

Uma teoria matemática também
público de uma maneira
modelo em que se organiza
fos. Há o que não é um
porém essa é uma
rica. Como que a teoria
quando em particular
e as relações de causa
e a natureza da

comportamento dos
mas é um exemplo
de um mundo
que é a natureza
quanto a natureza
mundo, a natureza
de um mundo

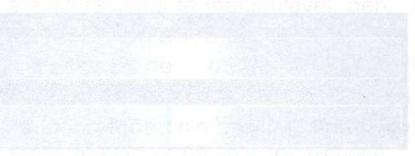


Figura 1. "Naturezas" do Brasil



A imagem da Natureza na matemática de sempre

Paulo Almeida

Muitos foram os livros e textos vários dedicados à ideia de Natureza; a título de exemplo podem ver-se algumas referências no final. De grande interesse é ainda um pequeno livro intitulado *A imagem da Natureza na física moderna*, escrito por Werner Heisenberg, um dos fundadores da mecânica quântica e "prêmio Nobel" da Física em 1932; ao deliberadamente glosar este título pretendemos, de entrada, sugerir o carácter estável do mundo das ideias matemáticas, contrastando com o carácter mais mutável do mundo das ideias físicas.

Os comentários que seguem não se pretendem porém eruditos resultando antes da própria vivência da experiência.

Mas afinal o que é afinal a Natureza? Teremos todos a mesma ideia do que seja a Natureza?

O campo natural

Ao falarmos de paisagem natural apontamos para uma ideia de *totalidade* que associamos à Natureza e ao evocarmos o mundo natural imediatamente intuimos que ele se organiza e gera segundo certas regras, princípios ou *leis*, também indissociáveis da ideia que temos de Natureza e que dela nos dão a imagem de um imenso organismo vivo. Empregavam portanto um termo cheio de sentido os cronistas de viagem, quando referiam a forma generosa como índios e índias do Brasil expunham as suas "natu-

rozas", geradoras de vida e reduto essencial da criação.

Todos temos a ideia de que ao falar do que é alcançável pelos nossos sentidos estamos a falar da Natureza e certamente que continuaremos a incluir na Natureza o que possa ser alcançado com as extensões dos nossos sentidos a que a técnica nos habituou, como seja um microscópio, um telescópio ou um espectroscópio. Limitar porém a Natureza a uma tal colecção de coisas heteróclitas mais parece confundi-la com uma imensa arca de Noé, onde entre as galinhas e os elefantes também aconchegássemos espectros e galáxias.

Uma tal arca de Noé, uma espécie de jardim zoológico de tudo quanto existe seria porém apenas uma forma primitiva de conceber a Natureza. Numa tal concepção, em que a Natureza fosse por assim dizer, tudo quanto existe, só nela não se incluiria uma hidra de sete cabeças por ser ela apenas figurável através da nossa imaginação.

De modo algum, porém, devemos ater-nos a figuras que só visualmente sejam percebidas; acaso não é um texto uma figura que se lê e através da qual reconstituímos todo o mundo?

O mundo das ideias matemáticas, com as suas leis e a sua vida própria imita maravilhosamente o mundo natural: tal é a imagem forte da Natureza na Matemática de sempre.

