



Rede São Paulo de

Formação Docente

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

São Paulo
2011



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



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado da Educação
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas
Gabinete da Coordenadora
Praça da República, 53
CEP 01045-903 – Centro – São Paulo – SP



**SECRETARIA
DA EDUCAÇÃO**



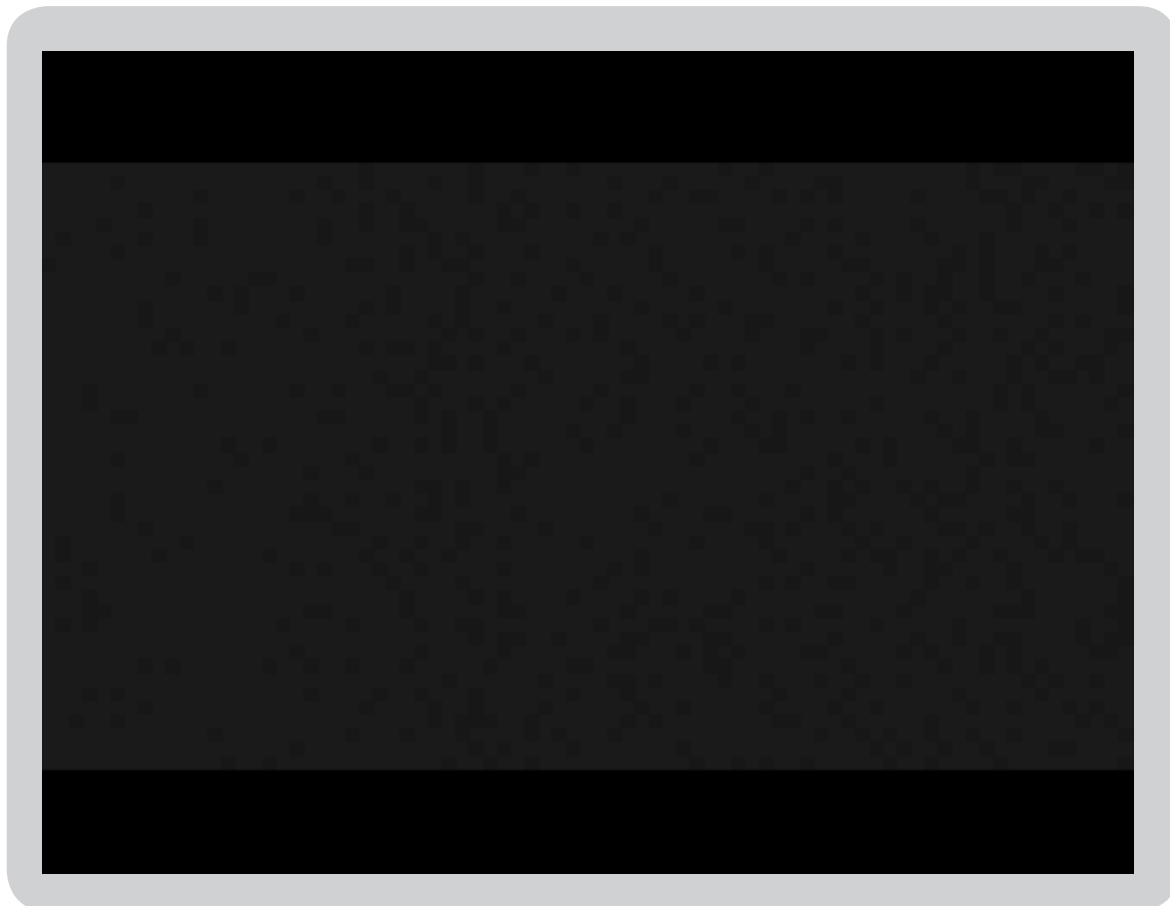
The background of the entire slide is a grid of black lines on a white background, characteristic of Piet Mondrian's De Stijl movement. There are several colored rectangles: a yellow one in the top-left, a red one in the lower-right, and a blue one in the lower-left.

A Ciência Contemporânea e a noção de modelo

Sumário

Vídeo da Semana	3
A Ciência Contemporânea e a noção de modelo.....	3
3.1 – Como é a Realidade?	4
3.2 – A caracterização da Ciência empírica segundo Granger: os modelos	6
3.3 – A verificação do conhecimento científico	10
3.4 – Consequências da definição de Ciência e a impossibilidade de um único modelo da Realidade.....	12
Referências.....	16
Notas	18

Vídeo da Semana



A Ciência Contemporânea e a noção de modelo

Sabemos da importância que a Ciência Contemporânea adquiriu em nossa vida atual e que, por isso, vários pensadores se debruçaram sobre a tarefa de exibir 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 exhibir 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*.

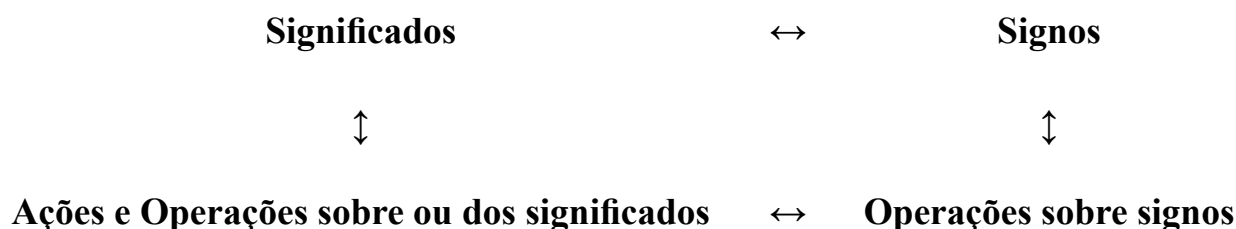


Diagrama 1: o Diagrama R para signos.

