Searle, os fenômenos mentais podem ser compreendidos não por sua descrição algorítmica, mas pelas características físicas de seus componentes, no entanto, PENROSE dá um passo além quando propõe uma natureza específica e inusitada para os componentes físicos mínimos da mente.

Para SEARLE, os processos mentais mínimos são aqueles que se dão no nível das atividades neuronais, para PENROSE estes processos ainda são

demasiadamente grosseiros<sup>99</sup> para dar conta da emergência de fenômenos que, segundo ele, não poderiam ser causados por causas que estejam vinculadas a física clássica.

PENROSE propõe que os comportamentos gerados pela união de materiais que obedecem as regras da física clássica seria insuficiente para reproduzir as características não algorítmicas<sup>100</sup> da mente, e aventa a hipótese de que, em um nível sub neuronal a matéria da qual emerge a consciência possua um comportamento superposicionista, regido pelas leis da física quântica.

Uma das inspirações para busca de subconjuntos de fenômenos que possam ser conhecidos através da linguagem é a obra do filósofo australiano DAVID CHALMERS.

Segundo CHALMERS, o rótulo geral consciência utilizado para referenciar o conjunto dos fenômenos mentais é bastante amplo, permitindo sua subdivisão em uma série de grupos de problemas com características diferentes, CHALMERS assume então um comportamento para cada grupo de problemas, agindo de forma reducionista, como DENNETT, em relação ao que convencionou chamar de “Easy Problem” e de forma Metafísica em relação ao que chama de “Hard Problem”

"Não existe apenas um problema da consciência. "Consciência" é um termo vago e ambíguo, que se refere a vários fenômenos diferentes. Cada um destes fenômenos deve ser investigado, mas algumas são mais fáceis de explicar do que outros. Para começar, uma medida útil é dividir os problemas abrigados sob o rótulo de consciência em dois grupos, os problemas "fáceis" e os problemas "difíceis". Os problemas fáceis são aqueles que podem ser explicados em termos de mecanismos computacionais ou

---

<sup>99</sup> Em termos de escala, por isso Penrose lança mão da substituição da mecânica clássica pela mecânica quântica.

<sup>100</sup> Aparentemente, Penrose não nega a possibilidade de algoritmização dos processos mentais, mas postula a necessidade de uma linguagem com capacidades paraconsistentes para que isto se realize, enquanto físico, busca representar estas capacidades através dos conceitos de superposição de estados presentes na mecânica quântica.

neurais. Os problemas difíceis são aqueles que parecem resistir a estes métodos.<sup>101</sup>

(Chalmers, 1995)<sup>102</sup>

Para CHALMERS, os fenômenos mentais referentes à nossa individualidade, nossos gostos, emoções e percepções subjetivas qualitativas, fazem parte do “Hard Problem”, parte do conjunto de características mentais sobre as quais a descrição através da linguagem, e sua conseqüente geração de conhecimento não alcançam um nível de descrição adequado.

CHALMERS oferece uma concisa lista de habilidades consideradas por ele como integrantes do “Easy Problem”:

“Os problemas “fáceis” da consciência incluem aqueles que explicam os seguintes fenômenos:

- a) A habilidade de discriminar, categorizar e reagir a estímulos do meio ambiente;
- b) A integração da informação por um sistema cognitivo;
- c) A capacidade de reportar estados mentais;
- d) A habilidade de um sistema de acessar seus próprios estados internos;
- e) A atenção;
- f) O controle deliberado do comportamento;
- g) A capacidade de distinguir entre a vigília e o sono,<sup>103</sup>

---

<sup>101</sup> “There is not just one problem of consciousness. “Consciousness” is an ambiguous term, referring to many different phenomena. Each of these phenomena needs to be explained, but some are easier to explain than others. At the start, it is useful to divide the associated problems of consciousness into “hard” and “easy” problems. The easy problems of consciousness are those that seem directly susceptible to the standard methods of cognitive science, whereby a phenomenon is explained in terms of computational or neural mechanisms. The hard problems are those that seem to resist those methods.”

<sup>102</sup> Mais uma vez, Chalmers abre mão de um conjunto de perspectivas para escapar da falta de elasticidade das linguagens fundadas na lógica clássica.

(Chalmers, 1995)

Considerando esta lista, podemos localizar o processo cognitivo alvo deste trabalho em seu segundo item, a integração de informação por um sistema cognitivo. Mais especificamente, este item pode ser compreendido através do questionamento acerca das habilidades através das quais reconhecemos os objetos como instancias de classes, acrescentamos classes a um modelo e checamos a compatibilidade entre os objetos componentes de um sistema.

"Todos estes fenômenos estão associados com a noção de consciência. Por exemplo, em algumas situações podemos afirmar que um estado mental é consciente quando ele pode ser verbalmente reportado, ou quando é internamente acessível. Algumas vezes um sistema é considerado consciente de alguma informação quando ele possui a habilidade de reagir baseado nesta informação, ou, utiliza esta informação, ou quando pode integrar esta informação e explorá-la com um controle sofisticado de seu comportamento. Algumas vezes dizemos que uma informação é consciente precisamente quando é deliberada. Em outras, dizemos que um organismo é consciente como uma outra forma de dizer que o organismo está acordado.<sup>104</sup>"

---

<sup>103</sup> "The easy problems of consciousness include those of explaining the following phenomena:

- the ability to discriminate, categorize, and react to environmental stimuli;
- the integration of information by a cognitive system;
- the reportability of mental states;
- the ability of a system to access its own internal states;
- the focus of attention;
- the deliberate control of behavior;
- the difference between wakefulness and sleep."

<sup>104</sup> "All of these phenomena are associated with the notion of consciousness. For example, one sometimes says that a mental state is conscious when it is verbally reportable, or when it is internally accessible. Sometimes a system is said to be conscious of some information when it has the ability to react on the basis of that information, or, more strongly, when it attends to that information, or when it can integrate that information and exploit it in the sophisticated control of

(Chalmers, 1995)

Segundo CHALMERS, as características integrantes do conjunto nomeado como “Easy Problem” podem ser reduzidas a processos algorítmicos.

"Não existe uma verdadeira questão a respeito da possibilidade de se explicar estes fenômenos cientificamente. Todos eles são de alguma forma vulneráveis a explicações em termos de mecanismos computacionais ou neurais. Por exemplo, para explicar as capacidades de acesso e reportabilidade de estados internos, nós precisamos apenas especificar os mecanismos através dos quais informações sobre estados internos são recolhidas e tornadas disponíveis para relatórios verbais.

Para explicar a integração de informação, nós devemos apenas exibir mecanismos através dos quais informações são armazenadas em conjunto e explorada por processos posteriores.

Em relação à questão da vigília e do sono, seria suficiente uma resposta neurobiológica apropriada, responsável pelo comportamento contrastante dos indivíduos nos diferentes estados.

Em cada um destes casos, uma abordagem cognitiva ou neurofisiológica pode claramente fornecer respostas satisfatórias.

Se estes fenômenos fossem tudo o que há a respeito da consciência, então a consciência não seria um problema tão grande.

Entretanto nós ainda não possuímos nada nem remotamente próximo de uma resposta completa destes fenômenos, nós possuímos uma clara idéia de como nós devemos explica-los.

Este é o motivo pelo qual eu chamo estes problemas de "fáceis". Obviamente "fácil" é um termo relativo.

---

behavior. We sometimes say that an action is conscious precisely when it is deliberate. Often, we say that an organism is conscious as another way of saying that it is awake.”

Considerando o árduo caminho e a grande quantidade de detalhes, deve levar um século ou dois de árduo trabalho empírico. Ainda assim, existem todas as razões para acreditar que os métodos das ciências cognitivas e da neurociência irão obter sucesso.<sup>105</sup>

(Chalmers, 1995)

No entanto, ao contrário de DENNETT, CHALMERS não se atreve a reduzir a processos algoritmizáveis as características que fazem parte do “Hard Problem”.

“O verdadeiro problema “difícil” da consciência é o problema da experiência. Quando nós pensamos e percebemos, parte do fenômeno pode ser atribuído a processos de informação, mas existe também um aspecto subjetivo. Como colocado por Nagel (1974), existe algo que é ser um organismo consciente, este algo é o aspecto subjetivo da experiência.