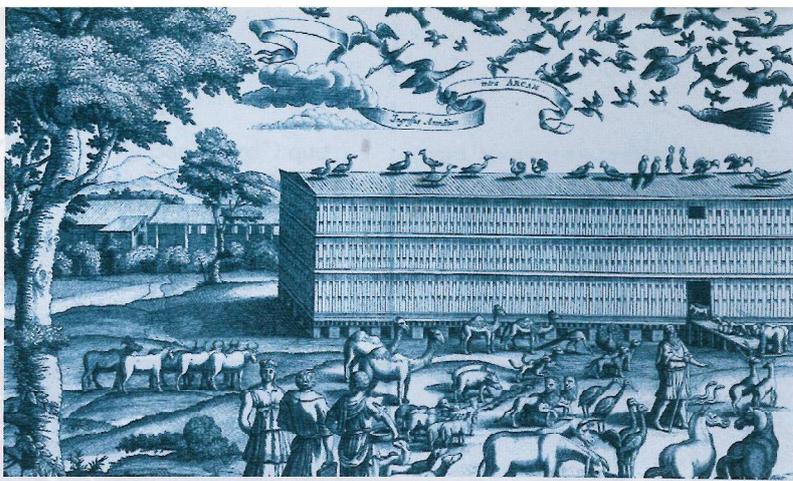


Figura 2. Arca de Noé segundo Athanasius Kircher

Porém nem todo o desenho, nem todo o texto, é figura, representando algo distinto de si mesmo: são bem conhecidas as “figuras impossíveis” de Mauritus Escher, que só se representam a si próprias, ou os “textos absurdos” de Eugène Ionesco; ou a hidra de sete cabeças.

Mas se não cabe na Natureza tudo o que se imagina ou prefigura, quais são afinal os limites do campo natural?

A lei natural

A ciência moderna, nascida por assim dizer com Galileu, e ainda não superada na sua essência, ensinou-nos a ver além das aparências: o movimento diurno do Sol afinal é uma ilusão e o movimento invisível de rotação da Terra é que afinal é real; o movimento diurno do Sol, tal como a imagem do espectro do ferro permitem-nos aceder *indirectamente* ao mundo real perscrutando *indirectamente* as suas leis. O próprio da ciência moderna é “não ver tudo o que se vê e ver além daquilo que se vê”. O acesso indirecto ao mundo real — de que o mundo revelado pelos sentidos é apenas o reflexo através de um espelho de feira que distorce — faz-se em geral recorrendo a outras extensões dos nossos sentidos, distintas de microscópios e outra aparelhagem; recorre-se naturalmente ao raciocínio abstracto próprio da matemática. Desde Galileu que a ciência moderna matematiza o real, substituindo-o mesmo na sua inquirição, por um mundo ideal de natureza matemática; ou seja que as leis matemáticas passam por assim dizer a ser as “naturezas” geradoras do imenso

organismo vivo que é a Natureza. Não se matematiza porém a partir do que se imagina, mas a partir daquilo a que os nossos sentidos e todas as suas extensões nos permitem aceder. Só por isso não se debruçam os cientistas modernos no estudo da hidra de sete cabeças. A hidra é convencional, como convencional é todo o mito.

Os modelos mais primários para “explicar” o mundo são precisamente os mitos, e os mitos suportam-se em representações simbólicas cuja manipulação conduz a ritos de que a forma mais primitiva é a magia. A ideia de magia, amplamente aceite 4000 anos antes de Cristo¹, está associada à importante ideia de dominar a Natureza, procurando ir portanto além da sua mera descrição.

Exemplificando: manipulando um simples cabelo de alguém — seja quem-mando-o ou perfumando-o — pensava-se lograr um efeito, agir, sobre esse alguém; alguém de quem o cabelo seria um símbolo, ou seja, afinal, um modelo simplificado, preservando o símbolo uma relação orgânica com o simbolizado. Subjacente à magia primitiva está a ideia não só de que o mundo é compreensível mas de que é possível agir nele em nosso proveito, tanto mais quanto mais se conheçam alguns dos seus mecanismos. Foi assim sob a forma de magia que nasceram as primeiras teorias, atestando o elemento linguístico “teo” a crença numa racionalidade superior. “O mistério eterno do mundo é a sua compreensibilidade”, disse Einstein em 1936 e já o poderiam ter dito os primeiros inventores de verdadeiras teorias: os Gregos.

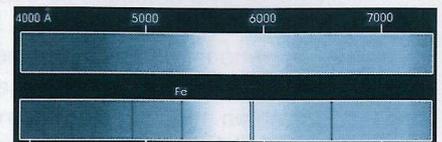


Figura 3. Ferro segundo espectroscópio.

