

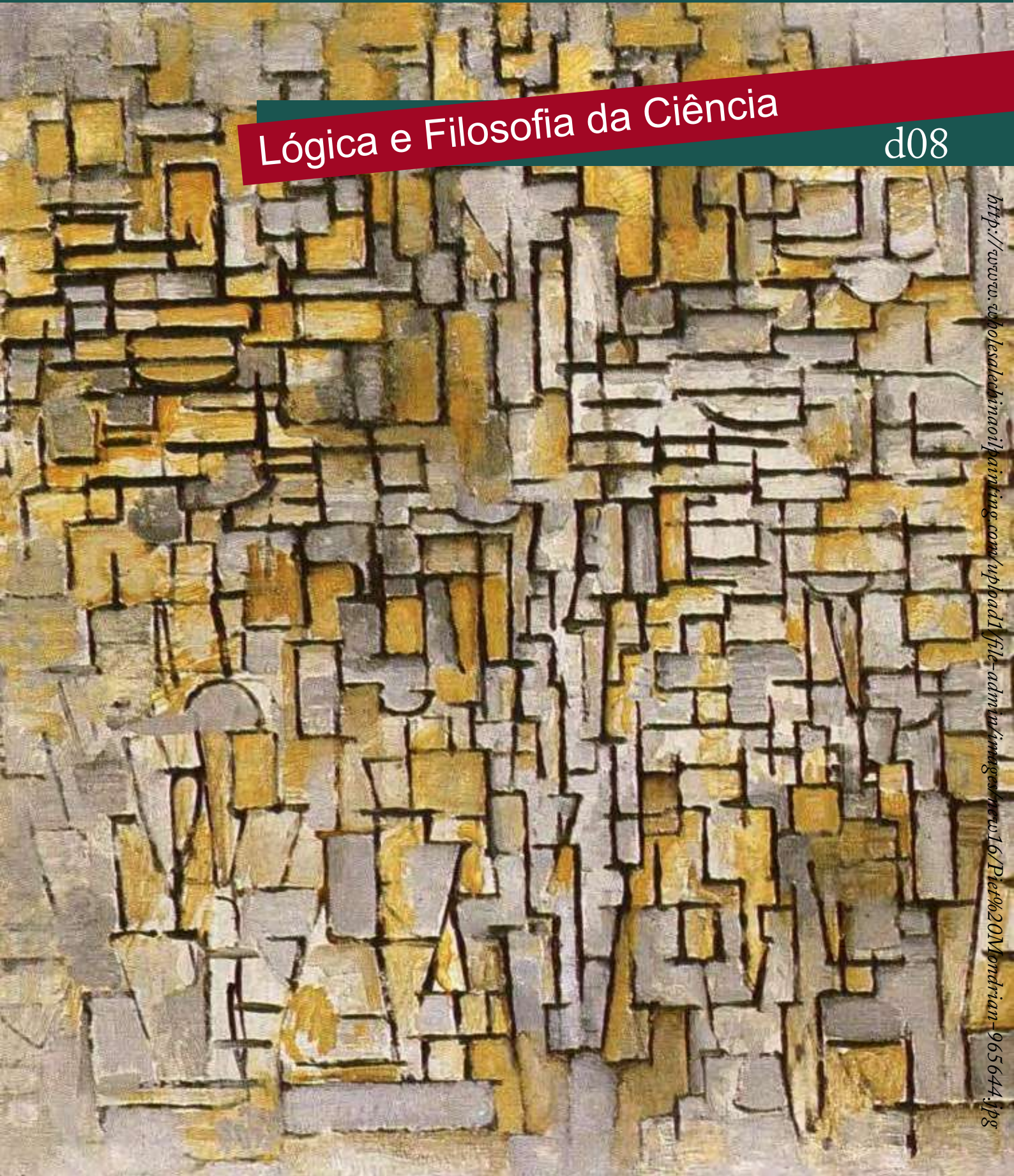
Rede São Paulo de

# Formação Docente

Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP  
Ensino Fundamental II e Ensino Médio

Lógica e Filosofia da Ciência

d08



<http://www.videolearning.com/upload1/file-admin/images/new16/Pet%20Mondrian-965644.jpg>

Rede São Paulo de

# Formação Docente

Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP  
Ensino Fundamental II e Ensino Médio

São Paulo  
2012

© 2012, BY UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Rua Quirino de Andrade, 215

CEP 01049-010 – São Paulo – SP

Tel.: (11) 5627-0561

[www.unesp.br](http://www.unesp.br)

SECRETARIA ESTADUAL DA EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO (SEESP)

Praça da República, 53 - Centro - CEP 01045-903 - São Paulo - SP - Brasil - pabx: (11)3218-2000

Rede São Paulo de  
*Formação Docente*

Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP

Ensino Fundamental II e Ensino Médio



# Sumário

1. A Lógica como Cálculo Raciocinador .....	9
1.1 - O Início da Lógica.....	10
1.2 - A Lógica como Calculus Ratiocinator .....	14
1.3 - A Lógica como um cálculo raciocinador: consequências e limites .....	18
2. Falsificacionismo.....	22
2.1 - Por que uma definição de ciência é importante?.....	22
2.2 - O aspecto lógico do critério de falsificabilidade.....	24
2.3 - O aspecto metodológico do critério de falsificabilidade .....	26
2.4 - O método falsificacionista .....	28
2.5 - A generalização do falsificacionismo .....	30
3. A ciência contemporânea e a noção de modelo.....	33
3.1 - Como é a Realidade? .....	34
3.2 - A caracterização da Ciência empírica segundo Granger: os modelos .....	36
3.3 - A verificação do conhecimento científico.....	41
3.4 - Consequências da definição de Ciência e a impossibilidade de um único modelo da Realidade.....	43



4. A Epistemologia Genética.....	48
4.1 - Visão geral .....	49
4.2 - O início da Epistemologia Genética: as questões de fato sobre o conhecimento.....	50
4.3 - Epistemologia Genética e Psicologia Genética .....	51
4.4 - Biologia e conhecimento .....	53
4.5 - O sistema de esquemas de ação.....	55
4.6 - Os períodos da construção das estruturas necessárias ao conhecimento .....	58
4.7 - Epistemologia Genética e conhecimento científico .....	60
Bibliografia .....	62



# Lógica e Filosofia da Ciência



[http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/1/02\\_redefor\\_d08\\_filosofia\\_ficha.flv](http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/1/02_redefor_d08_filosofia_ficha.flv)

## Ricardo Pereira Tassinari

Professor assistente doutor do Departamento de Filosofia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e pesquisador junto ao Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (CLECH) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua na área de Lógica, Filosofia da Ciência e Teoria do Conhecimento. Possui doutorado em Filosofia pela UNICAMP (2003), mestrado em Psicologia pela Universidade de São Paulo (USP) (1998), graduação em Física (Bacharelado) pela UNICAMP (1992), com iniciação científica em Lógica-Matemática, e graduação em Matemática (60%, Bacharelado, não concluído) pela UNICAMP (1994). Realizou em 2010, pós-doutorado nos Arquivos Jean Piaget da Universidade de Genebra.



## Jézio Hernani Bomfim Gutierre

Possui graduação pela Universidade de São Paulo (1977), mestrado em Filosofia pela University of Cambridge (1994) e doutorado em Filosofia pela Universidade Estadual e Campinas (2000). Atualmente é professor doutor do Departamento de Filosofia e do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Unesp. Realiza pesquisas na área de epistemologia, atuando principalmente nas seguintes áreas: epistemologia, filosofia da ciência, falsificacionismo, e ontologia da ciência. Desde 2001 exerce a função de Editor Executivo da Fundação Editora da Unesp.

### Ementa

A disciplina, dividida em quatro temas, trata de questões atuais em Lógica e Filosofia da Ciência. No Tema 1, é tratada a questão da Lógica como um cálculo raciocinador, algumas de suas consequências e limites dessa concepção. No Tema 2, é abordado a necessidade de caracterização do que é ciência, o critério de falsificabilidade do filósofo da ciência Karl Popper e algumas consequências de sua reflexão. No Tema 3, é discutida a concepção de ciência do filósofo da ciência Gilles-Gaston Granger e algumas consequências dessa concepção, incluindo a questão da existência de limites à Ciência. No Tema 4, se aborda a Epistemologia Genética do epistemólogo e psicólogo Jean Piaget, a concepção geral da área como Epistemologia e Teoria do Conhecimento e a sua relação com a Psicologia Genética de Jean Piaget.



Lógica e Filosofia da Ciência	<b>Tema 1</b> A Lógica como Cálculo Raciocinador	1.1 - O Início da Lógica
		1.2 - A Lógica como <i>Calculus Ratiocinator</i>
		1.3 - A Lógica como um cálculo raciocinador: consequências e limites
	<b>Tema 2</b> Falsificacionismo	2.1 - Por que uma definição de ciência é importante?
		2.2 - O aspecto lógico do critério de falsificabilidade
		2.3 - O aspecto metodológico do critério de falsificabilidade
		2.4 - O método falsificacionista
		2.5 - A generalização do falsificacionismo
	<b>Tema 3</b> A ciência contemporânea e a noção de modelo	3.1 - Como é a Realidade?
		3.2 - A caracterização da Ciência empírica segundo Granger: os modelos
		3.3 - A verificação do conhecimento científico
		3.4 - Consequências da definição de Ciência e a impossibilidade de um único modelo da Realidade
	<b>Tema 4</b> A Epistemologia Genética	4.1 - Visão geral
		4.2 - O início da Epistemologia Genética: as questões de fato sobre o conhecimento
		4.3 - Epistemologia Genética e Psicologia Genética
		4.4 - Biologia e conhecimento
4.5 - O sistema de esquemas de ação		
4.6 - Os períodos da construção das estruturas necessárias ao conhecimento		
4.7 - Epistemologia Genética e conhecimento científico		





# A Lógica como Cálculo Raciocinador



[http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/2/02\\_redefor\\_d08\\_filosofia\\_tema\\_01.flv](http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/2/02_redefor_d08_filosofia_tema_01.flv)

Como diversas áreas atuais do conhecimento, a Lógica é hoje um vasto campo de conhecimento com uma profundidade e complexidade que uma vida humana parece não ser suficiente para abrangê-lo. Portanto, não é nossa intenção, neste texto, tratar dos diversos conteúdos da Lógica atual, mas apenas abordar o tópico *A Lógica como um Cálculo Raciocinador* a fim de estimular o leitor a reflexões sobre este tópico.



## 1.1 – O Início da Lógica

Começemos pelo início histórico da Lógica.

Muitos lógicos consideram o filósofo grego Aristóteles (384–322 a.C.) como o fundador da Lógica. Isso porque, apesar de certos temas da lógica terem sido tratados por pensadores anteriores a ele, é Aristóteles quem realiza um primeiro estudo sistemático que permanecerá como referência por vários séculos, a ponto do filósofo alemão Immanuel Kant (1724–1804), em 1787, mais de dois mil anos depois, escrever, no início do Prefácio a segunda edição da *Crítica da Razão Pura*, que “É ainda digno de nota que também ela [a Lógica desde Aristóteles] até agora não tenha podido dar nenhum passo adiante, parecendo, portanto, ao que tudo indica, completa e acabada.”

Ironicamente, menos de cem anos depois, devido principalmente aos trabalhos do filósofo e matemático inglês George Boole (1815-1864) e do filósofo e matemático alemão Friedrich L. G. Frege (1848-1925), a Lógica começará um desenvolvimento que culminará na disciplina ampla que se tornou em nossos dias. Mas não adiantemos as coisas... voltemos ao nosso velho Aristóteles.

O conjunto das obras de Aristóteles que trata da Lógica foi tradicionalmente chamado de *Órganon* (palavra grega que significa “instrumento”), a denominação da área com o termo “Lógica” só surgiu posteriormente, na medievalidade (cf. BLANCHÉ e DUBUCS, 2001, Capítulo VI). O *Órganon* se constitui de seis obras nas quais Aristóteles trata da significação dos termos (em *Categorias*), das proposições (em *Da Interpretação*), dos raciocínios (em *Analíticos Anteriores*) e do uso correto e incorreto dos raciocínios (nas três últimas obras: *Analíticos Posteriores*, *Tópicos* e *Refutações dos Sofistas*).

É importante salientar que, nesse contexto, a Lógica surge como um instrumento ao conhecimento (em Grego, “episteme”) contraposto a mera opinião (em Grego, “doxa”), distinção essa (entre conhecimento e opinião) que remonta, ao menos, ao filósofo grego Platão (429–347 a.C.), mestre de Aristóteles. Vamos aqui assumir que, em especial, essa noção de conhecimento satisfaz as exigências que Platão expõe em seu livro *Teeteto*: opinião verdadeira racionalmente justificada.



Nesse sentido, a função mais importante da Lógica, segundo Aristóteles, é ser instrumento para o conhecimento do verdadeiro, daquilo que é (oposto ao que não é, ao falso).

Mais ainda, por meio do “raciocínio demonstrativo”<sup>1</sup>, segundo Aristóteles, podemos não apenas vir a conhecer o que é (o verdadeiro), mas também a razão de ser das coisas, suas causas, permitindo-nos atingir o inteligível daquilo que é. Assim, a Lógica é condição necessária (mas não suficiente) para chegar ao conhecimento.

Em Grego, o termo “silogismo” significa raciocínio. Em Português, mantivemos os dois termos “raciocínio” e “silogismo”, atribuindo ao termo “silogismo” uma acepção mais estrita, qual seja, a acepção que o próprio Aristóteles define, no *Órganon*, a partir de uma análise mais profunda do raciocínio a fim de desvelar seus constituintes mais elementares e suas relações. Em Aristóteles (2005) temos:

O silogismo é um discurso argumentativo no qual, uma vez formuladas certas coisas [as premissas], alguma coisa distinta destas coisas [a conclusão] resulta necessariamente através delas pura e simplesmente (Tópicos I.1.100a 25, cf. também Analíticos Anteriores I.1.24b e Refutações Sofísticas 1.165a.1).

Consideremos um dos modos de silogismo, chamado posteriormente, por lógicos medievais, de *Barbara*.

*Todo M é P.*

*Todo S é M.*

*Logo, todo S é P.*

Um exemplo de um silogismo desse modo é:

*Todo homem é animal.*

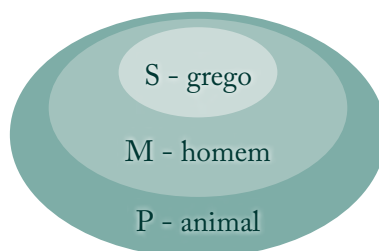
*Todo grego é homem.*

*Logo, todo grego é animal.*

1 Também chamado de “raciocínio dedutivo”.



O desenho a seguir representa esse modo.



Notemos que não importa quais letras usamos para representar os termos do silogismo: poderiam ser quaisquer, desde que diferentes entre si; aqui, usamos a letra “M” para indicar o termo que aparece nas duas primeiras premissas (chamado, por Aristóteles de *termo médio*), “S” para indicar o sujeito da conclusão (chamado, por Aristóteles de *termo menor*) e “P” para indicar o predicado da conclusão (chamado, por Aristóteles de *termo maior*). A premissa que contém o termo menor é chamada de *premissa menor* e a que contém o termo maior é chamada de *premissa maior*.

A seguir temos um outro modo importante, chamado posteriormente por lógicos medievais, de *Celarent*.