Quando vemos, por exemplo, nós experimentamos sensações visuais: a sensação de vermelho, a experiência do escuro e do claro, a qualidade de definição da imagem em um campo visual. Outras experiências também possuem percepções de diferentes modalidades: o som de um clarinete, o cheiro das flores. Existem portanto, sensações corporais, de dores a orgasmos; imagens mentais que são conjuradas internamente, o sentimento qualitativo da

---

<sup>105</sup> “There is no real issue about whether these phenomena can be explained scientifically. All of them are straightforwardly vulnerable to explanation in terms of computational or neural mechanisms. To explain access and reportability, for example, we need only specify the mechanism by which information about internal states is retrieved and made available for verbal report. To explain the integration of information, we need only exhibit mechanisms by which information is brought together and exploited by later processes. For an account of sleep and wakefulness, an appropriate neurophysiological account of the processes responsible for organisms' contrasting behavior in those states will suffice. In each case, an appropriate cognitive or neurophysiological model can clearly do the explanatory work.

If these phenomena were all there was to consciousness, then consciousness would not be much of a problem. Although we do not yet have anything close to a complete explanation of these phenomena, we have a clear idea of how we might go about explaining them. This is why I call these problems the easy problems. Of course, “easy” is a relative term. Getting the details right will probably take a century or two of difficult empirical work. Still, there is every reason to believe that the methods of cognitive science and neuroscience will succeed ”

emoção, e a experiência de uma seqüência de pensamentos conscientes. Aquilo que une todos estes estados é o fato de que existe algo que faz parte de todos eles. Todos eles são estados da experiência.<sup>106</sup>

Uma forma possível de estabelecer os limites entre o pensamento destes autores, DENNETT, SEARLE, PENROSE e CHALMERS é enxergá-los através da ótica da função epistemológica da linguagem, se fizermos isto, poderemos concluir que cada um deles concede à linguagem poderes diferentes, movendo, de acordo com sua crença, a fronteira entre o que pode e o que não pode ser dito.

Visto desta forma, poderíamos compreender a posição de DENNETT como uma crença inquebrantável na capacidade da linguagem em capturar as regras que geram a consciência, para SEARLE e PENROSE as causas da consciência estaria além dos limites do dizível, dos limites da linguagem e para CHALMERS, parte do problema estaria ao alcance de um tratamento lingüístico e algorítmico enquanto outros aspectos estariam fora desta possibilidade.

Acredito que a divisão do problema da mente proposto por CHALMERS possa ser utilizada na construção de subdivisões no grupo dos fenômenos mentais cujo entendimento supõe-se possível através da linguagem.

A opinião dos teóricos acerca do relacionamento entre a linguagem e pensamento encontra-se longe de um consenso.

As teses a este respeito variam grandemente entre uma relação “forte”, onde a linguagem possua um papel fundamental na estrutura do pensamento. E uma relação “fraca”, onde o papel da linguagem varia entre a visão de que a linguagem é um mero meio para externalização do pensamento, não participando de seus

---

<sup>106</sup> “The really hard problem of consciousness is the problem of experience. When we think and perceive, there is a whirl of information-processing, but there is also a subjective aspect. As Nagel (1974) has put it, there is something it is like to be a conscious organism. This subjective aspect is experience. When we see, for example, we experience visual sensations: the felt quality of redness, the experience of dark and light, the quality of depth in a visual field. Other experiences go along with perception in different modalities: the sound of a clarinet, the smell of mothballs. Then there are bodily sensations, from pains to orgasms; mental images that are conjured up internally; the felt quality of emotion, and the experience of a stream of conscious thought. What unites all of these states is that there is something it is like to be in them. All of them are states of experience.”

processos internos, até a corrente que afirma que a linguagem seja um auxiliar para o desenvolvimento dos processos mentais servindo entre outras coisas para a aquisição de conceitos e fortalecimento da memória.

CARRUTHERS propõe a seguinte taxonomia<sup>107</sup>:

"Formas "fortes" incluem a visão de que a linguagem é conceitualmente necessária para o pensamento (aceita por muitos filósofos) e a visão de que a linguagem é de fato o meio de todo pensamento conceitual humano."<sup>108</sup>

(Carruthers,2001)

Este recorte possível das teorias a respeito do relacionamento entre linguagem e pensamento encontra apoio nas idéias de VIGOTSKI.

“O exame dos resultados das investigações anteriores sobre o pensamento e a linguagem mostrará que, desde a antiguidade até hoje, todas as teorias oscilam entre a identificação, ou fusão, do pensamento e da fala, por um lado, e sua disjunção e segregação igualmente absolutas, quase metafísicas, por outro. Seja expressando um desses extremos em sua forma pura, seja combinando-os, isto é, assumindo uma posição intermediária – mas sempre em algum ponto ao longo do eixo que une os dois pólos – todas as diferentes teorias sobre o pensamento e a linguagem ficam restritas a esse círculo.”

(Vigotski, 2005)

Nas páginas que seguem pretendo expor em primeiro lugar uma versão da concepção popular do relacionamento entre linguagem e pensamento, em seguida algumas versões de teorias “fracas” da linguagem, sendo elas: a linguagem como mero instrumento de comunicação, a linguagem como instrumento de desenvolvimento diacrônico, a linguagem como

---

<sup>107</sup> Taxonomia refere-se à classificação das coisas, e aos princípios subjacentes da classificação. Quase tudo - objetos animados, inanimados, lugares e eventos - pode ser classificado de acordo com algum esquema taxonômico.

<sup>108</sup> “Strong forms include the view that language is conceptually necessary for thought (endorsed by many philosophers) and the view that language is de facto the medium of all human conceptual thinking”

modeladora do aparato cognitivo e a linguagem como instrumento de apoio do aparato cognitivo.

Mostrarei também algumas teorias “Fortes” da linguagem: A linguagem como elemento essencial do pensamento, o pensamento como linguagem e a linguagem como uma máquina virtual seqüencial sobre uma base conexionista.

Para o senso comum, não parece existir uma distinção clara entre o pensamento e a linguagem natural.

"Muitas pessoas parecem gastar boa parte de sua atividade mental envolvidos em um "diálogo de si consigo", com proposições em linguagem natural ocupando uma proporção significativa do fluxo de suas consciências<sup>109</sup>"

(Carruters, 2001)

Este elemento da sabedoria popular foi corroborado por uma pesquisa realizada entre 1990 e 1993 pelo professor R. Hulburt, que utilizou um método bastante simples para testar esta hipótese.

Um grupo de indivíduos foi instado a utilizar fones de ouvido durante períodos pré-estabelecidos de tempo, ocasionalmente, o fone produzia uma série de ruídos.

Quando um indivíduo ouvisse um ruído deveria “congelar” o que estivesse passando por sua cabeça naquele exato momento e realizar uma anotação explicativa a respeito deste pensamento.

Embora as incidências de diálogo interno variem bastante, todos os indivíduos considerados normais (em oposição aos esquizofrênicos), relataram a ocorrência de diálogo interno variando entre 7% e 80% do tempo.

Obviamente os resultados desta experiência podem ser questionados de uma série de formas, principalmente através da crítica ao tamanho reduzido do

---

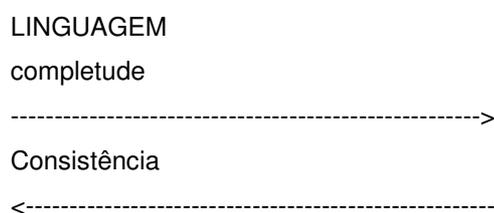
<sup>109</sup> “Many people seem to spend a good deal of their waking activity engaged in ‘inner speech’, with imaged natural language sentences occupying a significant proportion of the stream of their conscious mentality”

grupo de testes utilizado por HULBURT, no entanto, dentro do contexto deste trabalho, a pesquisa externaliza um interessante fato, de que para o pensamento comum, a resposta à questão acerca do relacionamento entre linguagem e pensamento é de que a linguagem é um elemento constitutivo do pensamento.<sup>110</sup>

Esta resposta é integrante do grupo das “teorias fortes sobre o papel da linguagem no pensamento” que consideram a hipótese de que a linguagem possua, além de um obvio papel comunicativo na intersubjetivação de pensamentos, uma participação ativa na cognição humana.

---

<sup>110</sup> Aparentemente, para o senso comum a linguagem esgota todas as perspectivas e características de nossa realidade mental, no entanto, ao realizar este tipo de afirmação, devemos levar em conta o fato de que não existe, neste caso, uma grande preocupação ou exigência de consistência, contribuindo desta forma para a completude.



Explicitar a ideia de que quanto mais completa for a linguagem, maior o número de contradições possíveis de serem encontradas dentro do sistema representado por esta linguagem, em contrapartida, quanto mais formalizada for uma linguagem menor o número de coisas que podem ser ditas e o número de contradições e dubiedades geradas e encontradas.

## 6 - Conclusão

A conclusão a que chegamos após o percurso percorrido em nossa investigação é de que a linguagem natural possui capacidade de elasticidade potencialmente infinita, e de que esta elasticidade pode ser herdada pelas linguagens formais (subconjuntos das linguagens naturais com características específicas).