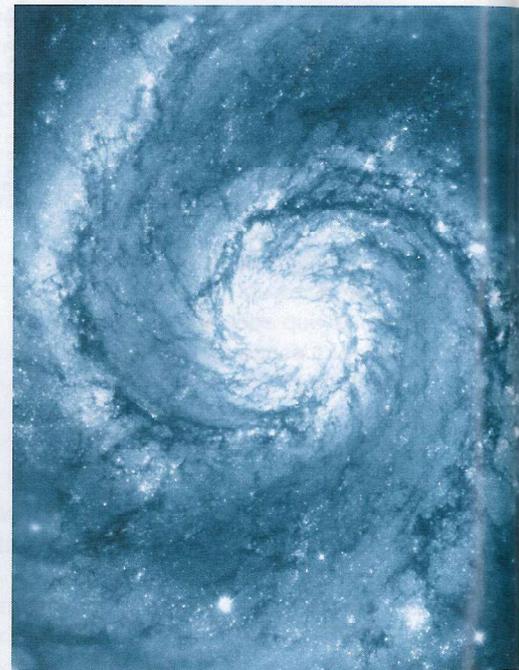


Figura 4. Galáxia segundo telescópio.

Uma teoria é afinal um modelo simplificado de uma parcela do mundo, modelo em que se manipulam símbolos, tal como num ritual, preservando porém esse ritual uma relação orgânica com o que a teoria modela, espezinhando em particular, as regularidades e as relações de causalidade manifestas no mundo real.

É importante assinalar que, ao simbolizar e ao teorizar reduz-se numa primeira fase a complexidade do mundo real, simplificando-o numa versão imaginária e substitui-se então esse mundo por um mundo simbólico; este é mais facilmente manipulável, permitindo, além disso, atingir sentidos inacessíveis de outra forma, sendo depois possível testar no mundo real as articulações simbólicas, interpretadas estas em termos de articulações reais. O simbólico situa-se pois entre o imaginário e o real e a sublimação da magia em teoria, constitui um momento notável e surpreendente na evolução humana, interligando esses três termos: imaginário, simbólico, real. Num postal endereçado a um amigo que se admirava de não ter a ciência tradicional chinesa ido além de uma versão descritiva e empírica do mundo, dizia Einstein:

"o desenvolvimento da ciência ocidental apoiou-se em dois grandes resultados: a invenção do sistema lógico formal (na geometria euclidiana) pelos filósofos gregos e a descoberta da possibilidade de achar relações causais mediante experiências sistemáticas (no Renascimento). Na minha opinião não há que admirar-se pelo facto de os sábios chineses não terem dado estes passos. O surpreendente é que alguém tenha levado a cabo estas descobertas."

Tais são os pilares da ciência ocidental: a matematização e a experimentação, aspectos complementares de todas as grandes teorias.

$$F = ma$$

Figura 5. A Lei de Newton



Figura 6. Hidra de sete cabeças

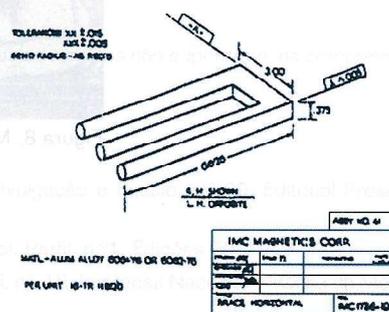


Figura 7. Projecto industrial de uma peça impossível

A matematização do real, de que é paradigma a lei de Newton — relacionando a força F que age num corpo de massa m , com a aceleração a que lhe imprime — permite uma manipulação mais cómoda do real, permitindo mesmo fazer previsões determinísticas, pois sendo uma lei matemática, reflecte uma lei natural.