*Nenhum M é P.*

*Todo S é M.*

*Logo, nenhum S é P.*

Um exemplo de um silogismo desse modo é:

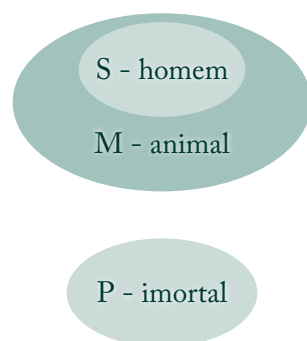
*Nenhum animal é imortal.*

*Todo homem é animal.*

*Logo, nenhum homem é imortal.*



O desenho a seguir representa esse modo.



Aristóteles mostra, em *Segundos Analíticos*, que todos os outros modos de raciocínios válidos pode ser reduzidos a esses dois modos. De certa forma, a ciência, segundo Aristóteles, deveria vir a classificar adequadamente os seres do mundo e podemos perceber como os modos de silogismo acima permitem uma classificação perfeita dos seres. Assim esse resultado de redução de todas as formas de raciocínio aos dois acima é muito importante, na filosofia de Aristóteles.

Falamos até aqui sobre Aristóteles, devido ao seu importante papel como fundador da Lógica e pela grande influência que exerceu na história da Lógica; entretanto, devemos salientar que, depois da formulação aristotélica da Lógica, diversos outros autores, com filosofias muito diferente da de Aristóteles, usaram as distinções e análises lógicas feitas por Aristóteles. Nesse sentido, a Lógica foi se liberando dos pressupostos ontológicos e metafísicos da filosofia aristotélica e se constituindo como uma disciplina autônoma, isto é, com grande independência das filosofias desse ou daquele autor. No entanto, a grande área da Lógica nunca deixou de ser uma disciplina filosófica, por estar diretamente relacionada à questão do conhecimento (e à Teoria do Conhecimento, como, por exemplo, vimos acima, na questão do conhecimento como opinião verdadeira racionalmente justificada) e às diversas formas de se pensar a existência e os valores, principalmente na medida em que o pensamento da existência e dos valores se faz por juízos de existência (também chamados de juízos existenciais, de realidade ou de fato) e juízos de valor (como, por exemplo, os juízos morais e estéticos), bem como pela justificação desses.



## 1.2 – A Lógica como Calculus Ratiocinator

Vimos acima que a Lógica veio a descrever os raciocínios válidos apenas a partir da forma sintática desses argumentos, como nos casos acima de Barbara e Celarent. De um ponto de vista mais contemporâneo, podemos nos colocar as seguintes questões que nos interessam em específico neste texto:

*Seria possível fazer uma língua artificial em que os raciocínios corretos fossem reduzidos a operações precisas sobre os termos dessa língua?*

*Seria possível uma língua na qual as características daquilo que existe fossem expressas adequadamente a tal ponto que pudéssemos, com um cálculo dessas características, deduzir fatos sobre a Realidade?*

Essas duas ideias foram expressas pela primeira vez na história da Filosofia de forma direta pelo filósofo e matemático alemão Gottfried W. Leibniz (1646–1716): a primeira levaria ao que Leibniz chamou de “*calculus ratiocinator*” (uma espécie de cálculo ratiocinador) e a segunda a uma “*lingua characteristica universalis*” (uma espécie de língua universal das características).

De uma forma geral e esquemática, podemos dizer que a primeira ideia deu origem a Lógica Simbólica contemporânea e a segunda à Ciência Contemporânea (Física, Química, Biologia, Psicologia, Sociologia, etc.).

Nos interessa aqui, neste texto, o primeiro tópico. Desenvolveremos o segundo quando tratarmos do tema da noção de modelo na Ciência Contemporânea.

Tratando então do primeiro tópico, podemos dizer que Frege é um dos principais autores que vem a desenvolver melhor a proposta leibniziana de um *calculus ratiocinator*. Para termos uma ideia desse desenvolvimento, vamos considerar alguns pequenos exemplos da aplicação da nova análise que Frege realiza em relação a Lógica (o que nos levará a definir, logo abaixo, as noções de sujeito e predicados lógicos<sup>2</sup>).

2 Os termos “sujeito lógico” e “predicado lógico” são usados aqui para designar as expressões linguísticas do que Frege (2009, cap. 6) distingue como “objeto” e “conceito”.



Vimos que uma das formas das proposições que interessa a Lógica são aquelas expressas por sentenças da forma:

A é B

na qual “A” é o sujeito da sentença e “B” é o predicado da sentença. Porém essa forma tem uma ambiguidade que do ponto de vista da Lógica é importante desfazer. A sentença “A é B” pode significar, por um lado, que um indivíduo expresso por “A” (por exemplo, Aristóteles) tem uma certa propriedade expressa por “B” (por exemplo, ser sábio); assim a sentença a seguir tem a forma “A é B”.

(1) Aristóteles é sábio.

Por outro lado, assim como “B” expressa uma propriedade (por exemplo, ser sábio), “A” também pode expressar uma propriedade (por exemplo, ser filósofo); assim a sentença a seguir também tem a forma “A é B”.

(2) Filósofo é sábio.

Ora, mas, no caso (1), a sentença “A é B” tem o sentido de que um indivíduo pertence a classe dos B (Aristóteles pertence a classe dos sábios), enquanto no caso (2), a sentença “A é B” tem o sentido de que a classe dos A está contida na classe dos B (a classe dos filósofos está contida na classe dos sábios), o que é bem diferente do caso (1).

Podemos então propor que se diferencie os termos que designam indivíduos, que nomeamos *sujeitos lógicos*, dos termos que designam propriedades, que nomeamos *predicados lógicos*.

Nesse sentido, sujeito lógico e predicado lógico não se confundem com o sujeito gramatical (isto é, o sujeito da sentença) e o predicado gramatical (isto é, o predicado da sentença): por exemplo, na sentença (2) “Filósofo é sábio”, o termo “filósofo” é um sujeito gramatical, entretanto, não é um sujeito lógico, já que não designa um indivíduo, é um predicado lógico, pois designa uma propriedade.

Contemporaneamente, para designar um predicado lógico usamos uma letra maiúscula, por exemplo, “B”, e usamos uma letra minúscula, por exemplo “a”, para designar um sujeito



lógico. Para afirmar que um sujeito *a* tem propriedade B, escrevemos “B” seguido de “a” entre parênteses; assim, a sentença (1) “Aristóteles é sábio” tem a forma

$$B(a)$$

na qual “a” designa Aristóteles e “B” designa ser sábio.

Podemos então nos perguntar: E como fica a sentença (2) “Filósofo é sábio” na escrita Lógica contemporânea?

Ora, como dissemos, a sentença (2) “Filósofo é sábio” indica que se alguém é filósofo, então ele é sábio; em notação contemporânea, essa sentença tem a forma

$$A(x) \rightarrow B(x)$$

que pode ser lida como “se *x* é A, então *x* é B”, na qual “*x*” designa um indivíduo qualquer. Se “A” designa ser filósofo e “B” designa ser sábio, a sentença também pode ser lida: se *x* é filósofo, então *x* é sábio.

Por fim, para expressar a ideia de totalidade, como na sentença “*Todo homem é animal*”, usamos o signo “ $\forall$ ” que se lê “para todo”. Assim a sentença

$$\forall x(A(x) \rightarrow B(x))$$

pode ser lida: “para todo *x*, se *x* é A, então *x* é B”, ou ainda, mais resumidamente, “todo A é B”. Se “A” designa ser filósofo e “B” designa ser sábio, a sentença acima significa que “para todo *x*, se *x* é filósofo, então *x* é sábio”, ou ainda, “todo filósofo é sábio”.

Podemos agora voltar a ideia de um *calculus ratiocinator* e mostrar como se representa um raciocínio válido como um cálculo nessa língua artificial.

Retomemos um exemplo em Barbara:

*Todo homem é animal.*

*Todo grego é homem.*

*Logo, todo grego é animal.*





Se usarmos as letras “M” para designar “homem”, “P” para designar “animal” e “S” para designar “grego”, o silogismo aristotélico

*Todo M é P.*

*Todo S é M.*

*Logo, todo S é P.*

pode ser expresso por

$$\forall x (M(x) \rightarrow P(x))$$

$$\forall x (S(x) \rightarrow M(x))$$

-----

$$\forall x (Sx \rightarrow P(x))$$

As regras que nos permite passar de certas fórmulas a outras, realizando uma espécie de “cálculo” dedutivo em nossa língua lógica, são chamadas de *regras de inferência*.<sup>3</sup>

Temos a seguinte dedução formal do silogismo acima:

1.  $\forall x (M(x) \rightarrow P(x))$  Premissa.
2.  $\forall x (S(x) \rightarrow M(x))$  Premissa.
3.  $M(x) \rightarrow P(x)$  Instanciação Universal de 1.
4.  $S(x) \rightarrow M(x)$  Instanciação Universal de 2.
5.  $S(x) \rightarrow P(x)$  Silogismo Hipotético de 4 e 3.
6.  $\forall x (S(x) \rightarrow P(x))$  Generalização Universal de 5.

<sup>3</sup> Na dedução a seguir, usamos três regras de inferência, chamadas de *Instanciação Universal*, *Silogismo Hipotético* e *Generalização Universal*. Não vamos dar aqui as definições de cada regra; vamos apenas indicar, na nota seguinte, a forma de usá-las no caso específico dessa dedução.



Logo, realizando só um cálculo sobre as fórmulas, a partir das premissas  $\forall x (M(x) \rightarrow P(x))$  e  $\forall x (S(x) \rightarrow M(x))$ , chegamos a conclusão  $\forall x (S(x) \rightarrow P(x))$ <sup>4</sup>. Ou ainda, a partir das fórmulas que representam as premissas de que todo homem é animal e todo grego é homem, esse cálculo nos permite concluir que todo grego é animal.

Vemos assim, em linhas gerais, como um raciocínio seria reduzido a um cálculo sobre signos de nossa língua lógica.

Essa nova forma de ver a Lógica, conjuntamente com o sucesso da Lógica contemporânea em expressar a grande maioria dos raciocínios realizados nas ciências contemporâneas, levam-nos a questões sobre as consequências filosóficas de se pensar a Lógica como um cálculo raciocinador, bem como a se pensar sobre os limites dessa proposta. É o que veremos no tópico a seguir.

### 1.3 – A Lógica como um cálculo raciocinador: consequências e limites

Vimos, no tópico anterior, como o raciocínio pode ser visto como apenas um cálculo sobre signos de uma língua lógica. Mas, podemos nos perguntar então:

*Será que todo raciocínio pode ser visto como um cálculo?*

Em nossa história recente, essa pergunta foi respondida tanto de forma afirmativa quanto de forma negativa.

4 Na dedução formal apresentada, em cada linha, temos: o número da linha, a fórmula lógica e a regra que permite inferi-la. Assim:

Nas Linhas 1 e 2, temos as premissas do argumento acima:  $\forall x (M(x) \rightarrow P(x))$  e  $\forall x (S(x) \rightarrow M(x))$ .

Na Linha 3, pela regra de inferência chamada de “Instanciação Universal”, inferimos a sentença  $M(x) \rightarrow P(x)$  (“se  $x$  é homem, então  $x$  é animal”) a partir da Linha 1  $\forall x (M(x) \rightarrow P(x))$  (“para todo  $x$ , se  $x$  é homem, então  $x$  é animal”);

Na Linha 4, pela mesma regra, inferimos a sentença  $S(x) \rightarrow P(x)$  (“se  $x$  é grego, então  $x$  é homem”) a partir da Linha 2  $\forall x (S(x) \rightarrow M(x))$  (“para todo  $x$ , se  $x$  é grego, então  $x$  é homem”);

Na Linha 5, pela regra de inferência chamada de “Silogismo Hipotético”, inferimos a sentença  $S(x) \rightarrow P(x)$  (“se  $x$  é grego, então  $x$  é mortal”) a partir da Linha 3  $M(x) \rightarrow P(x)$  (“se  $x$  é homem, então  $x$  é animal”) e da Linha 4  $S(x) \rightarrow M(x)$  (“se  $x$  é grego, então  $x$  é homem”); e, por fim,

Na Linha 6, por uma regra de inferência chamada de “Generalização Universal”, inferimos a sentença  $\forall x (S(x) \rightarrow P(x))$  (“para todo  $x$ , se  $x$  é grego, então  $x$  é animal”) da Linha 5  $S(x) \rightarrow P(x)$  (“se  $x$  é grego, então  $x$  é animal”).



Para citar um exemplo de uma resposta afirmativa, a possibilidade de se ver o raciocínio como um cálculo influenciou o desenvolvimento de uma área da Computação, chamada de *Inteligência Artificial*, cujas bases se encontram principalmente na noção teórica de “máquina de Turing” e na ideia de que “Pensar é computar”, proposta pelo matemático, lógico e cientista da Computação Alan Turing (1912-1054), no artigo, Máquinas de Computação e Inteligência (Turing, 1950).

Os estudos de Turing contribuíram para o desenvolvimento da parte da Lógica relacionada com a análise simbólica do raciocínio, principalmente aqueles realizados em teorias formais axiomáticas. Entretanto, nessa área, existem também importantes resultados que apontam no sentido contrário da interpretação feita por Turing, indicando os limites dessa interpretação. Dentre esses resultados, alguns dos mais importantes da Lógica Contemporânea são os descobertos pelo lógico e matemático Kurt Gödel (1906-1978): os Teoremas da Incompletude.

Em especial, os Teoremas da Incompletude formam a base de interpretações epistemológicas que concluem que “[...] mentes não podem ser explicadas por máquinas” (Lucas, 1991, p.1; Penrose, 1993, 1995 e 1998; Tassinari, 2003; Tassinari; D’Ottaviano, 2009), pois as máquinas não teriam a capacidade de compreensão matemática que é possível aos seres humanos e que, em um sentido mais geral, o “[...] mecanicismo é falso” (Lucas, 1991, p. 1).

Não vamos entrar aqui nos detalhes de como podemos mostrar que “[...] mentes não podem ser explicadas por máquinas”. Em relação ao critério de inteligência de Turing, ou como é mais conhecido, *Teste de Turing* (segundo o qual uma máquina seria inteligente se pudesse se passar por um ser humano sem que percebamos que se trata de uma máquina), vamos apenas sugerir ao leitor que acesse o link [JoVIA](#) e realize, por si mesmo, um pequeno “teste de Turing”, em relação ao Jogo da Velha.

Quanto a frase, o “[...] mecanicismo é falso”, ela pode ser interpretada também no sentido de que tais resultados implicam na impossibilidade de uma teoria formal axiomática ou de uma modelagem finita completa da realidade física, de acordo com o que foi apresentado por Stephen Hawking em uma conferência intitulada “[Gödel and the end of the Physics](#)”, no Dirac Centennial Celebration, realizado na Cambridge University, pelo DAMTP/CMS, em 20 de Julho de 2002:



Qual a relação entre o Teorema de Gödel e se podemos formular a teoria do universo, em termos de um número finito de princípios. Uma conexão é óbvia. De acordo com a filosofia da ciência positivista, uma teoria física é um modelo matemático. Então, se existem resultados matemáticos que não podem ser demonstrados, existem problemas físicos que não podem ser preditos. [...]

[...] uma teoria física é auto-referente, como o Teorema de Gödel. Podemos esperar, portanto, que seja inconsistente ou incompleta. [...]