Acreditamos que a melhor forma de fundamentar esta conclusão seja através de exemplos práticos e teóricos do alargamento da capacidade semântica de linguagens formais setoriais recolhidos ao longo de nossa pesquisa.

O aumento da elasticidade das linguagens formais aplicado ao estudo dos fundamentos da matemática:

Em 1900, no Segundo Congresso Internacional de Matemática, realizado em Paris, David Hilbert propôs uma lista de 23 problemas cuja solução "desafiaria futuras gerações de matemáticos". Vários deles foram desde então resolvidos e alguns resistem até hoje, permanecendo ainda em aberto.

A idéia que funda o pensamento e o programa de Hilbert é a idéia de que todas as áreas da matemática, ou seja, toda a matemática devam ser devidamente axiomatizadas, ou seja, devem ser estabelecidas bases axiomáticas (proposições aceitas como verdade dentro do sistema, sem a necessidade de prova, convencionadas, geralmente, mas não sempre, a partir da observação da realidade) e de regras de derivação a partir das quais é possível avançar e retroceder construindo verdades derivadas, teoremas, a partir dos axiomas e de teoremas mais básicos e retornando dos teoremas aos axiomas através de provas de que aquelas proposições não primárias (não são axiomas) são, assim como suas bases, proposições válidas do sistema.

Ou seja, Hilbert acreditava em uma mecanização total da matemática.

Para que isto pudesse acontecer a matemática deveria expurgar de si todos os paradoxos e as dubiedades.

Curiosamente o programa de Hilbert não era tão radical quanto o programa intuicionista de Brouwer<sup>111</sup>, que não admitia nenhum passo no encaminhamento entre os axiomas e os teoremas e vice-versa, que não fossem absolutamente construtivos, ou seja, não fizessem uso de saltos mentais intuitivos ou de regras infinitárias (afinal de contas o infinito não é construtivo!).

Ambas as linhas requerem obrigatoriamente a ausência de paradoxos (de qualquer tipo), → fim da auto - referencia → teoria dos tipos.

Muitos lógicos, filósofos e matemáticos tentaram executar o sonho Hilbertiano de mecanização da matemática (principalmente da aritmética de

---

<sup>111</sup> Luitzen Egbertus Jan Brouwer (27 de fevereiro, 1881 – 2 de dezembro, 1966), normalmente mais indicado como L. E. J. Brouwer foi um matemático holandês graduado na Universidade de Amsterdam, que trabalhou em topologia, teoria dos conjuntos, medida matemática e análise complexa. O teorema do ponto fixo de Brouwer foi batizado em sua homenagem. Ele provou o teorema da aproximação simplicial nos fundamentos da topologia algébrica, que justifica a redução a termos combinatórios, após sucessivas e suficientes subdivisões em complexos simpliciais, no tratamento de mapeamentos contínuos em geral.

Brouwer aderiu à corrente filosófica do intuicionismo na matemática. Esta é uma variação da matemática construtivista. É algumas vezes, e bem simplificada, caracterizada, dizendo-se que seus adeptos recusam-se a usar a "lei do terceiro excluído" no raciocínio matemático. Brouwer de fato fundou o intuicionismo matemático, como oposto da linha dominante do formalismo.

Suas idéias foram inicialmente expostas em *Beweis des Jordanschen Satzes für N Dimensionen* (1912) ("Prova do Teorema de Jordan para N dimensões"). Ele deixou de expor alguns dos princípios fundamentais, tais como a "tripla negação" na lógica intuicionista, a qual foi posteriormente retomada por Andrei Kolmogorov e (durante certo tempo) por Hermann Weyl, com atitudes um pouco diferentes. Brouwer passou muito tempo em busca da teoria intuicionista dos números reais, os quais chamou de espécies. Este esforço poderia hoje ser considerado fora de propósito: não há uma única teoria. O intuicionismo posteriormente tornou-se mais respeitado, quando Kurt Gödel e posteriormente Stephen Kleene o ajustaram à lógica matemática.

Ele foi combativo quando jovem. Envolveu-se numa controvérsia pública e até mesmo aviltante com David Hilbert em fins dos anos 1920, sobre a política editorial de *Mathematische Annalen*, na época um jornal especializado. Politicamente Brouwer era pró-Alemanha. Ele se tornou relativamente isolado. O desenvolvimento do intuicionismo na sua origem foi feito por seu aluno Arend Heyting.

Peano) e de áreas que a abranjam, evitando a geração de paradoxos que conduziriam ao princípio de explosão<sup>112</sup> aceito pela lógica formal tradicional.

Duas tentativas se destacam no cenário do avanço dos lógicos formais contra os paradoxos, a primeira encontra-se na obra de Frege<sup>113</sup>, que busca

---

<sup>112</sup> O princípio de explosão é uma lei da lógica clássica e de alguns outros sistemas como a lógica intuicionista que, de acordo com ela, "qualquer coisa pode surgir de uma contradição", isto é, uma vez que uma contradição foi afirmada, qualquer proposição (ou a sua inversa) pode ser inferida dela. "Se algo é verdadeiro e não verdadeiro ao mesmo tempo, é possível derivar qualquer conclusão " O princípio da explosão também é conhecido como *ex falso quodlibet*, *ex falso sequitur quodlibet*, *ex contradictione [sequitur] quodlibet* e *ex falso/contradictione [sequitur]*. Todas são variações da versão em Latim que significa: "da falsidade/contradição obtém-se o que se queira".

<sup>113</sup> Friedrich Ludwig Gottlob Frege (Wismar, 8 de novembro de 1848 — Bad Kleinen, 26 de julho de 1925) foi um matemático, lógico e filósofo alemão. Trabalhando na fronteira entre a filosofia e a matemática, Frege foi o principal criador da lógica matemática moderna, sendo considerado, ao lado de Aristóteles, o maior lógico de todos os tempos. Estudou nas universidades de Jena e Gotinga e tornou-se professor de Matemática em Jena, onde lecionou primeiro como docente e, a partir de 1896, como catedrático, onde permaneceu até sua morte. Em 1879 publicou *Begriffsschrift* (1879, Ideografia (Ideography) é uma tradução sugerida em carta pelo próprio autor, outra opção seria Notação Conceptual), onde, pela primeira vez, se apresentava um sistema matemático lógico no sentido moderno. Em parte incompreendido por seus contemporâneos, tanto filósofos como matemáticos, Frege prosseguiu seus estudos e publicou, em 1884, *Die Grundlagen der Arithmetik* (Os Fundamentos da Aritmética), obra-prima filosófica que, no entanto, sofreu uma demolidora crítica por parte de Georg Cantor, justamente um dos matemáticos cujas idéias se aproximavam mais das suas. Em 1903 publicou o segundo volume de *Grundgesetze der Arithmetik* (Leis básicas da Aritmética), em que expunha um sistema lógico no qual seu contemporâneo e admirador Bertrand Russell encontrou uma contradição, que ficou conhecida como o paradoxo de Russell. Esse episódio impactou profundamente a vida produtiva de Frege. Segundo Russell, apesar da natureza de suas descobertas marcarem época, sua obra permaneceu na obscuridade até 1903, quando o próprio filósofo e matemático inglês chamou atenção para a relevância dos escritos. O grande contributo de Frege para a lógica matemática foi o criação de um sistema de representação simbólica (*Begriffsschrift*, conceitografia ou ideografia) para representar formalmente a estrutura dos enunciados lógicos e suas relações, e a contribuição para a implementação do cálculo dos predicados. Esse parte da decomposição funcional da estrutura interna das frases (em parte substituindo a velha dicotomia sujeito-predicado, herdada da tradição lógica Aristotélica, pela oposição matemática função-argumento) e da articulação do conceito de quantificação (implícito na lógica clássica da generalidade), tornado assim possível a sua manipulação em regras de dedução formal. (As expressões "para todo o x", "existe um x", que denotam operações de quantificação sobre variáveis têm na obra de Frege uma de suas origens). Ao contrário de Aristóteles, e mesmo

estabelecer a base de uma matemática completa e consistente através do logicismo<sup>114</sup> e encontra sua fragilidade no surgimento do paradoxo de Russel.

A segunda tentativa encontra-se no Principia Matemática (PM) De Russel e Whitehead que busca evitar os paradoxos através da teoria dos tipos<sup>115</sup> de encontra sua fragilidade no surgimento do famoso artigo de Kurt Gödel de 1931<sup>116</sup>

---

de Boole, que procuravam identificar as formas válidas de argumento, e as assim chamadas "leis do pensamento", a preocupação básica de Frege era a sistematização do raciocínio matemático, ou dito de outra maneira, encontrar uma caracterização precisa do que é uma "demonstração matemática". Frege havia notado que os matemáticos da época freqüentemente cometiam erros em suas demonstrações, supondo assim que certos teoremas estavam demonstrados, quando na verdade não estavam. Para corrigir isso, Frege procurou formalizar as regras de demonstração, iniciando com regras elementares, bem simples, sobre cuja aplicação não houvesse dúvidas. O resultado que revolucionou a lógica foi o desenvolvimento do cálculo de predicados (ou lógica de predicados).