O jogo natural

O mundo simbólico da matemática, não sendo uma mera imagem especular, evoca o ausente, sem o reproduzir integralmente, não apenas o ausente simbolizado, mas também o ausente imaginado e possível. Configura-se assim um espaço de liberdade apenas sujeito às regras internas de certas estruturas; quanta margem de manobra, quanta liberdade ao evocar! Não por acaso dizia o matemático Georg Cantor que a "essência da matemática é a liberdade"; ou não fosse ela o paradigma de todos os mundos simbólicos, onde os símbolos têm um poder eminentemente evocador devido ao grande grau de abstracção dos conceitos que simbolizam, tornando-os muito abrangentes na medida em que são simples. Todos os conceitos matemáticos são feitos a partir de conceitos simples e abrangentes, como abrangente e simples deverá ser uma parábola eficaz.

Os símbolos, por outro lado só valem quando no jogo de uns com os outros; a relação dinâmica entre os símbolos é mais importante que os próprios símbolos, libertando-os do que possam ter de mais convencional. Os símbolos em movimento têm de adquirir novas qualidades; as palavras — que são símbolos de conceitos e de sentimentos — só através do discurso fazem brilhar os seus múltiplos sentidos, fazendo circular as ideias; o ouro — que é um símbolo venal, isto é representa valores que se podem vender — só através do mercado ganha sentido, fazendo circular os valores económicos: como dizia Marx, "o ouro [...] apenas representa o encadeamento das metamorfoses das mercadorias".

Tal como a vida resulta de um fluxo permanente e intenso de energia e matéria — atravessando os seres vivos, neles entrando ou saindo — assim sucede com o "espírito matemático". Pensando bem trata-se do que em termodinâmica se chama uma estrutura dissipativa; exactamente como o é o sistema de películas que se forma numa garrafa de cerveja ao esvaziá-la energicamente; insista-se na necessidade desta energia, pois vertendo o líquido muito suavemente nada se formará no interior da garrafa, que ficará apenas vazia e sem vida no interior.

E o mesmo se passa com outros domínios: sem um forte fluxo de informação

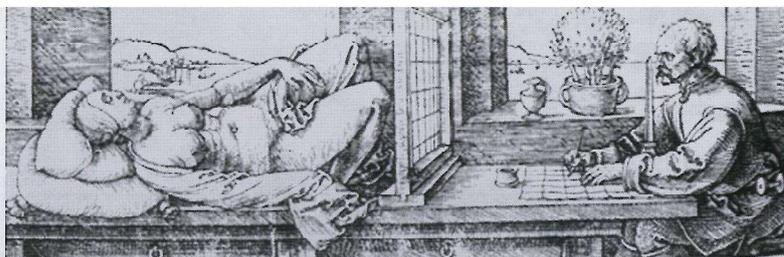


Figura 8. Matematizando o mundo real: perspectiva (A. Dürer)

(veiculada por palavras) não há pensamento vivo, sem um forte fluxo de valores económicos (veiculados pelo ouro) não há vida económica, sem um fluxo dialéctico permanente entre os símbolos matemáticos e o que eles representam não há actividade matemática possível.