Algumas pessoas ficarão muito desapontadas, se não existir uma teoria última que pode ser formulada com um número finito de princípios. Eu pertenci a este grupo, mas mudei de idéia. Agora estou contente porque nossa busca pelo conhecimento nunca chegará ao fim, e que sempre teremos o desafio de novas descobertas. Sem isso, estagnaríamos. O Teorema de Gödel nos assegura que sempre existirá um trabalho para os matemáticos...

Voltando para o campo da Lógica, no sentido estrito, temos que, na história da Lógica, a partir dessa forma de simbolização, começou-se a se estudar outras formas de raciocínio que não apenas a forma clássica; por exemplo, ao invés de se assumir que proposições sejam apenas ou verdadeiras ou falsas, podemos estudar formas de raciocínio em que as proposições tenham valores intermediários. Assim, se considerarmos a sentença “João é músico”, na qual João ainda está estudando música, podemos atribuir valores intermediários a sentença “João é músico”, sem ter que ficar restrito a dizer que “Verdadeiramente, João é músico” ou que “Não, João não é músico”<sup>5</sup>.

Para o leitor ter uma noção de forma rápida da enorme expansão e da velocidade com que se desenvolveu a Lógica contemporânea no último século e das diferentes lógicas atuais (isto é, dos estudos de diferentes formas de raciocínio), sugerimos visitar o site da Stanford Encyclopedia of Philosophy ([plato.stanford.edu](http://plato.stanford.edu)) e fazer uma pesquisa usando o termo “logics”.

5 A área da Lógica que estuda formas de raciocínio em que os juízos podem ter outros valores além do verdadeiro e do falso é chamada de Lógica Polivalente ou Lógica Multivalorada (tradução do termo inglês “Many-valued Logic”).



O leitor interessado em saber mais sobre o pensamento do autor sobre a implicação da Lógica como Calculo Raciocinador e da sua relação com a Filosofia em geral, pode consultar os links:

[Máquinas e Mentes;](#)

[O Mundo das Ideias;](#)

[Ciência Cognitiva: Ciência ou Filosofia?](#)

Mais materiais e informações sobre Lógica, Teoria da Ciência e Teoria do Conhecimento podem ser encontrados no site do autor: [Ricardo Tassinari](#).<sup>6</sup>

---

6 Agradeço a Thiago Carreira Alves Nascimento pela leitura e sugestões que permitiram melhorar este texto.



# Falsificacionismo



[http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/3/02\\_redefor\\_d08\\_filosofia\\_tema\\_02.flv](http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/3/02_redefor_d08_filosofia_tema_02.flv)

## 2.1 – Por que uma definição de ciência é importante?

A esta altura, podemos admitir, com tranquilidade, que a ciência influencia a nossa vida de maneira decisiva. Nosso dia a dia é cercado de conquistas técnicas e práticas que são com certa frequência associadas a conquistas científicas. Difícil pensar que a medicina atual, por exemplo, seria viável sem que fosse precedida dos desenvolvimentos de uma ciência como a Biologia; difícil também justificar que televisões e aviões funcionassem, como funcionam, sem que tivéssemos os avanços anteriores de uma ciência como a Física.

22

Mas mesmo que não tivesse esses resultados práticos, pode-se ainda dizer que a ciência empírica preserva a sua importância pelo que nos dá de conhecimento a respeito do mundo



que nos cerca. O fato da Terra ser redonda e girar em torno do Sol foi algo cientificamente fundamentado há muito tempo e essa comprovação é admitida como uma das importantes conquistas científicas dos séculos XVI e XVII. Mas, em si, uma comprovação como essa não afeta a vida da grande maioria das pessoas. Tanto quanto antes, muitos de nós agimos como se a Terra fosse achatada e como se o Sol se movimentasse em torno da Terra. Mas mesmo que afirmássemos a irrelevância prática da hipótese heliocêntrica (segundo a qual a Terra gira em torno do Sol), não podemos negar que, ao que tudo indica, a aceitação dessa hipótese leva a que saibamos mais hoje a respeito da Terra, do Sol e da Cosmologia como um todo. Em outras palavras: independentemente de sua importância prática, a ciência atende a vontade que temos de conhecer, de saber mais acerca do universo que habitamos.

Pelo que foi dito, é compreensível que a humanidade tenha afinal incorporado a ciência como algo desejável e importante, algo que deve ser estimulado e respeitado pelas pessoas. No entanto, quando podemos dizer que uma afirmação ou uma teoria qualquer é “científica”? Se, como dissemos, a ciência e os enunciados científicos são relevantes, passa a ser fundamental que consigamos identificá-los, inclusive para distingui-los daquelas afirmações que pretendem assumir o estatuto científico sem terem as qualificações necessárias para isso: estamos a toda hora ouvindo coisas como “Isso é científico!”, “A astrologia é uma ciência!” ou ainda “Existem curas espíritas cientificamente comprovadas”. Como saber se essas afirmações são sustentáveis? Ou ainda, como dizer que não são sustentáveis?

Vários autores se debruçaram sobre o problema da definição do que seja ciência ou do que seria uma demarcação eficiente entre ciência e não-ciência, mas Karl R. Popper é talvez um dos nomes mais imediatamente lembrados pelos filósofos quando se discute essa questão. Para ele esse era um tema absolutamente crucial por se confundir com o que se pode ou não caracterizar como pensamento racional: a ciência empírica seria o melhor exemplo de prática sistemática do pensamento racional aplicado ao conhecimento da natureza e, por isso mesmo, um retrato da ciência deveria ser também um retrato da maneira de se investigar racionalmente o mundo natural. Conforme Popper, se um cientista genuíno aceita uma determinada teoria, ele o faz sendo invariavelmente guiado pelo pensamento racional, pelo ajuizamento racional das vantagens daquela teoria sobre suas demais concorrentes.



É importante notar que, em princípio, existem muitas formas de se escolher uma teoria ou enunciado: podemos tirar par ou ímpar, consultar um médium, ou ainda lançar dados para nos decidir entre duas alternativas. Mas seria esse um procedimento racional? Se Galileu, por exemplo, fosse escolher entre duas afirmações, como “A Terra é redonda” e “A Terra é plana”, deveria utilizar o “par ou ímpar” ou algum outro processo semelhante, aparentemente aleatório? Para Popper ou qualquer outro pensador racionalista isso seria totalmente inadmissível: se Galileu aceitou a tese de que a Terra é redonda e lhe concedeu o estatuto de teoria científica isso só se justificaria se ele, conforme algum padrão racional específico, distante do aleatório, levasse em consideração as evidências disponíveis e, afinal, racionalmente se decidisse em favor da teoria que melhor se adequasse a elas.

Mas se o “par ou ímpar” ou apelar para médiuns não parecem ser formatos racionais de decisão ou escolha entre teorias, o que seria um processo legítimo? É aí que Popper e outros filósofos procuram chegar a uma resposta mais apropriada, resposta que se confunde também com uma definição de ciência empírica. Isso acontece porque, para eles, como dissemos, ciência empírica é exatamente a área em que argumentos são empregados racionalmente para o processo de crítica das hipóteses empíricas apresentadas. Desse processo crítico sairá a aceitação ou rejeição de qualquer teoria sobre o mundo empírico.

## 2.2 – O aspecto lógico do critério de falsificabilidade

Mas, afinal, qual a proposta de Popper? De saída, sempre fiel à perspectiva racionalista, ele acredita que, para ser científica, uma teoria precisa ser criticável ou falsificável empiricamente – isto é, precisa ser uma teoria que possa ter sua falsidade atestada por evidências, testes empíricos. Isso é o que chama de **critério lógico da falsificabilidade**: se um enunciado não for logicamente falsificável dessa maneira, não poderá ser considerado científico.

Alguns exemplos de enunciados, científicos (logicamente falsificáveis) e não-científicos (logicamente infalsificáveis) poderão esclarecer mais as intenções por trás do critério popperiano de falsificabilidade. Vejamos:

Exemplo 1. “Todos os cisnes são brancos”. Este é um enunciado falsificável porque podemos, em princípio, criticar a teoria a partir de enunciados observacionais (enunciados que descrevem observações) que se sustentariam pela constatação de cisnes de outras cores que não a branca.





É, por exemplo, perfeitamente possível que um pesquisador qualquer encontre um grupo de cisnes pretos, digamos, na reserva florestal da Juréia. Caso essa descoberta fosse feita, a afirmação “Todos os cisnes são brancos” seria falsificada, isto é, não poderíamos mais considerá-la verdadeira, embora seu estatuto científico permanecesse intacto: tanto quanto antes da falsificação efetiva, assegura-se que a teoria pode ser falsificada pelos testes e, portanto, pelo critério falsificacionista, permanece sendo científica.

Exemplo 2. “Todo cisne branco é branco”. É fácil perceber que este enunciado, por sua própria estrutura lógica, não pode ser falsificado. É trivialmente verdadeiro que objetos brancos são brancos e não existe qualquer possibilidade de se encontrar algo que torne isso falso. Por isso, “Todo cisne branco é branco” será sempre verdadeiro, não importa que evidências empíricas sejam encontradas. Mas, por não ser falsificável, esse, segundo Popper, não pode ser um enunciado científico: jamais poderá ser criticado por observações.

Exemplo 3. “Amanhã choverá na cidade de São Paulo”. Qualquer um sabe que um enunciado meteorológico como esse pode ser corroborado ou falsificado pela experiência. Basta que no dia subsequente observemos o tempo: caso chova, o enunciado será corroborado, mas é também possível que não chova e, nessa circunstância, o enunciado estará falsificado. Temos aí, portanto, mais um caso de enunciado falsificável e, conforme Popper, um legítimo enunciado científico. E o mesmo se aplicaria a “Amanhã não choverá na cidade de São Paulo”: sempre existe a possibilidade de que tal enunciado seja falsificado no dia seguinte, pela constatação de que choveu em São Paulo.

Exemplo 4. “Existem discos voadores”. Para que um enunciado seja científico, como vimos, é necessário que seja falsificável e, para que seja falsificável, é necessário que o resultado de algum teste empírico possa, em princípio, de alguma forma, evidenciar sua falsidade. Nesse caso, que observações e que testes poderiam aferir a falsidade do enunciado “Existem discos voadores” (entendendo-se discos voadores como naves espaciais tripuladas por seres extraterrenos inteligentes)? Sabemos bem o que poderia ser a verificação, ou constatação da verdade de uma afirmação como essa: se um disco voador tripulado alienígena pousasse em pleno Corcovado, no Rio de Janeiro, e isso fosse observável e aferível por qualquer um que estivesse presente, seria forçoso admitir a corroboração do enunciado. Entretanto, nada tão simples poderia ser dito a respeito da falsificação de uma asserção como essa! Que observação acarretaria a demonstração



de sua falsidade? Na verdade, nenhum conjunto finito de observações poderia estabelecer a falsidade dessa afirmação, e ela é, assim, infalsificável e, portanto, não-científica. Por outro lado, é curioso notar que “Não existem discos voadores” é um enunciado falsificável: basta que haja evidência, observações concretas e amplamente admitidas da existência de um disco voador. Se um OVNI pousar na Praça da Sé, por exemplo, e isso for atestado empiricamente, o enunciado “Não existem discos voadores” será falsificado. Desse modo, demonstra-se que temos aqui um enunciado potencialmente falsificável e, portanto, conforme o critério popperiano, científico.

O exame dos exemplos acima permite concluir que Popper privilegia em seu critério não a verdade ou a falsidade do enunciado analisado, mas a possibilidade de que seja criticado e refutado: só é possível criticar empiricamente um enunciado ou uma hipótese quando se acredita que ele pode ser derrubado pela crítica, ou seja, quando é possível expor sua falsidade. Note-se que isso é bem diferente de se esperar que o enunciado seja falso! Evidentemente, Popper não pretende que a ciência empírica seja composta por enunciados falsos! Muito pelo contrário: ele espera que a ciência procure sempre por enunciados verdadeiros. Mas tais enunciados, mesmo se verdadeiros, para serem científicos, devem ser abertos à crítica, devem ser potencialmente falsificáveis por testes empíricos. Essa, sempre conforme Popper, é uma condição necessária a toda hipótese, teoria ou enunciado que almeje ser científico.

### 2.3 – O aspecto metodológico do critério de falsificabilidade

Até este ponto, caracterizamos o critério de falsificabilidade popperiano sob um ângulo estritamente lógico: enunciados serão ou não científicos conforme a possibilidade de se defrontarem com enunciados observacionais que os falsifiquem. Particularmente enunciados universais, aqueles tipicamente iniciados pelo quantificador “Todos” (como em “Todos os cisnes são brancos”), serão logicamente refutados por uma única exceção, mesmo que todos os demais exemplos até então registrados o tenham corroborado. Essa é uma constatação extremamente relevante porque todas as teorias e leis científicas têm pretensões universais e se aplicam a todos os objetos existentes no universo. Considere-se, por exemplo, a Lei de gravitação de Kepler, simplificada expressa pelo enunciado “Todas as órbitas planetárias são elípticas”. Da mesma forma que as leis presentes em códigos jurídicos, as leis da natureza não admitem transgressões. No caso em pauta, o que a Lei de Kepler exclui é a existência de órbitas que não tenham o formato de uma elipse, como na figura abaixo:



Figura 1 - Figura em formato de elipse.

Se se verificar que algum planeta, em qualquer ponto do sistema solar ou fora dele, obedece trajetória de órbita diferente dessa (digamos, uma trajetória perfeitamente circular ou mesmo quadrada) teremos um choque lógico da lei universal com a observação desse caso anômalo, acarretando a refutação do enunciado universal. É assim que, segundo Popper, as leis naturais (ou, antes, as conjecturas que se arvoram a leis naturais) garantem sua cientificidade: elas sempre serão falsificáveis, e várias serão de fato falsificadas no futuro.

Entretanto a forma lógica de um enunciado não garante que ele seja efetivamente falsificável. Examinemos uma vez mais os exemplos elencados acima. Não há dúvida, como dissemos, que enunciados como “Todos os cisnes são brancos”, “Amanhã choverá em São Paulo” e “Todas as órbitas planetárias são elípticas” são logicamente falsificáveis pelos testes. Mas isso não garante que sejam efetivamente testados! Qualquer enunciado - mesmo os logicamente testáveis e, por extensão, falsificáveis - pode ser mantido indefinidamente por um pesquisador. Qualquer suspensão do processo de teste contínuo acarreta na verdade a infalsificabilidade do enunciado, e isso pode ocorrer por uma variedade de razões. Por exemplo, a comunidade científica responsável pelo teste pode ter tamanha confiança numa teoria que simplesmente não se preocupa mais em testá-la. Popper menciona casos como a teoria newtoniana e mesmo a teoria da relatividade que, dado o enorme sucesso que obtiveram por muitos anos levaram alguns cientistas a abandonar o persistente esforço crítico e a não promover os testes rigorosos que precisariam ser constantemente reavivados. Por vezes, cientistas afastam-se dessa linha crítica constante e “imunizam” as teorias que adotam contra qualquer esforço de teste.



Mesmo que de uma forma meio caricata, podemos exemplificar comportamentos de “imunização” de hipóteses muito frequentemente. Imaginemos a hipótese mencionada anteriormente: “Todos os cisnes são brancos”. É sempre possível questionar qualquer evidência contrária que apareça. Assim, um adepto empedernido dessa afirmação ao receber o resultado de um teste que ameace a teoria pode, por exemplo, desqualificar o experimentador, pode dizer que seu testemunho sobre a existência de um cisne preto decorre de alguma ilusão de ótica; ou que o pássaro observado, na verdade, não seria um cisne; ou mesmo que haveria má fé nos testemunhos coligidos pelos experimentadores. Desse modo, é sempre possível desviar-se do poder falsificador dos testes e, no limite, transformar uma asserção potencialmente, logicamente falsificável, em um enunciado não-falsificável.

