

Claus Peter Ortlieb

Ilusão Matemática

Com o texto "Ilusão matemática", Claus Peter Ortlieb volta ao fundamental de uma crítica das ciências matemáticas da natureza. Sabe-se que, particularmente as ciências naturais, reivindicam para si uma objectividade que pretende nada ter a ver com os sujeitos investigadores, nem com o seu interesse social específico no conhecimento, nada ter a ver com a forma social; assume-se, por assim dizer, a "visão de lugar nenhum" (Elisabeth Pernkopf). Ortlieb opõe-se à ideia, amplamente generalizada nas ciências exactas, de que a realidade é, na sua essência, de natureza matemática, de que a matemática e as leis formuladas na sua linguagem seriam, portanto, uma qualidade natural, independente das pessoas e do seu olhar sobre o mundo. A análise exacta do procedimento matemático-científico real prova que esta ideia está errada. Trata-se de um fetichismo, que projecta a sua própria forma de conhecimento historicamente específica e os seus instrumentos no objecto do conhecimento, fazendo daqueles propriedade deste. A conexão com o fetichismo da mercadoria é óbvia, e também pode ser mostrado que o conhecimento matemático da natureza tem como seu pressuposto a dissociação do feminino. (Apresentação do texto na exit! N° 15, Abril de 2018))

O presente texto é a versão escrita e alargada de uma palestra na conferência "Matemática Geral: Matemática e Sociedade. Perspectivas filosóficas, históricas e didácticas", em Schloss Rauischholzhausen, de 18 a 20 de Junho de 2015. O convite para a palestra foi feito com base em textos mais antigos de crítica do conhecimento, que assim reaparecem como cenário do presente texto – em parte analogicamente, em parte literalmente.

Quando olho para o mundo com óculos cor-de-rosa, ele parece-me cor-de-rosa. E, assim, quem olhar para o mundo com óculos matemáticos, verá estruturas matemáticas em toda a parte.¹ Ora a cor rosa não é obviamente uma propriedade do mundo, mas sim dos óculos. Poder-se-ia acrescentar que o mundo deve ter componentes cor-de-rosa, para que se possa ver cor-de-rosa em tudo através de óculos. Mas ninguém diria que o mundo consiste apenas nestes componentes, só porque todos os outros estão escondidos pelos óculos. A razão iluminista, contudo, conseguiu confundir a realidade com os óculos através dos quais a observa, ou seja, confundir o acesso ao mundo específico da ciência moderna com uma propriedade da própria realidade, assim declarada essencialmente matemática.

Como representante típico e proeminente dessa visão, cita-se aqui Max Tegmark, físico do MIT, que diz o seguinte numa entrevista à *Spiegel*, por ocasião da tradução alemã do seu livro *Our Mathematical Universe* (Tegmark 2015):

Spiegel: Professor, se uma fada boa promettesse responder a qualquer pergunta sobre a natureza do nosso mundo, o que lhe perguntaria?

Tegmark: Deixe-me pensar. Provavelmente perguntaria que conjunto de fórmulas fornece uma descrição exacta do nosso mundo.

Spiegel: E você está convencido de que tais fórmulas do mundo existem?

Tegmark: Acho que sim. Mas, se a fada abanasse a cabeça e dissesse "Desculpe, não há fórmulas assim", também seria muito emocionante saber.

Spiegel de 4.4.2015, 113

Neste ensaio, para ficar na foto, quero assumir a posição da fada má e explicar por que a pergunta de Tegmark é absurda, para não dizer louca. Em seu livro, Tegmark argumenta que a "essência da realidade" é matemática, e que o universo é matemática pura, uma estrutura matemática na qual nós humanos vivemos, mas cuja realidade física é completamente independente de nós (cf. Tegmark 2015, 370). Ainda assim, abona a seu favor que ele admita a possibilidade de a questão da fórmula do mundo não poder ser respondida. Há dogmáticos ainda mais rígidos, pessoas que se consideram particularmente esclarecidas, que desqualificam as ideias religiosas como "ilusão de Deus" (Dawkins 2007) e, por sua vez, aderem à crença de que a realidade segue as leis matemáticas. Mas, quando se sabe que as formas religiosas têm a sua origem na cabeça humana – concordo com este ponto de vista –, isso deveria levar-nos a pensar que o mesmo se aplica à matemática. Localizá-la tão facilmente no mundo, como sua propriedade independente de nós, poderia ser descrito analogamente como "ilusão matemática".