Vimos que a vida dos símbolos tem que estar ligada à liberdade e à dinâmica. Mas donde vem a força do jogo dos símbolos matemáticos? Precisamente do elemento criador que deles emana, garantida essa liberdade e essa dinâmica. São estes os elementos que lhes dão vida e que lhes conferem a possibilidade de ir além do que se vê, mesmo se eliminando muito do que se vê. Dizia o matemático Bertrand Russell, prémio Nobel da Paz e da Literatura, que "a matemática pode ser definida como o assunto em que nunca sabemos o que falamos, nem se o que dizemos é verdade"; nem podia deixar de ser assim, visto que ela é por excelência um exercício num mundo inteiramente simbólico. Mas então como podem ser justíssimas estas palavras de Eugene Wigner, um outro prémio Nobel, desta feita da Física?: "a linguagem da matemática revela-se efectiva para além do razoável nas ciências da natureza"; como é possível a incrível harmonia entre as ideias simbólicas da matemática e o mundo real, conferindo-lhe uma eficiência no concreto além do razoável? Todos os matemáticos conhecem a resposta: o real é apenas uma parcela do possível mas não todo o possível; ora sendo criativo, o exercício simbólico conduz a novos possíveis no mundo simbólico, para além do real e do ideal, e a relação orgânica com o real que esse exercício pressupõe conduz a novos possíveis não já no mundo simbólico mas no mundo real. É por isso que nunca se pode prever para que serve uma teoria. Em 1791, o primeiro ministro inglês visitou o laboratório do físico Faraday, e ao ver todos aqueles fios, pilhas, bobines, condensadores, que nada lhe diziam, perguntou: e para que serve tudo isto? ao que Faraday respondeu: "para que serve um bebé quando nasce?". Como poderia o grande físico imaginar que o fenómeno da indução magnética, que estava tratando de compreender, viria a tornar possível no mundo real, o motor eléctrico, o gerador de electricidade, a transmissão por rádio, a televisão, o computador? Faraday estava apenas a mostrar que havia uma parcela de possível que, chegado o dia, poderia ser hipostasiada num concreto útil. A Natureza é afinal o porto de partida e o porto de chegada da actividade matemática.

Que dá crédito a um conceito científico? Que dá crédito ao ouro? Que dá crédito à palavra? Que dá crédito ao símbolo? Um conceito científico, o ouro, a palavra, o símbolo, só pode ser algo de real se for algo de possível; o dinheiro só será um bem real se for um bem possível. Naturalmente que ser simbolicamente possível não significa ser imediatamente possível na realidade. Os números complexos, inventados no séc. XVI num exercício livre no quadro do simbolismo matemático, só vêm encontrar uma aplicação no mundo real quando a eles se recorreu nas transmissões de electricidade; a primeira aplicação da relatividade geral, proposta por Einstein no princípio do século XX, foi o chamado sistema GPS (Geographical Positioning System) concebido há poucos anos para as comunicações por satélite usadas nos telemóveis; a força dos símbolos vivos pode ser tal que, por exemplo, hoje em dia, os militares sabem ser mais temível e incontrolável a força da vida dos símbolos 0 e 1, utilizados nos códigos, do que a potência dos mísseis de uma esquadra naval.

A força do exercício matemático — que pode ser imensa — não há que procurá-la portanto, em geral, numa adequação prematura ao real; há que

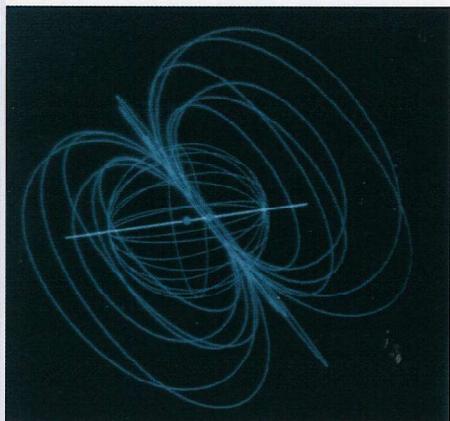


Figura 9. Um campo magnético

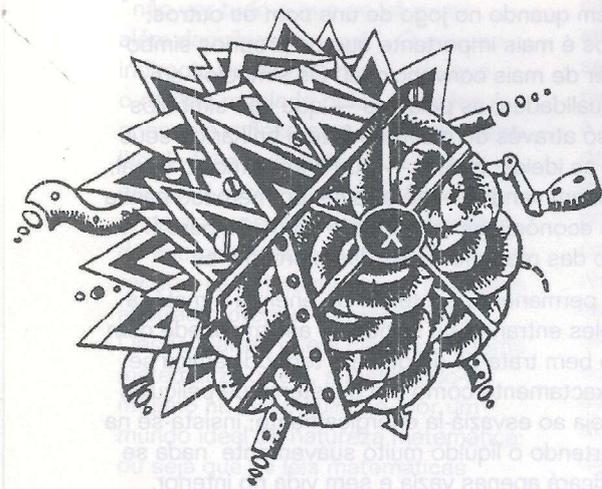


Figura 10. O que é natural? (J. Estrela)

procurá-la sim na coerência interna, de ordem lógica racional ou de ordem intuitiva, em ambos os casos havendo fatalmente uma coerência vital; o discurso simbólico livre e dinâmico só será credível se adquirir uma vida própria, mas vida, mesmo se apenas simbólica. Em todo o caso, o exercício simbólico só conduzirá ao possível real, se for possível, *tout court*, se for uma abstracção hipostasiável, e só o será se tiver vida.