Para Popper, a única maneira de evitar essa proteção indébita da teoria testada é preservar sua testabilidade e procurar, de todas as formas, não protegê-la e sim deixá-la cada vez mais aberta às críticas – mesmo que o pesquisador tenha sido ele mesmo o proponente original da teoria testada. Para que isso seja alcançado seria necessário que os enunciados científicos não fossem apenas logicamente falsificáveis, mas que a comunidade científica seguisse um método de preservação da falsificabilidade daqueles enunciados: o método falsificacionista.

## 2.4 – O método falsificacionista

Como vimos, para que um enunciado seja científico, não basta sua forma lógica, mas é também necessário que ele seja tratado de determinada maneira - isto é, conforme um método específico - pela comunidade científica, maneira que lhe preserve a falsificabilidade. A essência da metodologia falsificacionista popperiana é exatamente essa: é um método que procura, ao longo de toda a prática de avaliação científica, preservar a testabilidade ou falsificabilidade das teorias examinadas. No momento mesmo em que a falsificabilidade das teorias é ameaçada será também ameaçado seu teor científico.

A visualização do funcionamento do método falsificacionista nos ajuda a entender paralelamente as ideias de Popper a respeito do desenvolvimento da ciência. O esquema padrão do método falsificacionista tem o seguinte perfil, a ser discutido na sequência:

1. Parte-se de um problema (P);



2. Procura-se uma hipótese ou teoria tentativa (TT1) para a solução de P;
3. Procede-se a teste (t1) da hipótese;

A partir deste ponto, temos duas alternativas: ou a teoria TT1 não resiste ao teste e é falsificada por ele ou resiste ao exame.

4a. Caso t1 seja eficiente e falsifique TT1, volta-se ao ponto 2, procura-se nova teoria tentativa (TT2) e reinicia-se o processo de teste;

4b. Caso TT1 não seja falsificada por t1, procede-se a novo teste (t2), distinto do primeiro, que possa ser capaz de refutar a hipótese testada.

Simplifiquemos bastante os detalhes historiográficos e complexidades do processo de estabelecimento da Lei de Kepler, já citada acima, para que possamos aplicá-lo a esse esquema. A identificação do formato das órbitas planetárias foi, durante muito tempo, um objeto de atenção por parte daqueles pensadores que se interessaram pela astronomia. Temos assim um problema (P), que poderia ser formulado como “Qual seria o formato das órbitas planetárias?”. Mais de um astrônomo se debruçou sobre essa questão e propôs uma solução. Uma das conjecturas apresentadas foi a de que tais órbitas descreveriam um círculo perfeito. Temos aí, uma teoria tentativa (TT1): “Toda órbita planetária tem o formato de um círculo perfeito”. Observações foram feitas na sequência, procurando testar a teoria: foram checadas, por telescópios, as órbitas de planetas do sistema solar (t1). Essas observações demonstraram que a hipótese tentativa da qual se partiu era falsa, isto é, incongruente com as observações concretas dos experimentadores. Refutada a teoria e eliminado o erro, partiu-se para outras alternativas. Kepler sugeriu, afinal, que as órbitas seriam não circulares, mas elípticas (TT2: “Todas as órbitas planetárias têm o formato de uma elipse”). Essa teoria foi submetida ao teste t1, que havia refutado a hipótese TT1, e resistiu a esse teste, ou seja, o exame das órbitas de planetas do sistema solar corroborou a hipótese de Kepler (TT2). Após a corroboração desses primeiros testes, a instrução popperiana é de que o cientista jamais deixe de proceder a novos testes (t2, t3, ..., tn), todos eles procurando sempre a refutação da teoria apresentada. No caso de algum desses testes alcançar a falsificação da teoria examinada, retorna-se ao ponto original (ponto 2) e procura-se nova teoria que dê conta de todos os testes a que se submeteu a teoria precedente.



A aparente complexidade do esquema de Popper não esconde também sua simplicidade fundamental. Estamos aqui lidando com a aplicação sistemática de algo similar ao que tradicionalmente se chama “método de tentativa e erro”. As teorias que são apresentadas para a solução de algum problema deverão ser impiedosamente testadas e eliminadas caso as observações comprovem sua falsidade. E mesmo se essas hipóteses resistirem aos testes permanecerão sendo testadas sempre: nunca se chegará ao ponto em que se poderá assegurar definitivamente sua verdade. A única circunstância em que se admite a suspensão dessa tentativa contínua de falsificá-las ocorre quando são afinal falsificadas. Uma única falsificação (um único teste efetivo para a sua falsificação) é suficiente para que a teoria não seja mais considerada apta a figurar entre as teorias científicas aceitas pela comunidade científica e não merecerá mais que os cientistas apliquem seus testes sobre ela.

O processo do desenvolvimento científico vive do incessante esforço crítico, dos testes que são aplicados sobre as teorias, da persistente exclusão das teorias falsificadas e de sua substituição por teorias cada vez melhores, isto é, teorias cada vez mais eficientes na resposta aos desafios que refutaram suas antecessoras. É bem verdade que o advento dessas novas teorias enseja novos problemas que demandarão novas teorias tentativas impondo a permanente continuidade dessa caminhada. Várias outras escolas e autores anteriores a Popper (os neo-positivistas, por exemplo) associavam a razão e, em particular, a ciência empírica à consecução de teorias verdadeiras definitivas. Com o falsificacionismo popperiano pretende-se assegurar apenas a procura da verdade - busca infinita. Embora essa busca não tenha um fim e não garanta nunca a obtenção de certezas, esse processo permite que avancemos sempre e saibamos cada vez mais acerca do mundo que nos cerca.

## 2.5 – A generalização do falsificacionismo

O método falsificacionista popperiano tem sido alvo de análises, adesões e ataques desde seu enunciado original, na década de 1930. Mas independentemente de sua aceitação ou rejeição permanece sendo uma referência para os estudiosos da ciência empírica e da filosofia da ciência. As questões que evoca e a rede de áreas e temas que influencia são muitas e multifacetadas.

Particularmente instrutiva a respeito da fertilidade da ideia original de falsificabilidade é a aplicação mais ampliada que Popper lhe atribui e que desenvolve em obras mais recentes.



Como vimos, o critério de falsificabilidade foi originalmente preconizado como um definidor de ciência que, paralelamente, definiria também um modelo de escolha entre teorias (“decidibilidade interteórica”) a respeito do mundo empírico. Nesse sentido, teríamos uma imagem de como deveria funcionar o processo de crítica racional quando aplicado a hipóteses descritivas/explicativas sobre a natureza. Seria como se o cientista tivesse um “manual de instruções” capaz de lhe dizer como agir racionalmente sempre que se defrontasse com a tarefa de praticar a ciência e escolher uma teoria científica. Diria Popper: “Você quer ser cientista e quer fazer escolhas teóricas racionais? Muito bem, aja da seguinte forma: sempre que enfrentar um problema ou questão sobre o mundo, proponha uma teoria e, em seguida, proceda a testes rigorosos. Se ela não resistir a esses testes, elimine-a e procure uma nova teoria. Se ela resistir àquelas provas, mantenha a teoria, mas permaneça sempre aplicando novos testes. Mantendo esse procedimento, você preservará a racionalidade e o avanço da ciência. Desse modo, você será um bom cientista!” Ou seja, a “dica” de Popper é conscientemente restrita ao papel do cientista e da presença da razão/racionalidade na dinâmica da ciência empírica.

Entretanto, a intenção de Popper ao considerar especificamente a ciência empírica (área habitada por disciplinas científicas maduras, como a Física, Química e Biologia) não quer dizer que veja na ciência o único terreno legítimo de conhecimento. Não esqueçamos que Popper mesmo se considera um filósofo e reconhece estar praticando Filosofia, uma disciplina reconhecidamente não-científica. Não há dúvida de que via na ciência empírica o campo mais bem sucedido do conhecimento humano, uma área em que a aplicação sistemática do método crítico permitiu afinal o progresso. Outras áreas de nosso conhecimento não foram tão bem-sucedidas e é forçoso reconhecer que somente na ciência é indiscutível a existência de progresso cognitivo. Mas nem por isso áreas não-científicas, como a Filosofia (ou qualquer uma das chamadas Ciências Humanas), não deveriam ser, elas também, balizadas por procedimentos racionais de discussão e crítica.

O reconhecimento de que escolhas racionais não se circunscrevem à ciência, permite a Popper que sugira uma base racionalista ampliada a todo e qualquer tipo de conhecimento teórico. Em toda e qualquer circunstância, o que devemos sustentar, diz Popper, é uma atitude crítica, atitude não circunscrita à ciência e que se caracteriza pela nossa disposição em abandonar nossas crenças caso encontremos bons argumentos para isso. Devemos estar prontos a rever



nossos pontos de vista na ciência, mas o mesmo se aplica a nossas ideias políticas, nossas teorias filosóficas e mesmo nossas avaliações de outras pessoas.

É essa concepção mais abrangente da presença da razão que permite a Popper e seguidores aplicar modelos próximos ao falsificacionismo científico mesmo a campos aparentemente afastados da ciência, como o desenvolvimento da arte. Em todos esses casos, partimos sempre de (1) problemas/questões, que demandam (2) soluções tentativas, que serão criticadas e selecionadas, (3) eliminando-se o erro e (4) ensejando novos problemas que demandarão novas soluções.





# A Ciência Contemporânea e a noção de modelo



[http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/4/02\\_redefor\\_d08\\_filosofia\\_tema\\_03.flv](http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/4/02_redefor_d08_filosofia_tema_03.flv)

Sabemos da importância que a Ciência Contemporânea adquiriu em nossa vida atual e que, por isso, vários pensadores se debruçaram sobre a tarefa de definir critérios que permitam determinar se um conhecimento é ou não científico.

Certamente, ao exibirmos critérios para caracterizar o conhecimento científico, estamos prescrevendo como a ciência deve ou não ser feita. Mas como determinar esses critérios? Dentre as diversas maneiras de se determinar tais critérios, opõe-se aquelas que são meramente prescritivas daquelas que são descritivas, isto é, daquelas que realizam uma análise da forma geral do conhecimento científico para, a partir daí, chegar a um critério geral do que deve ser considerado como ciência e do que não deve.



Dentre os filósofos da ciência que tem uma atitude descritiva, em oposição a uma atitude meramente prescritiva, encontra-se o filósofo francês Gilles Gaston Granger (1920 - ). Granger tem uma forte ligação com a formação do pensamento filosófico no Brasil e com seu desenvolvimento posterior, pois foi um dos professores franceses enviados pelos Serviços Culturais da Embaixada da França no Brasil para exercer uma das cátedras do Curso de Filosofia da Universidade de São Paulo (USP), função que exerceu de 1947 a 1951. De 1986 a 1991, foi professor da cadeira de Epistemologia Comparativa no Collège de France, uma das mais prestigiadas instituições de ensino e pesquisa da França, tendo se tornado Professor Honorário do Collège de France em 1990.

Para entender a força do pensamento de Granger, vamos começar por uma reflexão geral sobre como conhecimento pode ser expresso até culminar na caracterização proposta por ele.

### 3.1 – Como é a Realidade?

Consideremos a questão: *Como é a Realidade?*

Notemos que a pergunta feita é “*Como é a Realidade?*” e não “*O que é a Realidade?*” porque não se trata aqui de exibir critérios que permitam determinar o que é a Realidade em oposição ao que não é Realidade, mas, trata-se apenas de, suposto que algo é real, simplesmente explicitar *como é a Realidade*.

Tornando mais precisa a questão inicial, podemos perguntar:

(1) *Como explicitar, ainda que parcialmente, como é a Realidade?*

(2) *Como explicitar, ainda que parcialmente:*

(2.1) *os elementos que a constituem e*

(2.2) *os comportamentos desses elementos?*

Respondendo à parte (2.1), temos que uma das formas de se explicitar, ainda que parcialmente, os elementos que constituem a Realidade é fazer uso de signos para designar seus elementos.



Sem aprofundar na discussão sobre o que é um signo, assumiremos que dentre os signos estão as palavras, as letras ou, de forma mais geral, marcas sobre o papel (ou sobre a tela de um computador), ou os sons da voz, ou seja, o que podemos usar para designar algo.

Assim, por exemplo, a palavra “Sol” (escrita ou falada) designa o Sol, a estrela mais próxima da Terra. Ou ainda, a letra “H” designa um átomo de hidrogênio e a letra “O” um átomo de oxigênio, bem como um traço “-” pode designar o compartilhamento de pares de elétrons entre átomos, de forma que o signo “H-O-H” designa uma molécula de água, composta por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio com o compartilhamento de dois pares de elétrons pelos átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio.

Respondendo, então, à parte (2.2) da pergunta (2) acima, podemos, por meio de signos, usar as ações e operações sobre esses signos para representar as ações possíveis dos elementos que os signos designam, ou seja, seus comportamentos possíveis.

Por exemplo, a própria junção dos elementos hidrogênio e oxigênio, na formação da água, pode ser representada pela operação de se juntar os signos que representam átomos desses elementos, respectivamente “H” e “O”, e o signo que representam o compartilhamento de elétrons “-”, escrevendo então “H-O-H”, como fizemos acima.

Chamando de *significados* aquilo que é designado por um signo, temos, então, o seguinte diagrama, que chamaremos de *Diagrama R para signos*.

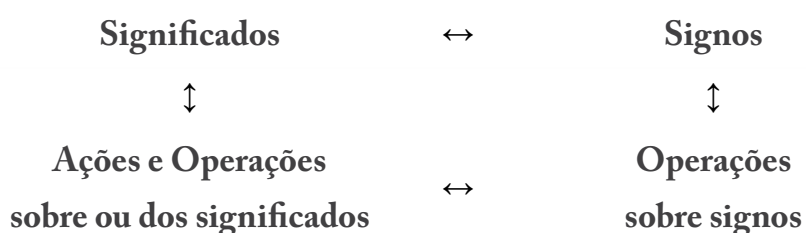


Diagrama 1: o Diagrama R para signos.



No exemplo da formação da molécula de água fica, a diagrama acima se torna:

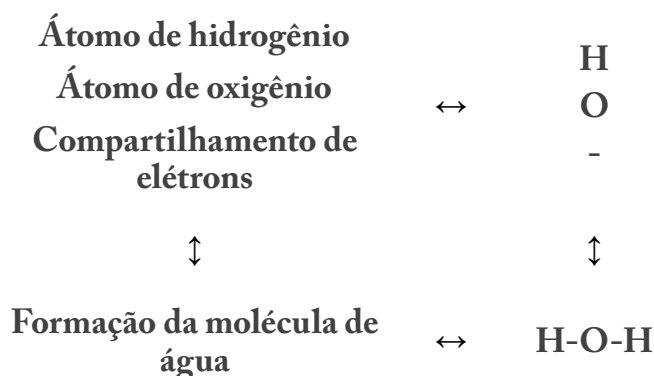


Diagrama 2: o Diagrama R para signos no caso da formação de molécula de água.

Esta forma de representação (por sistema de operações sobre signos) é exatamente aquela presente na Ciência, o que é o tema do nosso próximo tópico.