Ao contrário da matemática, as ciências naturais matemáticas – e, portanto, "exactas" – e o acesso ao mundo a elas associado são uma invenção dos tempos modernos. Considerando as causas e consequências da matematização da sociedade moderna, com a qual não havia nada de comparável em tempos pré-modernos, é preciso ter em conta este ponto charneira entre a matemática e a sociedade. Para além da sua área temática original, o método das ciências naturais matemáticas ganhou agora um lugar de destaque, como método de "modelação matemática", em quase todos os outros ramos da ciência e em muitos sectores não científicos. Obviamente, o sucesso deste método na física, na química e, mais recentemente, na biologia, bem como nas disciplinas técnicas associadas a estas ciências naturais, conduz à sua adaptação não reflectida, mesmo em áreas em que a utilização de métodos matemáticos deveria, pelo menos, suscitar dúvidas, porque não cumprem certos pré-requisitos das ciências "exactas".

As observações preliminares de um típico manual de economia, por exemplo, afirmam isto:

A economia combina os pontos fortes da ciência política e das ciências naturais. Ao aplicar métodos das ciências naturais às questões políticas, a economia procura avançar nos desafios fundamentais que se colocam a todas as sociedades.

Mankiw e Taylor (2012, VIII)

Aqui pressupõe-se, sem mais delongas, que os métodos das ciências naturais podem ser aplicados às questões políticas, mesmo que não se possa realmente afirmar que tais tentativas são coroadas de êxito (cf. Ortlieb 2004), sendo que diferem dos seus modelos "exactos". Mas, mesmo quando a ideia de transformar o uso de métodos matemáticos numa prova de "cientificidade" não é particularmente bem sucedida, ela contribui para aumentar ainda mais a importância da matemática na sociedade moderna, de certo modo para além do que é necessário.

A tese aqui apresentada é que a matemática deve a sua importância na nossa sociedade, por um lado, ao inegável sucesso das ciências naturais matemáticas, mas, por outro lado, também a uma falsa compreensão desse sucesso, como expresso, por exemplo, na questão da fórmula universal, na crença de que a realidade segue leis matemáticas. Em primeiro lugar, gostaria de deixar claro por que esta fé é infundada, depois, ousar tentar explicar de onde vem e, finalmente, dar pistas sobre as consequências nefastas que ela tem.

A matemática como magia positivista

A cegueira do pensamento das ciências naturais matemáticas em relação à própria forma é quase sempre óbvia, quando os cientistas naturais começam a pensar publicamente sobre a relação da sua ciência e dos seus instrumentos matemáticos com o mundo real:

A verdadeira ciência, por outro lado, continua a ser verdadeira magia. É fascinante ver quantos fenómenos físicos aderem a teorias e fórmulas com uma precisão assombrosa, o que nada tem a ver com os nossos desejos ou impulsos criativos, mas com a pura realidade. Fica-se completamente sem palavras quando se descobre que fenómenos que começaram por ser apenas teoricamente justificados e calculados com fórmulas posteriormente se revelam realidade. Porque é que a realidade deveria ser assim? É pura magia!

Dewdney (1998, 30)

Por que a matemática, que brota de nossas próprias cabeças, se encaixa tão bem na natureza, que não tem nada a ver com ela? Para aqueles que praticam ciência positiva, como aqui o matemático Dewdney², essa pergunta geralmente provoca espanto, seja sobre a matemática, que consegue tais proezas, ou sobre a natureza, que é tão racionalmente organizada. A única saída para esta aporia parece ser refugiar-se em ideias mágicas. Quando os teóricos da ciência profissional não ultrapassam este nível, tornam-se objecto de troça, e com razão:

Carnap, um dos positivistas mais radicais, considerou ser um golpe de sorte que as leis da lógica e da matemática pura se apliquem à realidade. Um pensamento que tem todo o seu *pathos* no seu iluminismo cita num lugar central um conceito irracional – mítico – como o de um golpe de sorte, apenas para evitar o reconhecimento, que abala obviamente a posição positivista, de que a suposta circunstância da sorte não existe, mas é produto do ideal de objectividade ... dominadora da natureza. A racionalidade da realidade registada por Carnap com um suspiro de alívio nada mais é do que o *feedback* da razão subjectiva.