<sup>114</sup> Logicismo é a tese que a matemática -- ou uma parte dela -- reduz-se à lógica -- ou a uma parte da lógica. Gottlob Frege foi um dos primeiros lógicos a defendê-la. (Independentemente, Richard Dedekind, em *Was sind und was sollen die Zahlen?* (1887), desenvolvia seu projeto, centrado na tese que 'aritmética é parte da lógica', e o 'conceito de número inteiramente independente das noções ou intuições do espaço e tempo.') Frege examinou, p.ex., nos *Fundamentos da Aritmética* (1884), como a lógica poderia estar na base de algumas verdades matemáticas -- precisamente aquelas da aritmética -- sem torná-las totalmente triviais. Bertrand Russell, com a colaboração de A.N. Whitehead, p.ex., em *Principia Mathematica* (1910-13; 1925-7), estendeu essas indagações, e suscitou mais algumas, para todas as verdades matemáticas.

<sup>115</sup> No sentido mais lato, a teoria dos tipos é o ramo da matemática e da lógica que se preocupa com a classificação de entidades em conjuntos chamados tipos. Neste sentido, está relacionada com a noção metafísica de "tipo". A teoria dos tipos moderna foi inventada em parte em resposta ao paradoxo de Russell, e é muito usada em *Principia Mathematica*, de Russell e Whitehead.

<sup>116</sup> *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I* ("On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems I") is a paper in mathematical logic by Kurt Gödel. Dated November 17, 1930, it was originally published in German in the 1931 volume of *Monatshefte für Mathematik*. Several English translations have appeared in print, and the paper has been included in two collections of classic mathematical logic papers. The paper is famous for the theorems it contains, which have many implications for consistency proofs in mathematics, and for the techniques that Gödel invented to prove these theorems.

que demonstra que mesmo aceitando as restrições impostas pela teoria dos tipos não é possível axiomatizar<sup>117</sup> a aritmética de Peano de forma completa e consistente.

---

Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I ("Sobre proposições formais indecidíveis no Principia Matemática e sistemas correlatos") é um artigo em lógica matemática escrito por Kurt Gödel em 17 de novembro de 1930 e originalmente publicado na Alemanha no volume de 1931 do Monatshefte für Mathematik. Várias traduções para o inglês foram publicadas, e o artigo foi incluído em duas coleções de artigos de lógica matemática. O artigo é famoso por conter os teoremas da incompletude que possuem diversas implicações nas provas de consistência da matemática e pelas técnicas que Gödel criou para provar estes teoremas

<sup>117</sup> Em matemática e em lógica, uma teoria axiomática é uma teoria baseada num conjunto de axiomas a partir dos quais são deduzidos teoremas utilizando procedimentos bem definidos (por exemplo, um conjunto de regras lógicas). Os axiomas são estabelecidos sem dedução e tomados como ponto de partida para a dedução dos teoremas. Entretanto, os teoremas podem ser utilizados para a dedução de outros teoremas. Como condição adicional é geralmente colocado que o conjunto de axiomas seja decidível no sentido de ser um conjunto recursivo. Todo conjunto finito de axiomas é decidível e, portanto, aceitável com essa condição. Apesar de sistemas axiomáticos existirem desde a antiguidade (por exemplo a geometria euclidiana do livro Elementos de Euclides), as teorias axiomáticas formalizadas baseiam-se nos desenvolvimentos da lógica matemática acontecidos a partir das últimas décadas do século XIX, devido aos trabalhos de Frege, Post, Russell, Whitehead, Hilbert, Skolem e outros. No desenvolvimento das teorias axiomáticas no século XX, foi muito significativa a influência do Programa de Hilbert que propôs que as teorias matemáticas deveriam ser formalizadas como teorias axiomáticas, sendo as deduções realizadas de maneira puramente formal, utilizando regras lógicas formais previamente definidas. No sexto dos seus problemas, Hilbert propôs ainda que as teorias físicas também deveriam ser axiomatizadas à maneira das teorias matemáticas. Uma teoria axiomática é dita consistente quando nela não é derivada uma contradição, ou seja, não são derivados uma proposição e a sua negação. Por exemplo, a teoria das álgebras de Boole pode ser considerada consistente, pois possui um modelo finito. Quando as regras utilizadas correspondem a lógica clássica, se a teoria for inconsistente, a partir de uma contradição pode ser derivado qualquer enunciado, trivializando o sistema. Dada uma teoria axiomática ou um conjunto de axiomas, um axioma é dito independente se ele não pode ser derivado dos demais. Por exemplo, o enunciado da comutatividade é independente em teoria de grupos, pois existem grupos não comutativos. Na geometria, o Postulado das paralelas é considerado independente dos demais. Uma teoria axiomática é dita completa se para cada proposição  $P$  da teoria (fórmula sem variáveis livres), ou bem pode ser deduzida  $P$  ou bem pode ser deduzida a negação de  $P$ . Como exemplos de teorias matemáticas completas podemos citar a teoria dos corpos algebricamente fechados de característica fixa e a teoria das álgebras de Boole sem átomos. O Teorema da incompletude de

Desde o resultado de Godel, busca-se por uma forma de coexistência entre completude e consistência que não infrinja o princípio de explosão. Uma solução possível seria revogar o princípio de explosão permitindo a existência de determinadas formas de contradição (não todas as contradições) sem que ocorra a trivialização do sistema.

No campo da Biologia cognitiva também podemos observar vantagens na utilização de lógicas não clássicas subjacentes as linguagens formais com as quais descrevemos os modelos cognitivos. Numa linha de desenvolvimento que parte de Platão, segundo o qual a realidade é dinâmica e acomoda contradições na construção do conhecimento (Nunes, 1973), pretendemos argumentar que a razão, a lógica que alimenta a ciência, não se resume às suas representações em níveis arbitrariamente definidos como primários. Propomos um alargamento do conceito de lógica, considerando sua fruição em níveis cognitivos complexos oriundos da lógica primária.

Esta lógica alargada, ou complexa, será apresentada como um conjunto de operadores e regras de derivação que transcenderia a estrutura operacional da lógica clássica. Disto decorre que a captura do referente extra-linguístico em modelos científicos escapa, assim como o referente dos diálogos platônicos a estruturas estáticas, fundadas exclusivamente na lógica clássica.

Surge então a hipótese de que a existência de múltiplos sistemas lógicos não seja contrária a ideia tradicional da lógica como condição a priori do entendimento, como arcabouço do conhecimento sensível e como expressão das leis do pensamento (Boole, 2005). Segundo esta hipótese, todos os níveis de elaboração lógica se utilizariam de estruturas pré-definidas, sobre as quais se encaixariam os objetos de interesse científico apresentados como objetos sensíveis. Em níveis neurobiológicos, o balanço das pressões genético-evolutiva e epigenético-mnemônica determinaria dinamicamente, momento a momento, estes

---

Gödel demonstra que as teorias matemáticas habituais da aritmética (como a Aritmética de Peano), se elas são consistentes, então não são completas. Uma teoria axiomática T1 é consistente relativa a uma teoria axiomática T2 se a consistência de T2 implica a consistência de T1. Por exemplo, a Aritmética de Peano é consistente relativa a Teoria de Conjuntos de Zermelo-Fraenkel.

pré-arcabouços lógicos, incluindo as próprias experiências pregressas e presentes lógico-estético-afetivas (Kasai, 2010 e Agnati, LF) .

Desta forma, os pré-arcabouços lógicos de Kant teriam pecado por sua rigidez na forma de pressupostos determinísticos, armadilha possível também nos campos de problematização em biologia. Esta rigidez definitivamente não se garante frente a evidências atuais nos campos da neurobiologia e da neurocognição. O modelo kantiano em não considerando a plasticidade das redes neurais, que determinam a re-escultura funcional dos circuitos fisiológicos preexistentes ao longo de toda a vida do indivíduo, perderia sua capacidade de explicar trânsitos lógicos dinâmicos, aprendidos e adaptados na linha de desenvolvimento ontológico do ente/indivíduo.