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

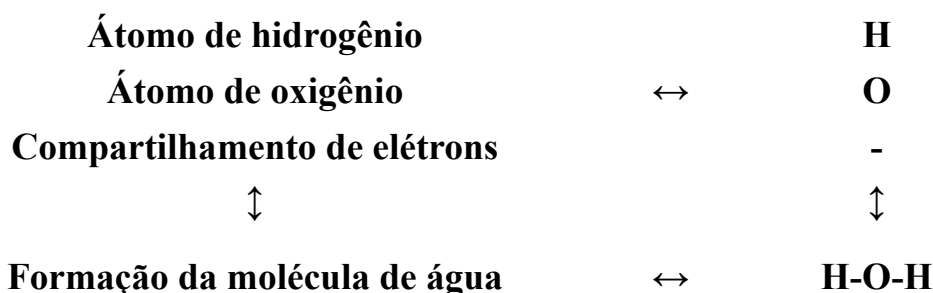


Diagrama 2: o Diagrama R para signos no caso da formação de molécula de água.

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 consequentemente 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.

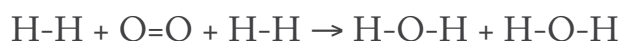
Os signos, nele usados, designam, respectivamente:

“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 essas características (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)

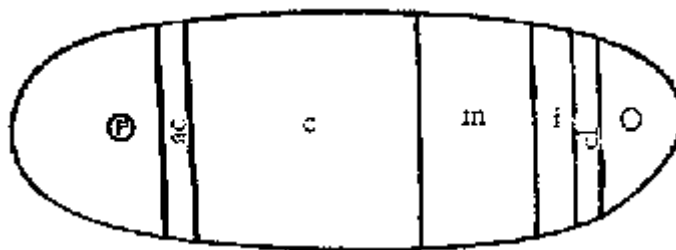


Figura 1: Situação de um rapaz que quer ser médico. P, pessoa; O, objetivo, ac, exame de admissão; c, colégio; m, escola médica; i, internato, cl, prática clínica.

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.

9

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, vimos 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 abstrata¹ 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”.

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.

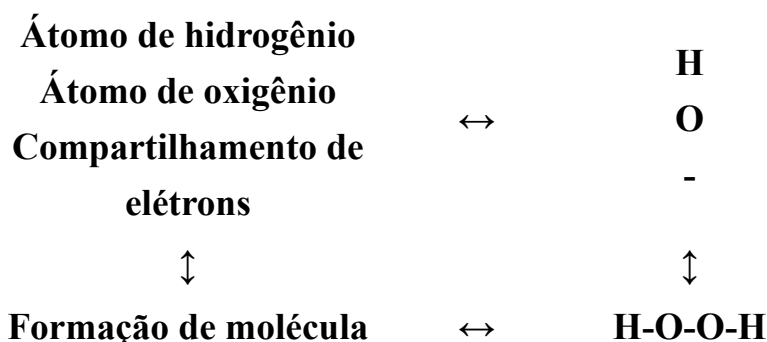


Diagrama 3: o Diagrama R para um modelo de uma possível molécula.

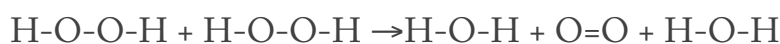
No caso, a verificação da possibilidade de existência experimental da molécula H-O-O-H, significa a investigação da possibilidade de existência experimental de substâncias com moléculas desse tipo tal que essas substâncias tenham “propriedades empíricas diretamente observáveis” decorrentes das propriedades 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” ([MATTOES; et al., 2003](#)) dá uma ideia de como está verificada a existência dessa moléculas atualmente pela Química contemporânea².



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, 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, convencionar 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.

13

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 lógica 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 (TASSI-

NARI, 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.

Referências

- 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/BibliotecaOnline/Tese%20Tassinari.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

- _____. **Lógica, matemática e psicologia** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por rodrigo.sdo@hotmail.com em 19 dez. 2009.

Notas

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, $x + y = z$.

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

Ficha da Disciplina:

Lógica e Filosofia da Ciência



Ricardo Pereira Tassinari



Jézio Hernani Bomfim Gutierre



Apresentação dos professores-autores:

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 de 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.

Estrutura da Disciplina

Lógica e Filosofia da Ciência	Tema 1 – 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
	Tema 2 – 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
	Tema 3 – 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
	Tema 4 – 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

Pró-Reitora de Pós-graduação

Marilza Vieira Cunha Rudge

Equipe Coordenadora

Elisa Tomoe Moriya Schlünzen

Coordenadora Pedagógica

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)

Antônio Cezar Leal (FCT/Presidente Prudente) - *sub-coordenador*

Inglês: Mariangela Braga Norte (FFC/Marília)

Química: Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira (IQ Araraquara)

Equipe Técnica - Sistema de Controle Acadêmico

Ari Araldo Xavier de Camargo

Valentim Aparecido Paris

Rosemar Rosa de Carvalho Brena

Secretaria/Administração

Márcio Antônio Teixeira de Carvalho

NEaD – Núcleo de Educação a Distância

(equipe Redefor)

Klaus Schlünzen Junior

Coordenador Geral

Tecnologia e Infraestrutura

Pierre Archag Iskenderian

Coordenador de Grupo

André Luís Rodrigues Ferreira

Guilherme de Andrade Lemeszenski

Marcos Roberto Greiner

Pedro Cássio Bissetti

Rodolfo Mac Kay Martinez Parente

Produção, veiculação e Gestão de material

Elisandra André Maranhe

João Castro Barbosa de Souza

Lia Tiemi Hiratomi

Liliam Lungarezi de Oliveira

Marcos Leonel de Souza

Pamela Gouveia

Rafael Canoletti

Valter Rodrigues da Silva