Adorno (1969, 30)

A crítica de Adorno abrange todas as ideias do positivismo de que as leis matemáticas são uma propriedade da realidade externa e a ciência consiste simplesmente em compreender os factos e essas leis das próprias coisas, de acordo com o programa positivista de Comte 1844/1994, 17.

Contra isso, Adorno insiste na afirmação – que irei seguir aqui e que explicarei com mais pormenor – de que a matemática e as suas leis não são uma propriedade de natureza externa, mas uma componente dos nossos instrumentos de conhecimento.

Um exemplo: As leis da queda dos corpos de Galileu

As leis da queda livre de corpos pesados estão no início da física moderna. Elas dizem:

L1 Todos os corpos caem a igual velocidade.

L2 Numa queda da posição de repouso, os caminhos percorridos são proporcionais aos quadrados dos tempos.

Com estas leis Galileu Galilei (1564-1642) entrou em contradição com a ciência aristotélica prevalecente no seu tempo, cujo ensinamento dizia:

Ar Cada corpo tem tendência a tomar o seu devido lugar. Corpos leves movem-se para cima, corpos pesados caem para baixo. Quanto mais pesado o corpo, mais rápido ele cai.

Na verdade, este é um dos raros casos em que a física moderna pode ser confrontada directamente com as ideias medievais, já que geralmente trata de questões que as pessoas em outras sociedades ou em sociedades anteriores não se perguntavam de todo. Por conseguinte, é tanto mais interessante a forma como prevaleceram as leis da queda dos corpos de Galileu.

Uma parte integrante da imagem que a modernidade em geral, e a ciência ocidental em particular, tem de si mesma é a noção de que ela está orientada para os factos, enquanto as culturas passadas seguiram antes os seus mitos e outras fantasias e, por conseguinte, desapareceram logicamente e com toda a razão. O confronto de Galileu com a autoridade da ciência aristotélica e da Igreja Católica ainda hoje serve como paradigma para isso, embora a mecânica que remonta a Galileu e a Newton há muito tenha tido de renunciar à sua reivindicação de validade geral. A peça de Bertolt Brecht *A Vida de Galileu*, escrita por volta de 1945, ainda vive do *pathos* iluminista dessa luta entre o "olho frio da ciência", que revela os factos, e a "bruma milenar de superstições e afirmações antigas", através da qual somente pode ser mantida a dominação dos "egoístas detentores do poder". A inevitável crítica de Brecht, tendo como pano de fundo o lançamento da primeira bomba atómica, é assim também apresentada exclusivamente a nível moral, nomeadamente que Galileu se deixou intimidar e transmitiu o seu conhecimento aos governantes "para o usarem, não o usarem, ou abusarem, inteiramente ao serviço dos seus propósitos". Qualquer bom cientista pode argumentar, com razão, que os ensinamentos de Galileu, apesar da sua revogação, se tornaram finalmente do conhecimento geral, que a verdade não pôde ser detida, mesmo que isso pareça pouco ter beneficiado a humanidade.

A mecânica associada aos nomes de Galileu e Newton, e hoje chamada "clássica", desempenhou o papel de ciência líder, desde o início dos tempos modernos até ao século XIX. De certo ponto de vista, ainda o é hoje, mesmo que os seus resultados tenham perdido a sua pretensão universal, devido à física "moderna" do século XX. O método das ciências naturais matemáticas, nela desenvolvido e aplicado com retumbante sucesso, ganhou ainda mais importância no século passado, assumindo uma função de modelo para a ciência ocidental em todas as faculdades, pelo menos nas correntes principais, de modo que mesmo os críticos da sua transferência, por exemplo, para as ciências sociais, ainda têm de lidar com ele. Embora seja correcto o argumento deles de que um método tem de se adaptar ao seu objecto, e que "sociedade" não é o mesmo que "natureza", tais discussões muitas vezes sofrem muito com o facto de o empirismo positivista, ou seja, o "partido dos factos" ter ganho a hegemonia da interpretação sobre o que este método realmente consegue e os resultados por ele alcançados. A afirmação de que se trata de factos objectivos que podem ser verificados por qualquer pessoa já não é posta em causa.