### 3.2 – A caracterização da Ciência empírica segundo Granger: os modelos

Neste tópico, veremos como, segundo o pensamento de Gilles-Gaston Granger, o sistema de operações sobre signos, exposto no tópico anterior, nos permite caracterizar o conhecimento científico.

Segundo Granger:

O conhecimento científico do que depende da experiência consiste sempre em *construir esquemas ou modelos abstratos dessa experiência*, em explorar por meio da lógica e das matemáticas, as relações entre os elementos abstratos desses modelos, para finalmente deduzir daí propriedades que correspondam, com uma precisão suficiente, a propriedades empíricas diretamente observáveis (GRANGER, 1994, p. 70-71).



Nesse sentido, a Ciência é uma das formas de se explicitar, ainda que parcialmente, uma resposta à questão posta no início deste texto: *Como é a Realidade?*

Ou seja, para se responder a essa questão constrói-se “esquemas ou modelos abstratos” com as características descritas acima por Granger. Assim, de forma geral, os modelos da ciência são sistemas de operações sobre signos, como descritos no Tópico 2.1, que visam explicar um conjunto de elementos da Realidade e seus comportamentos, presentes nos experimentos científicos.

Para dar uma ideia mais precisa do que vem a ser os modelos científicos, vamos, ao invés de entrar nos detalhes da análise procedida por Granger, dar abaixo alguns exemplos de modelos nas diversas áreas da Ciência. Lembremos que, como dissemos na introdução deste texto, Granger não postula o critério de ciência (exposto na citação acima) de forma *a priori*, mas sim a partir de análises da forma geral do conhecimento científico existente.

#### *A. Em Física: a queda de corpos soltos de uma altura $H_0$ .*

Consideremos então os seguintes signos e suas designações.

“ $H_0$ ” → a medida da altura inicial em que é solto o corpo

“ $H$ ” → a medida da altura que se encontra o corpo no instante  $T$

“ $T$ ” → o próprio instante em que pode ser medida a altura  $H$

“ $K$ ” → uma constante determinável experimentalmente

Temos então que a altura  $H$  de corpos em queda, soltos de uma altura  $H_0$ , segue a lei:

$$H = H_0 - K.T^2.$$

As operações sobre signos (e conseqüentemente sobre as medidas que eles representam) são regradas pelas operações aritméticas usuais.

Podemos observar, desse exemplo, que um modelo é abstrato (desconsidera-se, no caso, por exemplo, o atrito do corpo com o ar).



### B. Em Química: a constituição da água por combustão de gás hidrogênio.

Como vimos, o signo “H-O-H” é usado para representar a molécula de água.

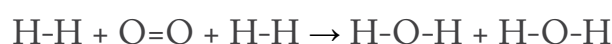
Os signos, nele usados, designam, respectivamente:

“H” → um átomo de hidrogênio,

“O” → um átomo de oxigênio, e

“-” → um par de elétrons compartilhados.

Em termos das operações sobre signos, podemos considerar, por exemplo, a equação



que representa a combustão do hidrogênio, resultando em água; nela o signo “+” designa a coexistência das moléculas em uma certa região do espaço e o signo “→” designa a transformação que implica na recombinação dos átomos presentes.

### C. Em Biologia: a hereditariedade mendeliana.

As *Leis de Mendel* permitem relacionar característica dos indivíduos biológicos (chamada, por definição, de *fenótipos*) com certos elementos endógenos que possibilitam essa característica (chamados, por definição, de *genótipo*, constituído de *genes*) para, a partir daí, estudar a hereditariedade dos seres vivos e suas variações.

Assim, por exemplo, usamos dois signos “V” e “v” para designar dois genes de ervilhas que podem vir a pertencer a um indivíduo, cujas combinações apresentam os seguintes fenótipos:

vv	→	ervilhas verdes
Vv	→	ervilhas amarelas
VV	→	ervilhas amarelas

Notemos que devido a presença de V determinar sempre a cor amarela, ele é chamado, por definição, de *gene dominante*.

Assim, por exemplo (veja Tabela 1 abaixo), podemos, realizar a operação de compor pares de signos para determinar que o cruzamento de dois indivíduos amarelos de genes Vv (dispostos



na primeira linha e na primeira coluna) pode resultar indivíduos verdes (vv) e amarelos (Vv e VV), respectivamente, com a proporção (ou probabilidade): 25% e 75%.

	V	v
V	VV (25% amarelo)	Vv (25% amarelo)
v	Vv (25% amarelo)	vv (25% verde)

Tabela 1: resultado do cruzamento de dois indivíduos amarelos de genes Vv.

#### D. Em Economia: leis da Oferta e da Demanda.

Se os signos “P” e “Q” designam, respectivamente, o preço e a quantidade demandada de um produto, podemos então representar certa ação geral do mercado pelas leis a seguir, na qual o signo “↑” representa um aumento na quantidade considerada e “↓” representa uma redução na quantidade considerada e o signo “⇒” representa uma relação de causa e efeito.

Lei da Demanda – o aumento do preço P causa a redução da quantidade demandada Q, que pode ser representada pelo esquema abaixo.

$$\uparrow P \Rightarrow \downarrow Q$$

Lei da Oferta – a diminuição do preço P causa a o aumento da quantidade demandada Q, que pode ser representada pelo esquema abaixo.

$$\downarrow P \Rightarrow \uparrow Q$$

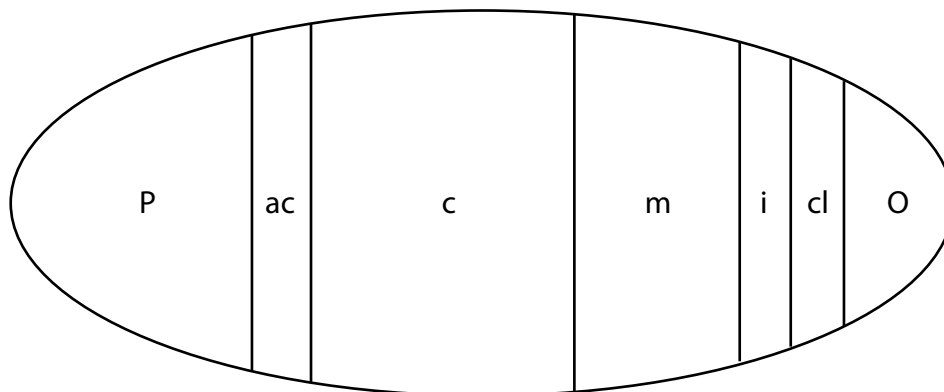
#### E. Em Psicologia: a Psicologia Topológica.

Na Psicologia Topológica usamos a noção de “espaço vital” que é, por definição,

A totalidade de fatos que determinam o comportamento (C) de um indivíduo num certo momento. O espaço vital (E) representa a totalidade de possíveis eventos. O espaço vital inclui a pessoa (P) e o ambiente (A). [Assim, o comportamento C é função de E, ou ainda, de P e A]  $C = f(E) = f(P, A)$ .”(cf. Lewin, 1973, p.242).



A partir daí, podemos utilizar representações gráficas do espaço vital para estudar o comportamento. Assim, por exemplo, a Figura 1 abaixo representa uma situação de um rapaz que quer ser médico (LEWIN, 1973, p. 67)



*Figura 1: Situação de um rapaz que quer ser médico.  
P, pessoa; O, objetivo; ac, exame de admissão; c, colégio;  
m, escola médica; i, internato, cl, prática clínica.*

É interessante notar que para aplicação dos conceitos da Psicologia Topológica usamos um método sempre aberto, o Método da Aproximação, tal que “*Este método determina, primeiro, a estrutura do espaço vital como um todo e avança gradualmente, determinando cada vez mais propriedades específicas até ser atingido o máximo de exatidão.*” (LEWIN, 1973, p. 236). Ou seja, primeiro o psicólogo desenha um conjunto sem regiões, como o contorno da figura acima que representa o espaço vital como um todo, ou seja, o conjunto dos fatos que determinam o comportamento do sujeito em relação àquele momento; depois, o psicólogo vai determinando as regiões que estariam envolvidas na explicação do comportamento do indivíduo, como no caso das regiões P, ac, c, m, i, cl e O. Tal Método de Aproximação permite que sempre adaptemos a análise da Psicologia Topológica às diversas situações peculiares a cada sujeito.

Para uma pequena introdução à Psicologia Topológica e Vetorial de Kurt Lewin, consultar Tassinari (2009).

Visto alguns modelos científicos das diversas áreas da Ciência, passemos agora a outra característica essencial da Ciência Contemporânea segundo Granger: a verificação.





### 3.3 – A verificação do conhecimento científico

Voltando ao contexto geral, vemos como a constituição de modelos é característica da Ciência Contemporânea. Podemos nos perguntar então: *como saber se um modelo está correto?*

A resposta a essa questão, segundo Granger (1992), está relacionada a uma forma de procedimento que ele denomina de *verificação*. De forma geral e esquemática, a verificação pode ser entendida como a comparação entre o jogo das operações sobre signos admitidas como possíveis pelo modelo e o jogo das ações e operações possíveis dos seus significados, estabelecido pelos resultados dos experimentos científicos.

Considerando o procedimento de verificação em seu aspecto mais geral, podemos dizer que, na medida em que um modelo se constitui de signos, de relações e operações sobre esses, o modelo estabelece, no domínio desses signos, uma estrutura matemática abstrata<sup>1</sup> que pode ser posta em correspondência (total ou parcial) com a estrutura existente no domínio dos significados que esses signos designam, ou seja, na experiência.

Notemos, de início, que existem inúmeras operações possíveis de serem realizadas sobre signos, como por exemplo, composições e decomposições; no entanto, no caso dos modelos, apenas algumas são admitidas (aquelas que representam as ações e operações possíveis dos significados, na experiência); a verificação é relativa então apenas a essas operações admitidas pelo modelo.

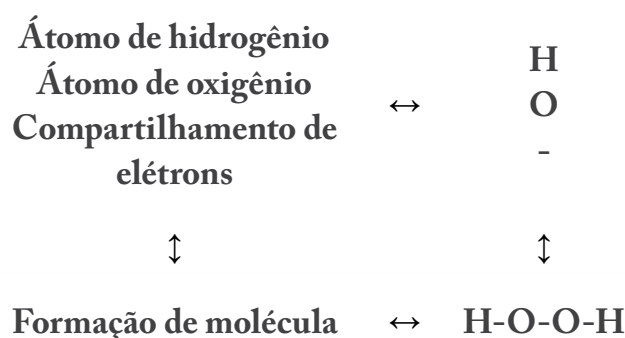
É nesse sentido que podemos compreender a parte final da citação de Granger acima: de que a Ciência consiste também de se “explorar por meio da lógica e das matemáticas as relações entre os elementos abstratos desses modelos, para finalmente deduzir daí propriedades que correspondam, com uma precisão suficiente, a propriedades empíricas diretamente observáveis”.

1 De forma geral, podemos caracterizar uma estrutura matemática como constituída por um conjunto de elementos (chamado de “domínio” da estrutura) e por um conjunto de relações entre os elementos desse domínio. Nesse contexto, uma estrutura matemática pode ser completamente abstrata e as relações são definidas como um conjunto de listas de elementos (escrevemos  $\langle a, b \rangle$  para denotar a lista com dois elementos  $a$  e  $b$ , escrevemos  $\langle a, b, c \rangle$  para denotar a lista com três elementos  $a$  e  $b$ , e  $c$ , etc). Exemplo de estrutura matemática abstrata: a estrutura constituída pelo conjunto  $\{a, b, c\}$  e pela relação  $R = \{\langle a, b \rangle, \langle b, c \rangle\}$ . Um exemplo concreto dessa estrutura abstrata é a estrutura constituída pelo conjunto  $\{\text{Sócrates}, \text{Platão}, \text{Aristóteles}\}$  (ou seja,  $a = \text{Sócrates}$ ,  $b = \text{Platão}$ ,  $c = \text{Aristóteles}$ ) e pela relação  $R$  definida por “ser mestre de”, ou seja,  $R = \{\langle \text{Sócrates}, \text{Platão} \rangle, \langle \text{Platão}, \text{Aristóteles} \rangle\}$ , já que Sócrates é mestre de Platão e Platão é mestre de Aristóteles. As operações são vistas como relações. Por exemplo, no domínio dos números naturais  $\{0, 1, 2, 3, \dots\}$ , podemos definir a relação *soma* entre os números  $x$ ,  $y$  e  $z$  tal que os números  $x$ ,  $y$  e  $z$  estão na relação *soma* (ou seja,  $\langle x, y, z \rangle$  pertence ao conjunto *soma*) se, e somente se,  $x + y = z$ .



Por exemplo, considerando o conhecimento sobre química relativo a formação de moléculas com átomos de hidrogênio e oxigênio e que, no modelo, podemos realizar operações tais que cada átomo de hidrogênio H faz uma ligação (H-) e cada átomo de oxigênio O faz duas ligações (-O-), como na molécula (H-O-H), podemos “explorar por meio da lógica e das matemáticas as relações entre os elementos abstratos desses modelos” e nos perguntar: *existe a molécula H-O-O-H?*

O Diagrama 3 representa essa exploração “por meio da lógica e das matemáticas” desse modelo.



*Diagrama 3: o Diagrama R para um modelo de uma possível molécula.*

No caso, a verificação da possibilidade de existência experimental da molécula H-O-O-H, significa a investigação da possibilidade de existência experimental de substâncias com moléculas desse tipo tal que essas substâncias tenham “propriedades empíricas diretamente observáveis” decorrentes das propriedades deduzidas teoricamente no modelo da molécula acima, como, por exemplo, em relação aos seus processos de formação ou de decomposição.

De fato, essa molécula existe experimentalmente e é chamada de [peróxido de hidrogênio](#).

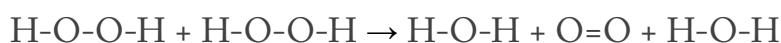
O artigo “Peróxido de Hidrogênio: Importância e Determinação” ([Mattos; et al., 2003](#)) dá uma ideia de como está verificada a existência dessa moléculas atualmente pela Química contemporânea<sup>2</sup>.

Em especial, a água oxigenada que compramos na farmácia é uma mistura de água e peróxido de hidrogênio e quando em contato com a pele ou com o sangue, que contém uma enzima,

<sup>2</sup> Agradeço ao Prof. Marcelo Maia Cirino pela referência bibliográfica e pelas dúvidas respondidas à respeito.



chamada de *catalase*, favorece a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio em água (H-O-H) e gás oxigênio (O=O) pela reação representada por



e, neste caso, a liberação do gás oxigênio pode se notada pela formação de várias bolhinhas, formando uma espuma.

Voltando ao aspecto mais geral do procedimento de verificação, podemos dizer que, na medida em que o procedimento de verificação consiste em comparar a estrutura das relações e operações sobre signos, constitutiva do modelo, com a estrutura existente no domínio dos significados na experiência, as ciências fornecem, em um certo momento histórico, a representação mais adequada do domínio da Realidade que elas descrevem.

Em um outro momento posterior, a representação mais adequada pode vir a ser outra, mas a nova representação conserva, em certa parte, o que foi estabelecido pelo modelo anterior, pois sua sistematização das ações e operações possíveis de serem feitas na Realidade se conserva, ainda que parcialmente.

Terminemos este tópico, observando que, como para Granger a existência de modelos e de verificações deles é condição essencial do conhecimento científico, então os critérios de Granger para caracterizar um conhecimento como científico é mais estrito que o critério de falsificabilidade de Karl Popper (visto no Tema 2 desta disciplina): o conhecimento científico, segundo Granger, tem que fornecer a representação mais adequada possível da Realidade em termos das ações e operações possíveis de realizarmos experimentalmente nela, em dado momento histórico.