Concluimos então, que dentro do modelo proposto, caberia uma hipótese "neo-kantiana" de que as lógicas não clássicas preexistem como estruturas mentais, perfazendo um conjunto lógico estendido. Mais ainda, que o processamento lógico-cognitivo primário do objeto de interesse científico é somente um dos níveis lógicos de entendimento do mundo, presentes na apreciação e fruição intelectual do observador e criador em ciência. Por fim, argumentaremos que a arte representa um grande enunciador de operações lógicas complexas, por provocar leituras de valor estético e ético, correlatos subjetivos da lógica primária, mas capazes de alimentar ou promover saltos de entendimento lógico-intuitivo em ciência.

A ciência da computação<sup>118</sup> e a engenharia de software<sup>119</sup> provem bons exemplos da possibilidade de expansão semântica da linguagem em função da troca ou adição de sua lógica subjacente.

---

<sup>118</sup> Ciência da computação é o estudo dos algoritmos, suas aplicações e de sua implementação, na forma de software, para execução em computadores eletrônicos. Desempenha um papel importante, na área de ciência da computação, a formalização matemática de algoritmos, como forma de representar problemas decidíveis, i.e., os que são susceptíveis de redução a operações elementares básicas, capazes de serem reproduzidas através de um qualquer dispositivo mecânico/eletrônico capaz de armazenar e manipular dados. Um destes dispositivos é o computador digital, de uso generalizado, nos dias de hoje. Também de fundamental importância para a área de ciência da computação são as metodologias e técnicas ligadas à implementação de software que abordam a especificação, modelagem, codificação, teste e avaliação de sistemas de software. Os estudos oriundos da Ciência da computação podem ser aplicados em qualquer área do conhecimento humano em que seja possível definir métodos de resolução de problemas

A lógica da ciência da computação espelha em grande parte a lógica intuicionista<sup>120</sup> uma vez que suas demonstrações são sempre construtivas, levando alguns autores a buscarem, inclusive, uma identificação total entre provas e programas.

As the 19th century drew to a close, logicians formalized an ideal notion of proof. They were driven

By nothing other than an abiding interest in truth, and their proofs were as ethereal as the mind of God. Yet within decades these mathematical abstractions were realized by the hand of man, in the digital stored-program computer. How it came to be recognized that proofs and programs are the same thing is a story that spans a century, a chase with as many twists and turns as a thriller. At the end of the story is a new principle for designing programming languages that will guide computers into the 21st century.

For my money, Gentzen's natural deduction and Church's lambda calculus are on a par with Einstein's

---

baseados em repetições previamente observadas. Avanços recentes na ciência da computação tem impactado fortemente a sociedade contemporânea, em particular as aplicações relacionadas às áreas de redes de computadores, Internet, Web e computação móvel que têm sido utilizadas por bilhões de pessoas ao redor do globo.

<sup>119</sup> Engenharia de software é uma área do conhecimento da computação voltada para a especificação, desenvolvimento e manutenção de sistemas de software aplicando tecnologias e práticas de gerência de projetos e outras disciplinas, objetivando organização, produtividade e qualidade. Atualmente, essas tecnologias e práticas englobam linguagens de programação, banco de dados, ferramentas, plataformas, bibliotecas, padrões, processos e a questão da Qualidade de Software. Os fundamentos científicos para a engenharia de software envolvem o uso de modelos abstratos e precisos que permitem ao engenheiro especificar, projetar, implementar e manter sistemas de software, avaliando e garantindo suas qualidades. Além disso, a engenharia de software deve oferecer mecanismos para se planejar e gerenciar o processo de desenvolvimento de um sistema de informação.

<sup>120</sup> Lógica intuicionista, ou lógica construtivista, é o sistema de lógica simbólica desenvolvido por Arend Heyting para prover uma base formal para o intuicionismo de Brouwer. O sistema preserva, também, a justificação, e não apenas a verdade, no processo que leva de hipóteses a proposições derivadas - se as hipóteses são verdadeiras e justificáveis então a conclusão também será verdadeira e justificável. De um ponto de vista prático, há, também, uma forte motivação para usar a lógica intuicionista, já que ela possui a propriedade existencial, tornando-a adequada para outras formas de construtivismo matemático.

relativity and Dirac's quantum physics for elegance and insight. And the maths are a lot simpler. I want to show you the essence of these ideas. I'll need a few symbols, but not too many, and I'll explain as I go along.

To simplify, I'll present the story as we understand it now, with some asides to fill in the history. First, I'll introduce Gentzen's natural deduction, formalism for proofs. Next, I'll introduce Church's lambda calculus, formalism for programs. Then I'll explain why proofs and programs are really the same thing, and how simplifying a proof corresponds to executing a program. Finally, I'll conclude with a look at how these principles are being applied to design a new generation of programming languages, particularly mobile code for the Internet.

(Wadler,2000)<sup>121</sup>

No entanto, assim como em outras áreas do conhecimento, a restrição a provas construtivas fundadas nos três princípios fundantes da lógica tradicional começa a impor severos limites para o desenvolvimento de aplicações computacionais.

Por esta razão diversos pesquisadores desta área buscam alternativas conceituais que os conduzam a solução de problemas reais.

When integrating data coming from multiple different sources we are faced with the possibility of inconsistency in databases. A paraconsistent approach for knowledge base integration allows keeping inconsistent information and reasoning in its presence.

(Amo e Pais, 2006)<sup>122</sup>

---

<sup>121</sup> Com a proximidade do fim do século 19, lógicos formalizaram uma noção ideal de prova, eles foram levados por nada mais do que um completo interesse pela verdade, e suas provas eram etéreas como a mente de deus. No entanto, após décadas estas abstrações matemáticas foram realizadas pela mão do homem, utilizando programas armazenados e executados em um computador digital. Como provas vieram a ser reconhecidas como programas é também, uma história que levou um século, uma história com tantas reviravoltas quanto uma história de ação. No final da história surge um novo princípio para o desenvolvimento de linguagens de programação que irá guiar a computação em direção ao século 21.

<sup>122</sup>

É muito interessante observar que o termo “reasoning in its presence” ou continuar raciocinando na presença de contradições é a negação, na linguagem de pesquisadoras da área de ciência de informação do princípio de explosão, discutido no capítulo sobre história da lógica e atribuído por Priest (Como podemos ver no subcapítulo “O que há de tão mal em contradições?”) a lógicos da idade média.

A ciência da informação encontra grandes obstáculos a manutenção dos princípios da lógica tradicional principalmente nas áreas de inferências sobre bancos de dados (como o exemplo citado acima), inteligência artificial, sistemas especialistas<sup>123</sup> e engenharia de software, particularmente na parte de

---

Quando integramos dados oriundos de múltiplas e diferentes origens, nós nos deparamos com a possibilidade de inconsistência nos bancos de dados. Uma abordagem paraconsistente para a integração de bases de conhecimento permite manter informações inconsistentes e raciocinar em sua presença.

<sup>123</sup> Um Sistema Especialista se divide em duas palavras, que são Sistema - "Conjunto de elementos, materiais ou ideais, entre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação" e Especialista - "Pessoa que se consagra com particular interesse e cuidado a certo estudo. Conhecedor, perito", sendo uma classe de programa de computador desenvolvido por pesquisadores de Inteligência artificial durante os anos 1970 (1970) e aplicado comercialmente durante os anos 1980 (1980). Em síntese, são programas constituídos por uma série de regras (as vezes também heurísticas) que analisam informações (normalmente fornecidas pelo usuário do sistema) sobre uma classe específica de problema (ou domínio de problema). Um termo relacionado é wizard (software) (em inglês). Como um sistema especialista, um wizard também é um programa de computador interativo que auxilia o usuário a resolver um problema. Normalmente, o termo wizard é empregado para designar programas que pesquisam uma base de dados procurando por critérios informados pelo usuário. Infelizmente, a distinção entre essas duas definições não é universal, e alguns programas baseados em regras são também chamados de wizards. Um sistema especialista(SE) é desenvolvido a partir da necessidade de se processar informações não numéricas, é capaz de apresentar conclusões sobre um determinado tema, desde que devidamente orientado e "alimentado". Um sistema especialista é uma forma de sistema baseado no conhecimento especialmente projetado para emular a especialização humana de algum domínio específico. Um SE irá possuir uma base de conhecimento formada de fatos e regras sobre o domínio, tal como um especialista humano faria, e devem ser capazes de oferecer sugestões e conselhos aos usuários.

levantamento de requisitos, modelagem de casos de uso<sup>124</sup> e modelagem de classes<sup>125</sup>.