A confiança na adequação do jogo matemático ao mundo real fez dizer ao físico Dirac — outro “prémio Nobel” pioneiro da mecânica quântica — estas palavras fortes em que o itálico é do próprio Dirac”:

O mais poderoso método para progredir sugerido pelo presente consiste em empregar todos os recursos da matemática para tentando aperfeiçoar e generalizar o formalismo matemático que forma a base existente da física depois de cada êxito nessa direcção, tentar interpretar as características matemáticas em termos das entidades físicas²

O exercício matemático assemelha-se a um jogo de coerência vital, cujas regras próprias se vão afinal conhecendo pouco a pouco à medida que se vai jogando. Seria incorrecto ver porém no exercício matemático um jogo de regras conhecidas a priori, o que não significa que a pouco e pouco as regras do jogo não possam vir a ser progressivamente codificadas. O mundo das ideias matemáticas, com as suas leis e a sua vida própria imita maravilhosamente o mundo natural: tal é a imagem forte da Natureza na Matemática de sempre.



A música não é mais que uma aritmética inconsciente
Gottfried Leibniz

Notas

1 A astrologia é um ramo da magia e como é bem sabido muitos não superaram, na compreensão do mundo, o nível de há 4000 anos.

2 Proc. Roy. Soc. (London) 133 (1931), pp. 60-72.

Referências

Collingwood, R. G., *A ideia da Natureza*, Col. Divulgação e Ensaio, n.º 20, Editorial Presença (s.d.).

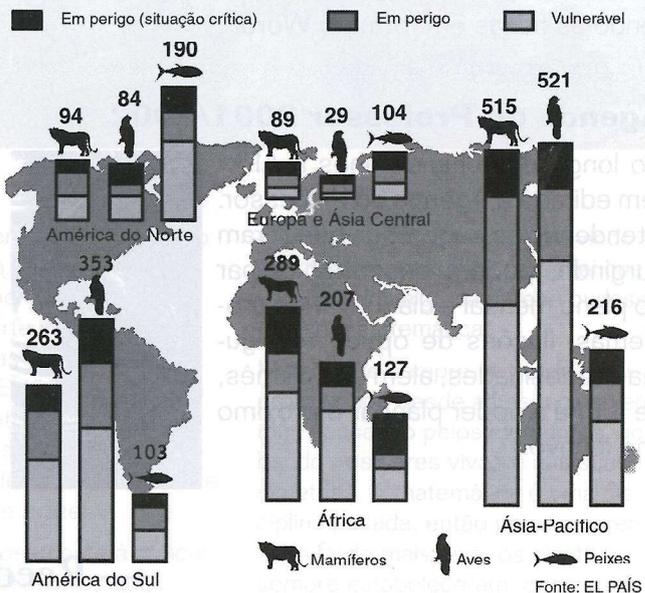
Lenoble, Robert; *História da Ideia de Natureza*, Col. Perfil, n.º1, Edições 70, 1969.

Michelli, Gianni; *Natureza*, em Enciclopédia Einaudi, n.º. 18, Imprensa Nacional — Casa da Moeda, 1997.

Heisenberg, Werner; *A Imagem da Natureza na Física Moderna*, LBL Enciclopédia, n.º. 20, Livros do Brasil (s.d.).

Paulo Almeida
Instituto Superior Técnico

Espécies animais ameaçadas



in *Público*, 3 Janeiro 2000