### 3.4 – Consequências da definição de Ciência e a impossibilidade de um único modelo da Realidade

Voltando ao contexto geral, temos que a constituição do conhecimento científico contemporâneo implica a possibilidade da constituição de modelos e verificações deles.

Relacionando então o conteúdo exposto nos últimos tópicos, temos que, na medida em que conhecemos bem um domínio de objetos e as ações possíveis de se realizar sobre eles (Tópico 2.1), torna-se natural representar o conhecimento desse domínio em sistemas de operações



sobre signos e, portanto, proceder a construção de modelos, como defende Granger (Tópico 2.2), sendo que esse conhecimento tem que estar sempre sujeito à verificação (Tópico 2.3).

Nesse caso, quanto mais as operações sobre signos, presentes nos modelos científicos, descrevem os comportamentos dos elementos, mais precisa se torna a representação de como é a Realidade e mais confiança ganhamos em relação aos modelos propostos. Em particular, isso explicaria a confiança e consideração que temos em relação à Ciência.

É interessante notar que qualquer discurso sobre como é a Realidade pode ser interpretado como um jogo de operações sobre signos na medida em que o próprio discurso é constituído de signos (palavras) e operações sobre esses (estabelecidas pelo próprio discurso); no caso do conhecimento científico, a explicitação dos elementos (através dos signos) e de suas correlações (através das operações sobre signos) permite um maior controle sobre a explicitação do comportamento da Realidade.

Do ponto de vista da linguagem do conhecimento científico, é interessante notar também como, de uma forma geral e esquemática, a ideia do filósofo e matemático alemão Gottfried W. Leibniz (1646–1716) de uma “*lingua characteristic universalis*” (como vimos no Tema 1 - A Lógica como Cálculo Raciocinador), veio a se realizar pela Ciência Contemporânea (Física, Química, Biologia, Psicologia, Sociologia, etc.), na medida em que a Ciência Contemporânea elabora uma língua artificial, com os diversos modelos criados, na qual podemos deduzir fatos sobre a Realidade, com uma espécie de cálculo das características dos elementos expressos nos modelos. Notemos que o termo “caracteres” denota, por um lado, os próprios signos e, por outro lado, propriedades, e que esse duplo aspecto é considerado pela ideia de uma língua característica. Por exemplo, no caso do modelo da formação de moléculas com átomos de hidrogênio e oxigênio, temos a constituição de uma linguagem que, por um lado, convencionou certos signos, como “H”, “O”, “-”, para designar, respectivamente, um átomo de hidrogênio, um de oxigênio e uma ligação eletrônica entre átomos, bem como, por outro lado, permite expressar diretamente suas propriedades, como, por exemplo, com as expressões “H-” e “-O-” que designam o fato de que átomos de hidrogênio fazem uma ligação e átomos de oxigênio fazem duas ligações. Assim, a Ciência, como uma espécie de língua das características, torna possível deduzir fatos da Realidade, a partir das operações sobre signos regidas pela Lógica e pela Matemática, em uma espécie de cálculo raciocinador.



Por fim, a partir dessa caracterização da ciência e, se considerarmos o conjunto de todas as ciências contemporâneas e suas relações, que vamos chamar de *Sistema das Ciências*, podemos chegar a um importante resultado sobre um dos principais limites da Ciência Contemporânea: a impossibilidade de um único modelo completo para o Sistema das Ciências.

Para analisar a questão da impossibilidade de um único modelo completo para o Sistema das Ciências, notemos inicialmente que as ciências do homem fazem parte do Sistema das Ciências e que um modelo completo para o Sistema das Ciências implica a existência de um modelo que explique completamente o comportamento humano. Granger mostra que existe uma séria limitação na construção de modelos nas ciências humanas, que, de forma geral, decorre da singularidade (e multiplicidade) das significações envolvidas nos fatos humanos atuais, vividos aqui e agora. Fazendo uma análise geral, podemos dizer que, para construir um modelo qualquer, é necessário sempre fazer abstrações de certas qualidades. Porém, tais qualidades, na medida em que são notadas por nós, influenciarão o comportamento humano em algum outro contexto. Logo, o modelo construído não explicará, completamente, o comportamento humano.

Claro que um novo modelo poderá então ser construído; mas, novamente, teríamos outras abstrações na sua construção e essas farão com que esse modelo não dê conta de outros novos tipos de comportamentos; como o processo continua sempre, nunca teremos um modelo único que explicaria os atos humanos em sua totalidade. Granger no diz:

O obstáculo único, mas radical, [ao conhecimento científico] me parece ser a realidade individual dos acontecimentos e dos seres. O conhecimento científico exerce-se plenamente quando pode neutralizar essa individualidade, sem alterar gravemente seu objeto, como acontece em geral nas ciências da natureza (GRANGER, 1994, p. 113).

O obstáculo fundamental está, evidentemente, na natureza dos fenômenos de comportamento humano, que carregam uma carga de *significações* que se opõem a sua transformação simples em *objetos* [dentro de modelos], ou seja, em esquemas abstratos lógicos e matematicamente manipuláveis (GRANGER, 1994, p. 85).

Um sentimento, uma reação coletiva, um fato de língua parece que dificilmente podem ser reduzir-se a tais esquemas abstratos (GRANGER, 1994, p. 86).



Apesar dessa dificuldade, Granger não pretende diminuir o papel do conhecimento científico do homem, caracterizado pela construção de modelos, para substituí-lo por um outro tipo de conhecimento ou recair em um ceticismo profundo; pretende sim refletir sobre as insuficiências essenciais de um conhecimento por modelos.

No caso das ciências do homem, temos que o modelo constitui uma representação parcial de um limite jamais atingido:

No caso dos fatos humanos, ela [a Ciência] se empenha por envolver cada vez mais estreitamente o individual em redes de conceitos, sem esperar um dia poder atingi-lo (GRANGER, 1994, p. 113).

Assim, a questão não é reduzi-los, e sim representá-los, ainda que parcialmente, em sistemas de conceitos (GRANGER, 1994, p. 86).

Não se trata de substituir, neste caso, o conhecimento através de modelos por outro tipo de conhecimento, pois, essa situação não pode ser superada por nenhuma teoria que *expresse em detalhes* o comportamento humano, já que, como vimos acima, qualquer discurso sobre como é a Realidade pode ser interpretado como um jogo de operações sobre signos (na medida em que o próprio discurso se explicita por palavras e operações sobre elas) e que, por esse motivo, os modelos em ciências humanas expressam o comportamento humano com a máxima adequação.

Além dessa limitação do conhecimento científico do ser humano, destacada por Granger, podemos citar ainda as limitações do uso das estruturas lógico-matemáticas (inerentes aos modelos) para explicar o processo de cognição em geral, limitações estabelecidas a partir de análises epistemológicas dos Teoremas da Incompletude de Gödel (já comentadas no último tópico do Tema 1 desta disciplina, A Lógica como Cálculo Raciocinador, e que não vamos retomar aqui).

Por fim gostaríamos de citar uma das consequências da impossibilidade de um único modelo completo para o Sistema das Ciências que é a constituição das teorias da Auto-organização como uma parte da Metodologia da Ciência e da Sistêmica na qual se elaboram conceitos e métodos para o estudo de fenômenos classificados como auto-organizados (DEBRUN, 1996). Em especial, segundo uma concepção radical de auto-organização, na construção de modelos ou teorias para a explicação de fenômenos de um sistema auto-organizado, temos uma sequência de modelos que explicam cada vez melhor esse sistema, mas sem que exista algum deles que o



explique de forma completa, pois, caso existisse, a organização do sistema não seria “auto (como referido na expressão “auto-organizada”), isto é, ela não dependeria apenas de si própria, mas seria devido a apenas uma forma geral de organização aplicável a diversos sistemas.

Um dos domínios em que ocorre este tipo de auto-organização é aquele da construção do conhecimento em geral e, em particular, dos conhecimentos lógicos e matemáticos (TASSINARI, 2003), que, por sua vez, são usados, como vimos, em diversos modelos, no Sistema das Ciências.

Nesse sentido, a auto-organização surge também na medida em que a própria Epistemologia, ou seja o estudo do conhecimento científico, acaba por se voltar sobre si mesmo, ao buscar se conhecer utilizando os próprios métodos da ciência (cf. o link <http://www2.faac.unesp.br/pesquisa/lecotec/projetos/toque/podcasts.php?c=46>)

Um exemplo histórico da utilização dos métodos científicos para se estudar a própria ciência é a Epistemologia Genética, na qual seu fundador Jean Piaget e seus colaboradores, estudam a constituição do conhecimento científico não apenas do ponto de vista histórico-crítico, mas também do ponto de vista psicológico, com a construção de modelos no seio da Psicologia Genética, também fundada por Piaget. É o que veremos, mais detalhadamente, no Tema 4, a seguir, nesta disciplina.



# A Epistemologia Genética



[http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/5/02\\_redefor\\_d08\\_filosofia\\_tema\\_04.flv](http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46936/5/02_redefor_d08_filosofia_tema_04.flv)

Neste texto, vamos tratar da Epistemologia Genética, tal como concebida por Jean Piaget (1896-1980), como uma introdução ao seu pensamento. Veremos que Piaget não se propõe a fazer uma epistemologia prescritiva, ou seja, uma epistemologia que diz *a priori* o que devemos ou não devemos considerar como Ciência, mas realiza uma análise da forma do conhecer, em geral, e do conhecer científico, em específico, estabelecendo, além de uma epistemologia, também uma teoria do conhecimento atual, multi e interdisciplinar. Veremos ainda que uma das maiores contribuições de Piaget para a Epistemologia e para a Teoria do Conhecimento foi a de construir modelos e verificá-los (no sentido empregado no Tema 3 desta disciplina - A Ciência Contemporânea e a noção de modelo) para responder às questões de fato presentes nessas áreas.





## 4.1 – Visão geral

Atualmente, o nome de Jean Piaget, criador da Epistemologia Genética, tem sido fortemente associado à Educação e, sem dúvida, essa associação não é gratuita, pois suas pesquisas e reflexões forneceram elementos e análises originais a respeito do Conhecimento Humano. Devemos notar, entretanto, que a Educação, mesmo sendo uma área de imenso valor, não foi seu interesse de pesquisa principal. Em poucas palavras, Piaget fundou duas áreas do conhecimento, a Epistemologia Genética e a Psicologia Genética, pertencentes, respectivamente, às áreas da Filosofia e Psicologia.

O cerne das pesquisas de Piaget é o Conhecimento humano no sentido filosófico, não apenas como produto, mas também como processo. As pesquisas de Piaget sempre foram no sentido de responder questões filosóficas fundamentais relativas à Teoria do Conhecimento (que estuda a relação entre sujeito e objeto no ato de conhecer), à Epistemologia (que é um estudo crítico dos princípios, hipóteses e resultados das diversas ciências), à Metodologia da Ciência e à Lógica. Muitas são as contribuições de seus estudos a essas áreas da Filosofia, e “Epistemologia Genética” é o termo usado por Piaget para designar a reunião desses estudos.

Sumariamente, podemos listar algumas dessas contribuições.

No âmbito epistemológico, podemos mencionar os estudos das constituições de várias noções e conceitos científicos (por exemplo, espaço, tempo, causalidade, acaso, velocidade, força, atomismo, quantidades físicas e matemáticas, geometria), bem como as análises dos métodos das diversas ciências naturais e humanas (como o estruturalismo e a dialética) e o estudo do Sistema das Ciências.

Em relação à Teoria do Conhecimento, temos, além do estudo das noções e conceitos e das análises acima mencionados, os estudos mais pormenorizados dos elementos necessários à aquisição do conhecimento, como, por exemplo, os estudos relacionados à percepção, representação, identidade, classificação, seriação, operação mental, necessidade e possibilidade lógicas, formação das noções de conservação, generalização, contradição, significação, compreensão, aprendizagem e memória.



A Epistemologia Genética fornece também contribuições à outros campos Filosofia, em especial, à Ética contemporânea e discussão sobre a natureza do ser humano, com, por exemplo, os estudos da formação das estruturas necessárias à moralidade ou do simbolismo inconsciente.

Saiba mais da [Bibliografia de Piaget](#).

Vamos, neste texto, estudar alguns aspectos da Epistemologia Genética e algumas de suas contribuições à Teoria de Conhecimento.

## 4.2 – O início da Epistemologia Genética: as questões de fato sobre o conhecimento.

Desde o início de sua vida intelectual Piaget decide consagrar sua vida à Filosofia<sup>1</sup>. Nesse início, Piaget definirá também uma postura que marcará toda a sua obra: sempre submeter ao teste experimental as questões sobre o conhecimento que dependem dos fatos.

Podemos nos perguntar, por exemplo: *como o ser humano conhece os números?* A partir daí, podemos ter várias concepções (filosóficas) a respeito. Por exemplo, podemos supor que pelo fato de vermos ou usarmos uma coisa, duas coisas, três coisas, etc., generalizamos e aprendemos os números; podemos também pensar que basta que alguém nos ensine a contar para que reconhecemos a existência dos números. Qual das diversas concepções a respeito estaria correta?

Notemos então que a questão “*Como o ser humano conhece os números?*” é uma questão de fato e podemos ir aos fatos para buscar respondê-la. Nesse sentido, para construirmos uma teoria do conhecimento que não se afaste dos fatos, é importante fazer um estudo experimental da gênese do número (bem como das demais noções relativas ao conhecimento como, por exemplo, de classificação, seriação, espaço, tempo, causalidade, acaso, etc.) e a Psicologia Genética, fundada por Jean Piaget, busca exatamente realizar esse(s) estudo(s).

---

1 Mais exatamente, o interesse de Piaget pela Filosofia se iniciou no verão de 1911, quando aos 15 anos, às margens do lago Annecy, na Suíça, seu padrinho, homem de letras preocupado com a excessiva especialização em Biologia do afilhado (que à época já publicara seu primeiro artigo sobre malacologia), explicou-lhe *A Evolução Criadora*, do filósofo francês Henri Bergson (1859-1941). Esse contato com a Filosofia exerceu verdadeiro fascínio sobre Piaget e ele próprio nos conta (1983, p. 72): “De volta à vida escolar, havia tomado minha decisão: consagraria minha vida a filosofia [...]”.



Para termos uma noção de alguns experimentos realizados em relação à noção de número veja os vídeos abaixo. Notemos que o segundo e o terceiro vídeos mostram que a noção de quantidade não depende só de se saber contar.

[Piaget - Conservação das fichas](http://www.youtube.com/watch?v=rYcAjC_tHkE) ([http://www.youtube.com/watch?v=rYcAjC\\_tHkE](http://www.youtube.com/watch?v=rYcAjC_tHkE))

[Piaget - Conservação I](http://www.youtube.com/watch?v=JANEjNpqMOM) (<http://www.youtube.com/watch?v=JANEjNpqMOM>)

[Piaget - Conservação IV](http://www.youtube.com/watch?v=9wgLsEhHmB4) (<http://www.youtube.com/watch?v=9wgLsEhHmB4>)

Assim, Piaget escreverá:

O primeiro objetivo que a epistemologia genética persegue é, pois, por assim dizer, de levar a psicologia a sério e fornecer verificações em todas as questões de fato que cada epistemologia suscita necessariamente, mas substituindo a psicologia especulativa ou implícita, com a qual em geral se contentam, por meio de análises controláveis [...] (PIAGET, 1973, p. 13).