No artigo citado acima as autoras propõem a introdução de uma linguagem de consulta chamada P-Datalog<sup>126</sup> para consultar bancos de dados que quando combinados possam conter informações inconsistentes. Elas apontam de forma bastante contundente o fato de que a própria existência de contradições podem fornecer informações valiosas para o pesquisador que realiza a mineração de

---

<sup>124</sup> Na Engenharia de Software, um caso de uso (ou use case) é um tipo de classificador representando uma unidade funcional coerente provida pelo sistema, subsistema, ou classe manifestada por seqüências de mensagens intercambiáveis entre os sistemas e um ou mais atores. Pode ser representado por uma elipse contendo, internamente, o nome do caso de uso. Um caso de uso representa uma unidade discreta da interação entre um usuário (humano ou máquina) e o sistema. Um caso de uso é uma unidade de um trabalho significativo. Por exemplo: o "login para o sistema", "registrar no sistema" e "criar pedidos" são todos casos de uso. Cada caso de uso tem uma descrição o qual descreve a funcionalidade que irá ser construída no sistema proposto. Um caso de uso pode "incluir" outra funcionalidade de caso de uso ou "estender" outro caso de uso com seu próprio comportamento. Casos de uso são tipicamente relacionados a "atores". Um ator é um humano ou entidade máquina que interage com o sistema para executar um significativo trabalho. É importante notar que não descreve como o software deverá ser construído, mas sim como ele deverá se comportar quando estiver pronto.

<sup>125</sup> Em programação, um diagrama de classes é uma representação da estrutura e relações das classes que servem de modelo para objetos.

<sup>126</sup> Possibilidades de ocorrência de inconsistências no banco de dados surgem ao integrarmos dados provenientes de diferentes fontes. Uma abordagem paraconsistente na integração de banco de dados permite que dados inconsistentes sejam identificados e mantidos, e ainda assim seja possível deduzir informações consistentes. Isto é, a presença de inconsistência não invalida todo o banco de dados como no enfoque clássico, mas somente uma parte dele: a que contém a inconsistência. Além disto, partimos do pressuposto que a presença de uma informação identificada como inconsistente é mais significativa do que a sua ausência por completo do banco de dados.

uma linguagem dedutiva de consultas a banco de dados contendo inconsistências denominada P-Datalog. A semântica declarativa de P-Datalog: é uma extensão da semântica bem-fundada de Datalog. A lógica base para a semântica de P-Datalog: é também uma extensão da lógica paraconsistente.

dados<sup>127</sup> e que, de acordo com o paradigma clássico seria obrigado a abandonar parte preciosa desta informação.

No terreno da inteligência artificial podemos encontrar também grandes avanços na direção do uso de lógicas não clássicas, e em particular da lógica paraconsistente em uma de suas variantes com o intuito de minorar problemas gerados pela presença concomitante de informações contraditórias.

Inconsistências surgem naturalmente na descrição do mundo real. Isto ocorre em vários contextos. Não obstante, seres humanos são capazes de raciocinar adequadamente. A automatização de tais raciocínios requer o desenvolvimento de teorias formais apropriadas.

O emprego de sistemas lógicos que permitem a manipulação de informações inconsistentes é uma área de importância crescente em ciência da computação, teoria de bancos de dados e IA. Por exemplo, se um engenheiro de conhecimento está projetando uma base de conhecimento BC, relacionado a certo domínio D, ele pode consultar n especialistas desse domínio.

Para cada especialista consultado ele obterá alguma informação e a representará em certa lógica como um conjunto de sentenças. Um modo simples de se combinar o conhecimento resultante de todos os peritos em um único sistemas de conhecimento é unir os conjuntos obtidos, este procedimento, porém, pode levar a bases de conhecimento que contenham conseqüências contraditórias -  $p$  e  $\neg p$  (negação de  $p$ ). Sendo então inconsistente. A base de conhecimentos obtida, entretanto, não é um conjunto inútil de informações.

Com efeito, certos subconjuntos da base obtida podem ser consistentes e expressar informações importantes. Tais informações não podem ser desconsideradas.

A discordância entre especialistas em um determinado domínio pode ser significativa. Por exemplo, se o médico M1 conclui que o paciente X sofre de um câncer fatal, enquanto

---

<sup>127</sup> Prospecção de dados ou mineração de dados (também conhecida pelo termo inglês data mining) é o processo de explorar grandes quantidades de dados à procura de padrões consistentes, como regras de associação ou sequências temporais, para detectar relacionamentos sistemáticos entre variáveis, detectando assim novos subconjuntos de dados.

o médico M2 conclui que aquele mesmo paciente sofre de tumor, mas benigno, provavelmente o paciente quererá saber mais sobre tal discordância. Essa discordância é fundamental porque pode conduzir o paciente X a tomar decisões apropriadas: obter a opinião de um terceiro médico, por exemplo.

Este último caso evidencia que não é aconselhável achar modos para excluir determinadas fórmulas como causando inconsistências na base total de conhecimentos, pois muitas vezes podem ser removidas informações importantes. Em tais casos, a existência de inconsistências é relevante.

Embora a inconsistência seja um fenômeno de importância crescente em programação em certos ambientes – especialmente nos que possuem certo grau de distribuição – ela não pode ser manipulada, pelo menos diretamente, por meio da lógica clássica na qual estão baseadas a maioria das linguagens de programação. Assim, temos de recorrer a lógicas alternativas da clássica; torna-se então necessária a procura de linguagens de programação baseadas em tais lógicas.

Em Ávila & Abe (1999b) e Ávila et al. (1997b e c; 1998a e b) foi proposta uma variação da linguagem de programação Prolog<sup>128</sup>, a saber, ParaLog, que permite tratar da inconsistência diretamente. Esta implementação foi feita independentemente dos resultados de Subrahmanian e colaboradores (Blair & Subrahmanian, 1988; Subrahmanian, 1987).

Assim, a lógica paraconsistente, apesar de ter sido desenvolvida inicialmente de um ponto de vista puramente teórico, encontrou em recentes anos aplicações extremamente férteis em ciência de computação, evidenciando sua fecundidade dos prismas prático e tecnológico.

---

<sup>128</sup> Prolog é uma linguagem de programação que se enquadra no paradigma de Programação em Lógica Matemática. É uma linguagem de uso geral que é especialmente associada com a inteligência artificial e lingüística computacional. Consiste numa linguagem puramente lógica, que pode ser chamada de Prolog puro, e numa linguagem concreta, a qual acrescenta o Prolog puro com componentes extra-lógicos.

O artigo dos professores Minoro e Da Costa mostra com clareza os perigos epistemológicos, de ignorarmos e fugirmos das contradições, reforçando a hipótese defendida por este trabalho de que a ampliação das possibilidades de análise da informação, inclusive permitindo um determinado grau de superposição, pode ser muito benéfico a geração de modelos mais completos da realidade na qual nos encontramos imersos.

## **Bibliografia:**

\_\_\_\_\_. *A tese de Kant sobre o ser*. São Paulo: Abril Cultural (Col. Os Pensadores), 1984.

\_\_\_\_\_. *Introdução à Metafísica*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1978.

\_\_\_\_\_. *Ser e Tempo (Parte I)*. Petrópolis: Vozes, 1988.

\_\_\_\_\_. *Sobre a essência da verdade*. São Paulo: Abril Cultural (Col. Os Pensadores), 1984. 1991a. 9-42.

Agnati LF, Agnati A, Mora F, Fuxe K. Does the human brain have unique genetically determined networks coding logical and ethical principles and aesthetics? From Plato to novel mirror networks. *Brain Res Rev*. 2007 Aug;55(1):68-77.

Amo, Sandra de e Pais , Mônica Sakuray, 2006, *A Paraconsistent Logic Programming Approach for Querying Inconsistent Databases*

ANNAS, J. *Knowledge and language: the Theaetetus and Cratylus*. In: SCHOFIELD, M.; NUSSBAUM, M. (Ed.). *Knowledge and Logos: studies in Ancient Greek Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. p. 95-114.

*Anthropos*, 1997.

ARENDT, Hanna, 1991, "A Vida do Espírito", Rio de Janeiro, RJ, Editora Relume Dumará.

ARISTÓTELES, "The complete Works of Aristotle", Edited by Jonathan Barnes, 1985, Vol I, Princeton Series.

ARISTÓTELES. *Analítica posterior*. In: ARISTÓTELES. *Obras*. 2. ed. Tradução de F. R. Samaranch. Madri: Aguilar, 1967b. p. 351-412.

ARISTÓTELES. *Analítica primera*. In: ARISTÓTELES. *Obras*. 2. ed. Tradução de F. R. Samaranch. Madri: Aguilar, 1967a. p. 273-348.

*Aristotle, Analytica Priora, Electronic Text Center, University of Virginia Library, 1980*

Arruda, A. I. N. A. *Vasiliev e a lógica paraconsistente*. Campinas: CLE, 1990.

Arruda, A. I. N. A. *Vasiliev e a lógica paraconsistente*. Campinas: CLE, 1990.

- Arruda, A. I. N. A. Vasiliev e a lógica paraconsistente. Campinas: CLE, 1990.*
- Assis, Machado de, 2004, Esau e Jacó, Martin Claret*
- Avigad, Jeremy, 2000, "Philosophy of Mathematics in the Twentieth Century", The Edinburgh Companion to the 20th Century Philosophies, Edinburg University Press.*
- Bari: Laterza, 1999.*
- BARNEY, R. Names and nature in Plato's Cratylus. N. York and London: Routledge, 2001, 227 p.*
- DIXAUT, M. La Natura Filosofica: Saggio sui dialoghi di Platone. Napoli: Lofredo Editore, 2003*
- Batista, João Bosco, A VERDADE DO SER COMO ALÉTHEIA E ERRÂNCIA, 2000*
- Bazhnov, V.A. C.S. Peirce Influence on the logical work of N.A. Vasiliev, Moscou, Modern Logic Vol 3, N1, 1993*
- Bazhnov, V.A. Toward the reconstruction of the early history of Paraconsistent Logic: The Prerequisites of N.A. Vasiliev's Imaginary Logic. Moscou: Nauka Press, 1998*
- BLAIR, H.A. & SUBRAHMANIAN, V.S. Paraconsistent foundations for logic*
- Bocayuva, Izabela, A ANTIGÜIDADE CLÁSSICA COMO HORIZONTE DE PENSAMENTO QUE PODE CONTRIBUIR PARA A INVESTIGAÇÃO DE PROBLEMAS CONTEMPORÂNEOS*
- Bólyai, J. The Science of Absolute Space. In: Bonola, R. Non-euclidean geometry. New York: Dover, 1955.*
- Boole, George, An Investigation of the Laws, Project Gutenberg, Release Date 2005-02-16*
- BORNHEIM, Gerd. Metafísica e Finitude. Porto Alegre: Movimento, 1972.*
- BURKE, James, 1984, "Faith in Numbers". San Antonio, KLN.R.*
- CARNAP, R. Logical foundations of probability. London: Routledge and Kegan Paul, 1950.*

CARNIELLI, W. A.; SETTE, A. M. *Default Operators. In: WORKSHOP ON LOGIC, LANGUAGE, INFORMATION AND COMPUTATION (WOLLIC'94), 1994, Recife. Abstracts ... Recife: UFPE, 1994. Sobre a indução 13*

CARNIELLI, W. A.; VELOSO, P. A. S. *Ultrafilter logic and generic reasoning. In: KURT GÖDEL COLLOQUIUM, 5, 1997, Berlin. Proceedings... Berlin: Springer-Verlag, 1997. p. 34-53.*

Carnielli, Walter A., Doria, Francisco A., *Are the Foundations of Computer Science Logic-Dependent?*,

CARRUTHERS, Peter, 2001, "The cognitive functions of language", Department of Philosophy, University of Maryland.

CARVALHO, Luis Alfredo Vidal de, 2005, "Datamining", Rio de Janeiro, RJ, Editora Ciência Moderna.

CHAITIN, Gregory J., 2005, "Meta Math! The quest for omega", NY, Random House

CHALMERS, D.J., 1996, *Does a rock implement every finite-state automaton?* Department of Philosophy University of Arizona.

CHALMERS, D.J., 1999, *A Computational Foundation for the Study of Cognition.* Department of Philosophy University of Arizona.

CHURCH, Alonso, 1951, "The Need For Abstract Entities", American Academy of Arts and Sciences Proceedings n 80, pg. 100-113.

Commandino, Frederico. *Elementos de Euclides, Coimbra, Imprensa da Universidade, 1855*

COSTA, N.C.A. da. *O conhecimento científico, São Paulo, Discurso Editorial, 1997.*

COSTA, N.C.A. da; SUBRAHMANIAN, V.S. & VAGO, C. *The paraconsistent*

*Costa, Newton, C.A. E Krause, Décio, Remarks on the Applications of paraconsistent logic To Physics, UFSC*

*Costa, Newton, C.A., Abe, Jair Minoro, Paraconsistencia em Informática e Inteligência Artificial, Estudos Avançados, vol 14, n 39, são paulo, 2000*

*Crossley, John N., 2001, "What is mathematical logic? A survey", Australia.*

D´ottaviano, Ítala Maria Loffredo, Feitosa, Hércules de Araújo, 2003, "Sobre a história da lógica, a lógica clássica e o surgimento das lógicas não clássicas", Unicamp, CLE, Brasil.

DA COSTA, N. C. A. *Lógica indutiva e probabilidade*. São Paulo: [s. n.], 1981.

DENNET, Daniel C., 1994, "The Role of Language in Intelligence". Em *What is Intelligence?*, *The Darwin College Lectures*, Ed. Jean Khalifa, Cambridge, Cambridge Univ. Press.

DYKSTRA, W, 1983, "The fruits of misunderstanding",

EDMONDS, David e Eidnow, John, 2003, *O Atiçador de Wittgenstein: a história de uma discussão de dez minutos entre dois grandes filósofos*, Trad. Pedro Jorgenses Jr. Rio de Janeiro, Editora Difel.

EDWARDS, P. (Ed.). *The encyclopedia of philosophy*. London: Collier MacMillan Publishers, 1967. v. 3, p. 169-181.

EDWARDS, P. *Russell's doubts about induction*. *Mind*, v.58, p. 141-163, 1949.

ENTRALGO, P. *La curación por la palabra em la Antigüedad Clásica*. Barcelona: Firenze: La nuova Itália Editrice, 1994.

FODOR, J.A. 1975. *The Language of Thought*. Harvard University Press.

FODOR, J.A. 1992. *The big idea: Can there be a science of mind?* *Times Literary Supplement* 4567:5-7 (July 3, 1992).

FREGE, Gottlob, 1978, "Lógica e Filosofia da Linguagem", São Paulo, SP, Ed. Cultrix.

GAUDIN, C. *Le devenir-signé des noms dans le Cratyle. kairos kai logos*. *Cahiers du Centre d'Études sur la Pensee Antique*. Aix-en-Provence, n. 5, p. 1-20, 1996.

Gelowate, Geraldo, Krause, Décio, Coelho, Antonio, 2003, "Observações sobre a neutralidade ontológica da matemática", UFSC, pré publicações do departamento de filosofia Ano VIII número 59.

Giannantoni; a cura di Giuseppe Iannotta, Alberto Manchi, Daniela Papitto. Roma-

GODEL, KURT, 1931, "On formally undecidable propositions of principia mathematica and related systems", Dover Publications, 1992.

- GOLDSCHMIDT, V. *Essai sur le "Cratyle"*. Paris: Vrin, 1982.
- GRÁCIO, M. C. C. (1999). *Lógicas moduladas e raciocínio sob incerteza*. Tese de Doutorado, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. 194 p.
- HAACK, SUSAN, "On Logic in the Law: Something, but not All", *Ratio Juris*. Vol. 20 No. 1 March 2007 (1–31).
- HAACK, SUSAN, 2002, "Filosofia das Lógicas", Unesp.
- Haack, Susan, *Filosofia das Lógicas*, São Paulo, Unesp, 2002
- Haak, Susan, *On Logic in The law: "Something, but not All"*, *Ratio Juris*. 20, 1-31, 2007
- HALMOS, Paul, R, 2001, "Teoria Ingênua dos Conjuntos", Rio de Janeiro, RJ, Editora Ciência Moderna"
- HEIDEGGER, Martin. *Alétheia In Heráclito de Éfeso (Coleção Os Pensadores – Os Pré-Socráticos)* São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- HOFSTADTER, Douglas, 2001, "Gödel, Escher, Bach: um Entrelaçamento de Gênios Brilhantes.", São Paulo, SP, Editora Imprensa Oficial SP
- HOLMBOE, Christian, 2004, *A Wittgenstein Approach to the Learning of OO-Modeling*, *Computer Science Education* , Vol 14, N 4, PP 277 – 296, Taylor and Francis Group.
- HÖSLE, V. G. 'Interpreting Philosophical dialogues'. In: HARMS, W. et al. *Antique*
- HUME, D. *Investigação acerca do entendimento humano*. São Paulo: Ed. Nacional, EdUSP, 1972.
- Indianapolis / Cambridge: Hackett Publishing Company, 1997.
- Kasai H, Fukuda M, Watanabe S, Hayashi-Takagi A, Noguchi J. *Structural dynamics of dendritic spines in memory and cognition*. *Trends Neurosci*. 2010 Mar;33(3):121-9.
- KNEALE, W. *Probability and induction*. Oxford: Clarendon Press, 1952.
- KNEALE, W. *Probability and inductive logic*. London: McMillan, 1970.
- Kolmogorov, A. N. *On the principle of excluded middle*, J. Heijenoort, 1925

Kuhn , Thomas S., *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Editora Perspectiva, 2006

Kusnierz, B. *Remarkson Vasiliev's investigations of contradictions*. Londres, *Logic and Logical Philosophy* Volume 7, 1999

LEVIN, S. *The ancient quarrel between Philosophy and poetry revisited: Plato and logics* Pt, *Zeitschr. f. Math. Logik und Grundlagen d. Math.*, 37, p. 139-148,

Lungarzo, Carlos A., *A Programação Quântica: Aproveitando os Códigos Clássicos*, *Ciência e Cultura*, Vol 55, São Paulo, 2003

MARCOS, JOÃO, 2006, "Wittgenstein e Paraconsistencia", IFCH, Unicamp, Brasil  
Martins, Olga Maria Pombo, *Cultura científica. Migrações conceptuais e contaminações sociais*, 2004

Medeiros, Maria da Paz Nunes De, 2005, "Teoria da Prova", UFRN, Brasil

MILL, J. S. *A system of logic*. 8th.ed. London: Longmans, 1967. v.3.