A decisão de Piaget de sempre submeter ao teste experimental as questões sobre o conhecimento que dependem dos fatos o levará a constituir a Psicologia Genética antes da Epistemologia Genética, como a parte inicial desta, e fará com que a fundação da Epistemologia Genética só ocorra muito tempo depois.<sup>2</sup>

Analisemos melhor, no próximo tópico, a relação entre a Psicologia Genética e a Epistemologia Genética.

### 4.3 – Epistemologia Genética e Psicologia Genética

Inicialmente, devemos notar que, apesar de a Psicologia Genética estar na base da Epistemologia Genética, não devemos confundi-las entre si. Como nos diz Piaget:

A Psicologia Genética é a ciência cujos métodos são cada vez mais semelhantes aos da biologia. A epistemologia, em compensação, passa, em

51

<sup>2</sup> A obra *Introdução à Epistemologia Genética*, que funda a Epistemologia Genética, só veio a ser publicada em 1950, 38 anos depois do início de sua carreira; entretanto, no Prefácio dessa obra, Piaget salienta: “[...] se nos abstermos de generalizações excessivamente rápidas, quanto à constituição dessa epistemologia genética, da qual hoje ensaiamos fixar os lineamentos, jamais perdemos de vista um tal fim”.



geral, por parte da filosofia, necessariamente solidária a todas as outras disciplinas filosóficas e que comportam, em conseqüência, uma tomada de posição metafísica (PIAGET, 1973, p. 32).

Vemos assim que a Epistemologia Genética se constitui como uma área ampla, uma parte da Filosofia, que trata das diversas questões relativas ao Conhecimento, mais ampla que a Psicologia Genética, destinada a construir modelos psicológicos da capacidade humana de conhecer.

Em *Introdução à Epistemologia Genética*, Piaget definirá a questão central dessa nova disciplina:

Como o pensamento científico visado, em discussão, (e considerado com uma delimitação determinada) procede de um estado de menos conhecimento a um estado de conhecimento julgado superior? (PIAGET, 1950, p.12)

Ou ainda, de forma mais breve, a questão considerada é, segundo Piaget (1950, p.12): “como se ampliam os conhecimentos?”.

A Epistemologia Genética considera que o Conhecimento está sempre em constituição e, nesse sentido, cabe estudar essa constituição contínua do conhecimento. Como nos diz Piaget:

Realmente, se todo conhecimento é sempre vir a ser e consiste em passar de um conhecimento menor para um estado mais completo e mais eficaz, é claro que se trata de conhecer esse vir a ser e de analisá-lo de maneira mais exata possível (PIAGET, 1973, p. 12).

As bases principais da Epistemologia Genética são a História das Ciências e a Psicologia Genética. Ou ainda, como nos diz Piaget:

[...] como o problema é da lei do processo e como os estágios finais (isto é, atualmente finais) são tão importantes sob este aspecto quanto os primeiros conhecidos, o setor de desenvolvimento considerado pode permitir soluções pelo menos parciais, com a condição, porém, de assegurar uma colaboração da análise histórico-crítica com a análise psicogenética (PIAGET, 1973, p. 13).



Nesse sentido, a Epistemologia Genética, por um lado, utiliza o método histórico-crítico para avaliar as noções de uma ciência e suas gêneses históricas, e, por outro lado, usa os resultados obtidos na Psicologia Genética para identificar nos indivíduos a gênese dessas noções, desde o nascimento até a idade adulta, bem como a forma e as razões da construção dessas noções.

Assim, o termo “genética” usado pelas epistemologia e psicologia piagetianas está relacionado a idéia de gênese de estruturas (e não tem ligação, ao menos explicitamente, com os *genes* da Biologia, como o uso de tal termo poderia levar a pensar). Essa noção de gênese é parte da corrente, em ciências humanas, chamada de Estruturalismo, da qual o próprio Piaget é um dos representantes (PIAGET, 1970) e para a qual: “Toda estrutura tem uma gênese” e “Toda gênese parte de uma estrutura e chega a uma estrutura” (1967, p. 136 e 138).

Nesse sentido, a reflexão piagetiana sobre ambos aspectos, psicológico e epistemológico, subsidiada por uma perspectiva estruturalista-genética, retrairá então a forma da constituição do Conhecimento e esclarecerá também os elementos necessário a ela. Vejamos então, nos próximos tópicos, em linhas gerais, um pouco dessas ideias de Piaget.

#### 4.4 – Biologia e conhecimento.

Como vimos, Piaget começa sua carreira como biólogo. Uma das questões que ele sempre se ocupou foi a da relação entre Biologia e Conhecimento (Piaget, 1973) e, em especial, a questão da relação entre as estruturas do sujeito do conhecimento necessárias ao conhecimento científico e o substrato orgânico que confere materialidade a esse sujeito do conhecimento.

Piaget usa o termo “sujeito epistêmico” para designar o sujeito do conhecimento, e usa o termo “estrutura mental” para designar a estrutura orgânica que torna possível os comportamentos que expressam o conhecimento (hoje em dia, a estrutura mental é identificada, por alguns continuadores de Piaget, como sendo o Sistema Nervoso Central). Vamos usar às vezes aqui o termo “sujeito-organismo” para lembrar que para Piaget o sujeito epistêmico tem uma estrutura mental biológica. A estrutura mental está sempre em construção, pois, como vimos, toda estrutura tem uma gênese e toda gênese parte de uma estrutura e chega a uma estrutura, mesmo uma estrutura orgânica.



Muitas vezes o termo “construtivismo” é associado à teoria de Piaget para se enfatizar que o conhecimento se constrói. Entretanto, essa afirmação é trivial, pois todos sabemos que passamos de um estado de menos conhecimento para um estado de maior conhecimento, seja historicamente, seja individualmente. Assim, não é apenas isso que o uso desse termo designa em relação à teoria de Piaget. Usa-se “construtivismo” para se salientar algo muito mais radical: que as próprias estruturas do sujeito epistêmico, necessárias ao Conhecimento, sua forma de funcionamento, e, conseqüentemente, o próprio sujeito epistêmico, se constroem.

Muitos assimilam a teoria de Piaget aos estágios do desenvolvimento humano que Piaget explicitou. Na realidade, os estágios são apenas “a ponta do iceberg” de sua teoria. Notemos, de início, que a existência dos estágios pode ser considerada mais uma descoberta experimental do que uma proposição teórica: os estágios são estabelecidos como classificações dos resultados encontrados a partir das observações experimentais. Mais do que esses estágios, a teoria de Piaget é o que permite *explicar* o porquê e como ocorrem tais estágios. É o que veremos então, sumariamente, a seguir.

Podemos então nos perguntar: *mas, se a estrutura mental é orgânica, Piaget está dizendo que a construção da estrutura mental e do conhecimento é apenas biológica e não depende do meio (histórico-cultural)?*

Coloquemos essa pergunta em termos mais gerais:

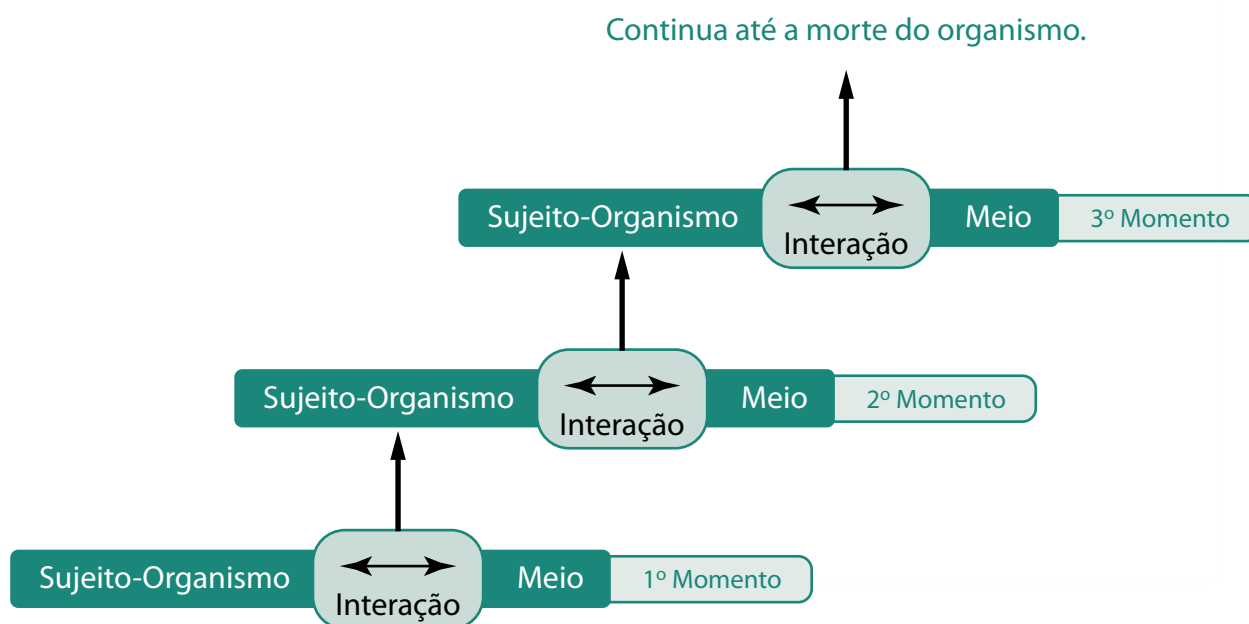
*Do que depende a construção das estruturas mentais do sujeito epistêmico?*

*O conhecimento vem do sujeito (é determinado biologicamente) ou do meio (é determinado histórico-culturalmente)?*

Para Piaget, a construção das estruturas mentais depende da *interação* sujeito-meio (incluindo a parte histórico-cultural), portanto, não depende só do orgânico nem só do meio em que vive o sujeito. É por isso que a teoria de Piaget é também chamada de “interacionista”.



Temos então o seguinte esquema (que deve ser lido de baixo para cima):



Assim, o que a estrutura mental orgânica do sujeito epistêmico é, em certo momento, resulta da interação entre o sujeito e o meio em um momento anterior. Ou seja, para Piaget, o meio modifica o organismo e o organismo modifica o meio, através da interação entre os dois; ou ainda, Piaget supera a dicotomia organismo-meio mostrando como meio e organismo são partes de um todo complexo que se influenciam mutuamente.

Vejamos, no próximo tópico, com mais detalhe como se dá essa construção por uma interação entre organismo e meio.

## 4.5 – O Sistema de esquemas de ação

Tratando a questão da construção da estrutura mental devido à interação entre organismo e meio com mais detalhes, temos que a forma de interação que propicia a construção das estruturas mentais é a ação. O conceito de ação é um dos mais fundamentais tanto da Epistemologia Genética quanto da Psicologia Genética.

A ação é entendida como um comportamento que depende das estruturas do sujeito-organismo como um todo e, assim, ela não é um simples movimento qualquer do sujeito-organismo



descontextualizado de outros movimentos. Nesse sentido, a ação depende da estrutura mental do sujeito epistêmico, desde o nascimento até o fim de sua vida e, ao mesmo tempo, influencia a construção da estrutura mental.

Notemos que cada ação é situada espaciotemporalmente, ou seja, ocorre em um tempo e lugar determinados. Nesse sentido, rigorosamente falando, não existe repetição de uma ação. Entretanto, identificamos algo de semelhante e de repetível entre as ações, um padrão, que as tornam equivalentes. Por exemplo, as diversas ações de sugar realizadas pelo sujeito são caracterizadas pelo *sugar*, isto é, *sugar* é a forma comum que tornam essas diversas ações equivalentes entre si do ponto de vista do sujeito. Isso nos leva ao conceito de esquema de ação, também um dos mais fundamentais da Psicologia e Epistemologia Genéticas.

Como nos diz Piaget:

O esquema de ação é, por definição, o conjunto estruturado dos caracteres generalizáveis desta ação, isto é, dos que permitem repetir a mesma ação ou aplicá-las a novos conteúdos (BETH; PIAGET, 1961, p. 251).

Do ponto de vista psicológico, ou seja, do comportamento, dizer que o sujeito epistêmico adquiriu o esquema de uma ação significa dizer que o sujeito-organismo pode realizar essa ação, quando bem quiser, se a situação o permitir. Se o sujeito-organismo ainda não adquiriu um esquema de ação, o sujeito-organismo só poderá agir daquela forma se ele vier a adquirir o esquema por um processo chamado de “acomodação”, parte do processo de adaptação, que descrevemos a seguir.

Do ponto de vista biológico, a ação, os comportamentos do sujeito, enquanto ele é um organismo, são ciclos bioquímicos e os esquemas são uma forma geral desses ciclos.

Esses ciclos (nas ações) são parte de um ciclo maior (interação sujeito-meio) e dependem portanto do meio em que o sujeito-organismo vive. Ao agir, o sujeito-organismo incorpora cada vez mais elementos às suas ações, ou ainda, aos seus ciclos, os esquemas de ação, o que Piaget chama de “*assimilação*”. Por exemplo, o bebê suga o dedo, a mamadeira, pega o cobertor, olha para a lâmpada, etc., nesse sentido, podemos dizer que o dedo e a mamadeira são assimilados pelo esquema de sugar, o cobertor é assimilado pelo esquema de pegar, a lâmpada é assimilada pelo esquema de olhar, etc.





Do mesmo modo, o sujeito-organismo modifica sua forma de agir aperfeiçoando suas ações ou criando novas ações, ou seja, aperfeiçoa seus esquemas ou cria novos esquemas; Piaget chama de “*acomodação*” essa mudança na forma da ação. Assim, a acomodação nada tem de passiva, é um processo realizado ativamente pelo sujeito-organismo de modificação de suas próprias formas de ação.

Para Piaget o processo de *adaptação* do sujeito-organismo ao meio se dá através desses dois aspectos complementares e indissociáveis: assimilação e acomodação. Assim, ao agir, segundo seus esquemas de ação, por um lado, o sujeito incorpora objetos do meio (assimila) aos seus esquemas e, por outro lado, modifica seus esquemas (acomoda), e, portanto, realiza uma adaptação, modificando-se e modificando o próprio meio (pois, como vimos, a ação é interação entre organismo e meio).

O conjunto coordenado de todos os esquemas de ação de um sujeito-organismo é chamado de “*sistema de esquemas de ação*” do sujeito-organismo.

De forma geral, podemos dizer que o sistema de esquemas de ação de um sujeito-organismo em um determinado momento estabelece o conjunto de ações que o sujeito-organismo pode realizar naquele momento.

Com o desenvolvimento das estruturas mentais, a partir das trocas com o meio, o sujeito epistêmico vai diferenciando e coordenando suas ações e com isso vai diferenciando e coordenando seus esquemas de ação. Assim, o sistema de esquemas de ação do sujeito epistêmico vai se complexificando, desde o nascimento até a idade adulta.

Na medida em que o sistema de esquemas de ação vai se complexificando, vemos que o sujeito epistêmico vai organizando cada vez mais o mundo que o cerca para si mesmo; vai realizando, como diz Piaget, a construção do real para si próprio.

No próximo tópico, veremos, em linhas gerais como se dá esse desenvolvimento.



## 4.6 – Os períodos da construção das estruturas necessárias ao conhecimento

Vimos, no tópico, que o sistema de esquemas de ação vai se complexificando com o desenvolvimento do sujeito epistêmico. Posteriormente, essa complexificação do sistema de ação tornará o sujeito capaz de realizar operações sobre representações e se constituirá como um *sistema de esquemas de ações e de operações* que o sujeito epistêmico consegue realizar.

Não vamos aqui entrar no detalhe de como se dá esse processo de construção do sistema de esquema de ações e operações; vamos apenas expor abaixo, de forma geral e esquemática, os períodos de formação do sistema de esquema de ações e operações e algumas de suas características gerais, estudado em detalhes por Piaget (tanto do ponto de vista experimental como teórico)<sup>3</sup>.

(I) No início, há a constituição do sistema de esquemas de ações sensório-motoras (o termo “sensório-motor” indica que cada ação forma um todo indissociável percepção-movimento e que a criança, neste estágio, adquire um conhecimento prático, isto é, um “saber fazer”).

(II) Posteriormente, o sujeito epistêmico será capaz de representar situações e os objetos e seu comportamento reflete então essa capacidade (por exemplo, a criança é capaz de representar uma situação de almoço brincando de dar comidinha a sua boneca ou uma situação de guerra por meio de uma batalha entre guerreiros; é capaz de contar uma história sobre aquilo que viveu em seu dia; etc.).

(III) Mais adiante, o sujeito epistêmico se torna capaz de agir internamente sobre suas representações e se torna capaz de representar mais adequadamente sua realidade, como, por exemplo, o espaço a sua volta, à causalidade, à conservação (da substância, do peso, dos números, das classes lógicas, das relações de maior e menor, etc.), etc.; Piaget chama de “*operação*” essa ação interior.

(VI) Por fim, passa a ser capaz de representar qualquer coisa por signos (por exemplo, por palavras, letras, etc.) e a agir interiormente (operar) sobre esses signos.

3 Para uma visão geral de como se dá o processo de constituição do sistema de esquemas de ações e operações, consultar as obras: Ramozzi-Chiarottino (1972) e Piaget (1967, cap. 1), Piaget e Inhelder (1986), e *A Epistemologia Genética* de Piaget (1983).



Assim, podemos, esquematicamente, dispor os quatro grandes períodos de constituição das estruturas necessárias ao conhecimento e suas características gerais, como no quadro abaixo, lembrando que o último período propicia os elementos necessários ao conhecimento científico<sup>4</sup>.

Período	Característica Geral
I. Período Sensório-Motor	Constituição do sistema de esquemas de ação
II. Período Pré-Operatório	Consolidação da capacidade de representação (mas sem operações sobre as representações)
III. Período Operatório Concreto	Constituição do sistema de esquemas de operações sobre representações figurativas de objetos concretos
VI. Período Operatório Formal ou Hipotético-Dedutivo	Constituição do sistema de esquemas de operações sobre signos (que podem representar qualquer coisa)

Tabela 1: Os grandes períodos de constituição das estruturas necessárias ao conhecimento.

Exposto a formação do sistema de esquemas de ações e operações, podemos considerar um dos resultados centrais das Epistemologia e Psicologia Genéticas:

*Algo só tem significação para o sujeito epistêmico se for assimilado pelo seu sistema de esquemas de ações e operações<sup>5</sup>.*

Ou seja, algo só terá significação para o sujeito epistêmico na medida em que o sujeito usar ou imaginar ou teorizar sobre esse algo ou sobre o que esse algo pode fazer em relação aos outros elementos.

Assim, para Piaget, o conhecimento, mesmo o mais abstrato, tem que estar sempre relacionado a ações possíveis de serem realizadas. Nesse sentido, algo que decoramos sem saber o significado, isto é, sem saber sua tradução em termos de ações possíveis, não é para Piaget conhecimento.

Terminada essa descrição geral da Epistemologia Genética, vejamos, no próximo tópico, como a Epistemologia Genética está relacionada à Ciência Contemporânea.

59

4 Para uma visão geral, consulte Piaget e Inhelder (1986) e Piaget (1983, p. 6-30; p. 235-241).

5 Para um estudo detalhado sobre o conceito de significação em Epistemologia Genética veja Latansio (2010).



## 4.7 – Epistemologia Genética e conhecimento científico

Vamos, neste tópico, mostrar, em linhas gerais, como, segundo a Epistemologia Genética, no Período Formal ou Hipotético-Dedutivo, o ser humano se torna capaz de fazer Ciência.

Vimos, no tópico anterior, que, no Período Hipotético-Dedutivo ou Período das Operações Formais, o sujeito é capaz de operar sobre signos, ou melhor, a existência de sistema de operações sobre signos é a principal característica desse último período.

Estudamos, no tema anterior, como a Ciência pode ser caracterizada pela construção de modelos e que os modelos podem ser considerados sistemas de operações sobre signos, conforme o diagrama abaixo, chamado de “*Diagrama R*”.

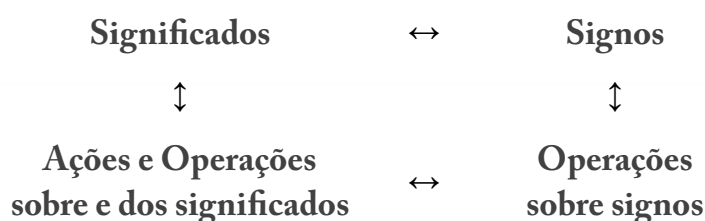
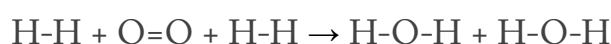


Diagrama 1: o Diagrama R para Signos.

Um exemplo dado, no tema anterior, foi o da estrutura da molécula de água (H-O-H) e de sua constituição a partir da combustão do gás hidrogênio (H-H), na presença do gás oxigênio (O=O), pela equação química:



Correlacionando o exemplo dado com as estruturas construídas no Período Operatório Formal ou Hipotético dedutivo pelo sujeito epistêmico (ou seja, os sistemas de esquemas de operações sobre signos) temos que, no caso acima, realizamos *operações sobre signos* para *representar* ações que as moléculas exercem umas sobre as outras, resultando as moléculas de água. Ou seja, somos capazes de entender a estrutura da molécula de água e sua constituição, a partir da reação representada acima, porque somos capazes de realizar operações sobre signos e de relacionar essas operações com as ações que podemos fazer sobre as substâncias que têm essas moléculas ou com as ações que as moléculas exercem umas sobre as outras.



É importante salientar que essas operações sobre signos determinam ações possíveis que podemos fazer (por exemplo, pôr fogo no gás hidrogênio, na presença do gás oxigênio, para obter água), bem como organizam operações sobre nossas outras representação (como as figurativas, quando desenhamos essas moléculas, por exemplo), pois como dissemos, para Piaget, o conhecimento tem que estar relacionado a ações possíveis de serem realizadas.

Vemos assim como, no Período Hipotético-Dedutivo ou das Operações Formais, temos a capacidade de construir e entender modelos e, portanto, de fazer ciência, como caracterizada no tema anterior desta disciplina.

Concluimos então este texto esperando ter conseguido dar uma ideia de como a Epistemologia Genética faz um estudo detalhado da constituição das estruturas necessárias ao conhecimento e se constitui como uma das grandes realizações contemporâneas em Teoria do Conhecimento e em Epistemologia, que permite explicar de forma detalhada como nós, seres humanos, somos capazes de construir teorias e modelos cada vez mais explicativos da Realidade e, consequentemente, entender cada vez melhor nossa Realidade.



# Bibliografia

## Tema 1

- ARISTÓTELES. **Obras**. Tradução Francisco de P. Samaranch. Madrid: Aguilar, 1967.
- ARISTÓTELES. *Órganon*. Tradução Edson Bini. Bauru: Edipro, 2005.
- BLANCHÉ, Robert; DUBUCS, Jacques. **História da lógica**. Lisboa: Edições 70, 2001.
- FREGE, Gottlob. **Lógica e filosofia da linguagem**. São Paulo: EdUSP, 2009.
- KANT, Immanuel. **Crítica da razão pura**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.
- LUCAS, John R. Minds, machines and Gödel. In: Sayre, Kenneth M.; Crosson, Frederick J. (Ed.). **The modeling of mind**. Notre Dame: Notre Dame Press, 1963. p. 269-270.
- PENROSE, Roger. **A mente nova do rei: computadores, mentes e as leis da física**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- PENROSE, Roger. **Shadows of the mind: a search for the missing science of consciousness**. Oxford: Oxford University, 1995.
- PENROSE, Roger. **O grande, o pequeno e a mente humana**. São Paulo: UNESP, 1998.
- TASSINARI, R. P. **Incompletude e auto-organização: sobre a determinação de verdades lógicas e matemáticas**. 2003. 238 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/RicardoTassinari/Tese%20Tassinari.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- TASSINARI, Ricardo P.; D'OTTAVIANO, Itala M. L. Cogito ergo sum non machinal! sobre o reconhecimento humano de verdades da aritmética e máquinas de Turing. **Cognitio**, São Paulo, v. 10, p. 221-230, 2009. Disponível em: <<http://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/RicardoTassinari/Cognitio2009.pdf>>. Acesso em: 17 jun 2011.
- TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, Oxford, n. 49, p. 433-460, 1950.



## Tema 2

- Chalmers, Alan. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- Magee, Bryan. **As ideias de Popper.** São Paulo: Cultrix, 1973.
- Popper, Karl Raimund. **A lógica da pesquisa científica.** São Paulo: Cultrix, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Autobiografia intelectual.** São Paulo: Cultrix, 1977.
- \_\_\_\_\_. **Conjecturas e refutações.** Brasília: UnB, 1980.
- \_\_\_\_\_. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1999.

## Tema 3

- DEBRUN, M. Por que, quando e como é possível falar em auto-organização e a ideia de auto-organização. In: DEBRUN, M.; GONZALES, M. E. Q.; PESSOA Jr, O. **Auto-organização: estudos interdisciplinares.** Campinas: UNICAMP, 1996.
- GRANGER, Gilles-Gaston. **La vérification.** Paris: Odile Jacob, 1992.
- \_\_\_\_\_. **A ciência e as ciências.** São Paulo: EdUnesp, 1994.
- LEWIN, K. **Princípios de psicologia topológica.** São Paulo: Cultrix, 1973. Disponível em: <<http://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/RicardoTassinari/LewinV.htm#espacovital>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- MATTOS, I. L.; et al. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 373-380, 2003. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2003/vol26n3/14.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- TASSINARI, R. P. **Incompletude e auto-organização:** sobre a determinação de verdades lógicas e matemáticas. 2003. 238 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/RicardoTassinari/Tese%20Tassinari.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Lógica, matemática e psicologia** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por [rodrigo.sdo@hotmail.com](mailto:rodrigo.sdo@hotmail.com) em 19 dez. 2009.



## Tema 4

- BETH, Evert W.; PIAGET, Jean. *Épistémologie mathématique et psychologie*. Paris: P.U.F., 1961. (étude d'épistémologie génétique, v. 14).
- LATANSIO, Vanessa Duron. **A significação na epistemologia genética**: contribuições para uma teoria do conhecimento. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista, Marília, 2010. Disponível em: <[http://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Filosofia/Dissertacoes/latansio\\_vd\\_me\\_mar.pdf](http://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Filosofia/Dissertacoes/latansio_vd_me_mar.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- PIAGET, Jean. **Introduction a l'épistémologie génétique**. Paris: P.U.F., 1950.
- \_\_\_\_\_. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1967.
- \_\_\_\_\_. **O estruturalismo**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1970.
- \_\_\_\_\_. **Biologia e conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 1973.
- \_\_\_\_\_. **Psicologia e epistemologia**: por uma teoria do conhecimento. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1973.
- \_\_\_\_\_. **A epistemologia genética; Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Coleção Os Pensadores).
- PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A psicologia da criança**. São Paulo: Difel, 1986.
- RAMOZZI-CHIAROTTINO, Zelia, Piaget. **Modelo e estrutura**. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1972.





GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

**Governador**

Geraldo Alckmin

SECRETARIA ESTADUAL DA EDUCAÇÃO DE  
SÃO PAULO (SEESP)

**Secretário**

Herman Jacobus Cornelis Voorwald



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**Vice-Reitor no Exercício da Reitoria**

Julio Cezar Durigan

**Chefe de Gabinete**

Carlos Antonio Gamero

**Pró-Reitora de Graduação**

Sheila Zambello de Pinho

**Pró-Reitora de Pós-Graduação**

Marilza Vieira Cunha Rudge

**Pró-Reitora de Pesquisa**

Maria José Soares Mendes Giannini

**Pró-Reitora de Extensão Universitária**

Maria Amélia Máximo de Araújo

**Pró-Reitor de Administração**

Ricardo Samih Georges Abi Rached

**Secretária Geral**

Maria Dalva Silva Pagotto

FUNDUNESP

**Diretor Presidente**

Luiz Antonio Vane

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
Secretaria de Estado da Educação  
Secretaria Estadual da Educação de São Paulo (SEESP)  
Praça da República, 53  
CEP 01045-903 – Centro – São Paulo – SP

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação  
Rua Quirino de Andrade, 215  
CEP 01049-010 – São Paulo – SP  
Tel.: (11) 5627-0561  
[www.unesp.br](http://www.unesp.br)

# REDEFOR

Rede São Paulo de Formação Docente

REDE SÃO PAULO DE FORMAÇÃO DOCENTE

**Pró-Reitora de Pós-graduação**

Marilza Vieira Cunha Rudge

**Coordenadora Acadêmica**

Elisa Tomoe Moriya Schlünzen

**Equipe Coordenadora**

Ana Maria Martins da Costa Santos

Cláudio José de França e Silva

Rogério Luiz Buccelli

**Coordenadores dos Cursos**

*Arte*

Rejane Galvão Coutinho (IA/Unesp)

*Filosofia*

Lúcio Lourenço Prado (FFC/Marília)

*Geografia*

Raul Borges Guimarães (FCT/Presidente Prudente)

*Sub-coordenador de Geografia*

Antônio Cezar Leal (FCT/Presidente Prudente)

*Inglês*

Mariangela Braga Norte (FFC/Marília)

*Química*

Olga Maria M. de Faria Oliveira (IQ Araraquara)

**Secretaria/Administração**

Vera Reis

**Equipe Técnica - Sistema de Controle Acadêmico**

Ari Araldo Xavier de Camargo

Valentim Aparecido Paris

Rosemar Rosa de Carvalho Brena



## NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UNESP

### **Coordenador Geral**

Klaus Schlünzen Junior

### **Secretaria/Administração**

Sueli Maiellaro Fernandes

Aline Gama Gomes

Jessica Papp

João Menezes Mussolini

Suellen Araújo

Sueli Maiellaro Fernandes

### **Tecnologia e Infraestrutura**

Pierre Archag Iskenderian

André Luís Rodrigues Ferreira

Ariel Tadami Siena Hirata

Guilherme de Andrade Lemeszenski

Marcos Roberto Greiner

Pedro Cássio Bissetti

Rodolfo Mac Kay Martinez Parente

### **Produção, veiculação e Gestão de material**

Cauê Guimarães

Dalner Mori Palomo

Elisandra André Maranhe

Erik Rafael Alves Ferreira

Fabiana Aparecida Rodrigues

Jéssica Miwa

Lia Tiemi Hiratomi

Lili Lungarezi de Oliveira

Luciano Nunes Malheiro

Márcia Debieux

Marcos Leonel de Souza

Pamela Bianca Gouveia Túlio

Rafael Canoletti Buciotti

Rodolfo Paganelli Jaquetto

Soraia Marino Salum