Mlodinow, Leonard, *A Janela de Euclides*, São Paulo, Geração Editorial, 2004

Montenegro, maria Aparecida de Paiva, 2007, *Linguagem e Conhecimento no Crátilo de Platão*, KRITERION, Belo Horizonte

NAGEL, Ernest James e NEWMAN, R. , 1998, "A prova de Godel"., Rio de janeiro, RJ, Editora Perspectiva

Newton C. A. da Costa, Décio Krause, "NOTAS DE LÓGICA: Lógicas Proposicionais Clássicas e Paraconsistentes".

Newton C. A. da Costa, Décio Krause, "NOTAS DE LÓGICA: O cálculo proposicional clássico".

Newton C. A. da Costa, Minoru Abe, 2000, "Paraconsistência em informática e inteligência artificial", *Estudos Avançados* Vol 14 N. 39

NUNES, Benedito. *Hermenêutica e Poesia*. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

NUNES, C.A. *Marginalia Platônica*, Ed. Universidade Federal do Pará, 1973

PEIRCE, C. S. *Ampliative reasoning*. In: HARTSHORNE, C.; WEISS, P.; BURKS, A. (Ed.). *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Cambridge: Harvard University Press, 1931-1958. v. 2, p. 372-507.

- Peirce, C.S. *The Logic of Relatives*, Washington, Monist, 1987
- PLATÃO. *Crátilo*. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.
- PLATÃO. *Diálogos: Teeteto e Crátilo*. Trad. C. A. Nunes. Belém: Editora da UFPA,
- PLATÃO. *Fedro*. Lisboa: Guimarães Editores, 1989.
- PLATÃO. *O Banquete*. Rio de Janeiro: BCD União de Editoras, 2001.
- PLATO. *Charmides*. In: COOPER, J. M.; HUTCHINSON, D. S. *Plato Complete*
- PLATO. *Cratylus*. In: COOPER, J. M.; HUTCHINSON, D. S. *Plato Complete Works*. Indianapolis / Cambridge: Hackett Publishing Company, 1997.
- PLATO. *Phaedrus*. In: COOPER, J. M.; HUTCHINSON, D. S. *Plato Complete Works*. Indianapolis / Cambridge: Hackett Publishing Company, 1997.
- PLATO. *Sophist*. In: COOPER, J. M.; HUTCHINSON, D. S. *Plato Complete Works*.
- PLATON. *Cratyle*. Paris: GF-Flamarion, 1998.
- PLATONE. *Fedro*. Milano: Edizioni Bruno Mondadori, 1996.
- PLATONE. *Opere complete, con il testo greco, itinerari di navigazione di Gabriele*
- POPPER, K. R. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: EdUSP, 1975b.
- POPPER, K. R. *Conhecimento objetivo*. São Paulo: EdUSP, 1975a.
- programming. *Journal of Non-Classical Logic*, v. 5, n. 2, p. 45-73, 1988.
- REICHENBACH, H. *Probability and induction*. In: REICHENBACH, H. *Experience and prediction*. Chicago: University of Chicago Press, 1938. cap. 5, p. 297-403.
- REITER, R. *A logic for default reasoning*. *Artificial Intelligence* v. 13, p. 81-132, 1980.
- ROTMAN, Brian, 1993, "The Ghost in Turing's Machine", Stanford, California, Stanford University Press.
- RUSSELL, B. *Os problemas da filosofia*. São Paulo: Saraiva, 1939.
- SALMON, WESLEY C, "Lógica", Zahar, 1971.
- Sampaio, Luiz Sergio Coelho, *A Lógica da Diferença* Uerj, Rio de Janeiro, 2001, 171 pp.
- SANTOS, J. G. T. *Introdução*. In: PLATÃO. *Crátilo*. Lisboa: Inst. Piaget, 2001. p.

SEARLE, John, R. 1997, "Libertad e Neurobiologia", Éditions Grasset & Frasnelle.

SEARLE, John, R., 1998, "O mistério da consciência", Rio de Janeiro, RJ, Editora Paz e Terra.

SEDLEY, D. *Plato's Cratylus*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

SETTE, A. M.; CARNIELLI, W. A.; VELOSO, P. An alternative view of default reasoning and its logic. In: HAUESLER, E. H. , PEREIRA, L. C. (Ed.) *Pratica: Proofs, types and categories*. Rio de Janeiro: PUC, 1999. p. 127-58.

SHAY David, 2005, "On The Object-Oriented Version of The Zombie Argument and Its Implications on The Mind-Body Problem" Cornell.

Silva, Fernando Marinheiro, 2008, *Sobre a indução em Francis Bacon*, Revista Urutagua

SOUZA, João Nunes de, 2002, "Lógica para Ciência da Computação", Rio de Janeiro, RJ, Ed. Campus.

STEINER, George. *As idéias de Heidegger*. São Paulo: Cultrix, 1982.

*the greek literary tradition*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

Thomas, Ivo, *PRECURSORS OF MODERN LOGIC: LEIBNIZ: An entry from Gale's Encyclopedia of Philosophy*

TRABATTONI, F. *Scrivere nell'anima: verità, dialettica e persuasione in Platone. und Abendland. Band XLVIII*. Berlin / New York: Walter de Gruyter, 2002. p. 68-90.

URNER, Kirby, 1999, *OOP Meets Algebra, Suggesting New "Ways of Looking"*

VELOSO, P. A. S. On 'almost all' and some presuppositions. IN: Pereira, L. C. P. D., Wrigley, M. B. (eds.). *Logic, Language and Knowledge: essays in honour of Oswaldo Chateaubriand Filho, Manuscrito XXII*, 1999, p. 469-505.

VELOSO, P. A. S. On justifying induction: a logical appraisal. IN: *Proc. Second Symposium International Principia, Florianópolis*, 2001b.

VELOSO, P. A. S. On some meanings for 'generally' and 'rarely'. IN: *Proc. Second Symposium International Principia, Florianópolis*, 2001a. *Sobre a indução* 14

VELOSO, P. A. S.; Carnielli, W. A. *Logics for qualitative reasoning*. CLE e-Prints electronic version, page /www.cle.unicamp.br/e-prints/articles.htm, October 2001.

VIGOTSKI, L.S., 2005, "Pensamento e Linguagem". Rio de Janeiro, RJ, Ed. Martins Fontes.

Villadsen, Jorgen, *Paraconsistent Knowledge Bases and Many-Valued Logic*, International Baltic Conference on Databases and Information Systems, H.-M.Haav et al.(Editors). Tallinn, Estonia, 77-90, 2002

W. Wulf, M.Shaw, L. Flon, and P. Hilfinger, *Fundamental structures of Computer Science*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1980.

WADLER, Philip, 2000, "Proofs are Programs: 19th century Logic and 21st Century Computing", Avaya Labs.

White, Garry L., *A Theory of The Relationships Between Cognitive Requirements of Computer Programming Languages and programmer's Cognitive Characteristics*, Texas State University.

WITTGENSTEIN, Ludwig, 1993, *Tractatus Logico-Philosophicus*, Tradução, apresentação e estudo introdutório de Luiz Henrique Lopes dos Santos, Introdução de BERTRAND RUSSEL, Ed. Universidade de São Paulo.

WITTGENSTEIN, Ludwig, 1994, "Investigações Filosóficas", Petrópolis, RJ, Editora Vozes.

WITTGENSTEIN, Ludwig, 1995, "Conferencia sobre Ética", UFSC

*Works*. Indianapolis / Cambridge: Hackett Publishing Company, 1997.

ZADEH, L. A., 1965, "Fuzzy Sets", *Information And Control*, 8, 338-353 (1965)