O Mito de Pisa

Um exemplo desse fenómeno é a seguinte história, que a historiografia da ciência ofereceu como conhecimento seguro durante quase três séculos. Trata-se da queda livre de corpos pesados, a

primeira parte da lei da queda dos corpos de Galileu, e figurava como o "golpe do qual a ciência aristotélica nunca mais recuperou":

Neste ponto, temos de mencionar as famosas experiências sobre a queda dos corpos, que estão intimamente ligadas à Torre Inclinada de Pisa, um dos monumentos mais curiosos da Itália. Quase dois mil anos antes, Aristóteles tinha afirmado que, na queda de dois pesos diferentes do mesmo material, caindo da mesma altura, o mais pesado chegaria ao solo antes do mais leve, proporcionalmente ao seu peso. A experiência certamente não é difícil; no entanto, ninguém tinha tido a ideia de tal prova, motivo pelo qual, em virtude da poderosa palavra de Aristóteles, essa afirmação havia sido incluída entre os axiomas da ciência do movimento. Galileu desafiou então a autoridade de Aristóteles invocando a percepção sensorial e afirmou que as bolas cairiam ao mesmo tempo, abstraindo de uma diferença insignificante devida à diferente resistência do ar. Os aristotélicos zombaram desta ideia e recusaram-se a ouvi-la. Mas Galileu não se deixou intimidar e decidiu forçar seus adversários a olhar para os factos olhos nos olhos como ele. Certa manhã, ele subiu à torre inclinada em frente à universidade reunida – professores e estudantes – carregando duas bolas, uma de dez libras e outra de uma libra. Ele colocou-as na borda da torre e deixou-as cair ao mesmo tempo. E elas caíram juntas e bateram no chão juntas.

J.J. Fahie. *Galilei, His Life and Work*, London 1903, 24s., citado em Koyré (1998, 124)

É certamente mérito de Alexandre Koyré³ que, quase 300 anos após a morte de Galileu, tenha finalmente posto fim à história das suas experiências sobre a queda livre na Torre Inclinada de Pisa, para que hoje nenhum historiador da ciência que queira ser levado a sério a possa ainda contar. A única verdade sobre a história é que por volta de 1590 Galileu ocupou durante três anos um cargo mal pago como professor de Matemática na Universidade de Pisa. A lenda surgiu 60 anos depois do incidente descrito acima e foi cada vez mais embelezada por posteriores historiadores da ciência. O que se nota sem mais conhecimento histórico é a sua inconsistência: o que deveria ter feito com que os professores aristotélicos, aqui acusados do seu dogmatismo, se juntassem quando um de seus colegas mais insignificantes conduz um experimento insano? A história contradiz todos os costumes das universidades da época e das universidades de hoje. Nunca foi mencionada pelo próprio Galileu⁴ e, finalmente: as experiências teriam dado errado, tendo sido feitas, respectivamente (1640, 1645, 1650), com bolas de ferro grandes e pequenas, com bolas de barro de igual dimensão uma maciça e outra oca, com bolas de materiais diferentes, e tendo todas dado errado (no sentido de lenda).⁵

O que é realmente emocionante nesta lenda moderna é que durante 300 anos ela pertenceu ao acervo educativo geral, em certa medida ao estoque seguro do nosso conhecimento científico. Como todas as lendas, esta também transmite uma mensagem, nomeadamente a da racionalidade moderna, que permite que os factos falem sem preconceitos, enquanto a obscura Idade Média invoca apenas as autoridades e o conhecimento dos manuais escolares. A prova tardia de que este é um mito, o mito do empirismo, não altera a sua eficácia. Mais de 350 anos depois de Galileu, esta visão do mundo tornou-se tão evidente que já não precisa de ser justificada. E, como mostra uma olhada a um típico livro didáctico sobre física experimental, a lenda a ela associada também é demasiado bonita para ser omitida, simplesmente porque é uma lenda:

Em primeiro lugar, deve examinar-se se o movimento de queda depende do tipo de corpo em queda, por exemplo, do seu tamanho ou peso. Fazemos as seguintes experiências: Deixamos cair simultaneamente no solo da mesma altura duas bolas do mesmo tamanho feitas de alumínio e chumbo, que têm pesos muito diferentes. Notamos que elas bateram no solo ao mesmo tempo, como Galileu (1590) já havia determinado por testes de queda na Torre Inclinada de Pisa. Se tomarmos três bolas idênticas da mesma matéria, elas chegarão ao chão

ao mesmo tempo. Se agora conectarmos firmemente duas destas bolas uma com a outra (por exemplo, através de uma cavilha), e se deixarmos cair esta bola dupla simultaneamente com a terceira bola simples, estes corpos de tamanhos e pesos diferentes também batem no solo simultaneamente. A conclusão a tirar de que todos os corpos, independentemente da forma, tipo e peso, caem à mesma velocidade, parece ser contraditada pela experiência seguinte: Se deixarmos cair uma moeda e um pedaço de papel do mesmo tamanho, observamos que a moeda chega ao fundo muito antes do pedaço de papel caído da mesma altura ao mesmo tempo; este último flutua até ao chão em movimento irregular e demora mais tempo a cair. O contraste, no entanto, é apenas aparente. Nesta última experiência, a resistência do ar é perturbadoramente perceptível. O ar que flui através do corpo durante uma queda atrasa o movimento de queda, e, quanto maior a área da superfície em que o ar está em contato com o corpo em questão, maior o atraso. Se compactarmos o pedaço de papel numa pequena bola, ele cai tão rápido como a moeda. A influência perturbadora da resistência do ar sobre a queda livre ainda pode ser claramente demonstrada por uma experiência indicada por Newton. Um tubo de vidro com cerca de 2 metros de comprimento e vários centímetros de largura, fundido em ambas as extremidades, contém uma bola de chumbo, um pedaço de cortiça e uma penugem. Se os três corpos estiverem no fundo do tubo e o virarmos rapidamente 180°, podemos ver como chegam ao fundo primeiro a bola de chumbo, depois o pedaço de cortiça e finalmente a penugem. Se, entretanto, o ar for bombeado para fora do tubo e a experiência for repetida, fica claro que os três corpos batem agora no fundo do tubo ao mesmo tempo. Podemos, portanto, pronunciar a lei da experiência: No vácuo, todos os corpos caem à mesma velocidade.

Bergmann-Schaefer (1974, 40)

Porquê só no vácuo, depois de tudo o que funcionou em Pisa? A conclusão permanece tão duvidosa como a exposição de motivos. A razão para isso é que afirmações com estatutos metodológicos completamente diferentes são aqui precipitadamente misturadas:

- O texto contém afirmações falsas e correctas sobre as observações do quotidiano, sendo as correctas precisamente aquelas que contradizem a lei da queda dos corpos de Galileu. Elas são simplesmente interpretadas de forma diferente com referência à resistência "perturbadora" do ar.
- É feita uma experiência em pensamento (esfera e esfera dupla), da qual a lei da queda resulta logicamente convincente, mas sem recurso a qualquer observação.
- Finalmente, é descrito um experimento que requer um alto esforço técnico para ser realizado (bombeamento para esvaziar o tubo). Só nesta situação artificial é que a alegada lei pode ser observada.

Descrever tudo isso como uma "lei da experiência" já é forte e de facto pressupõe a confusão que tinha que ser criada de antemão. O empirismo vive desta confusão.

O texto é um exemplo do pouco que a maioria dos cientistas sabe sobre a história e o método da ciência que eles próprios praticam. Isso nem sempre foi o caso, mas o que pode ser constatado aqui tem o carácter de um sinal de decadência. O próprio Galileu, ao contrário da maioria de seus epígonos – nem todos eles – estava bem ciente de sua abordagem. Por conseguinte, vale a pena voltar às fontes.

O que trouxe a lei da queda dos corpos de Galileu ao mundo, se não podia ser a experiência, nem a observação directa, porque estas ensinam outra coisa, nem uma experiência no vácuo, que Galileu não poderia realizar porque não dispunha dos meios técnicos? A resposta é simples: A lei da queda dos corpos resulta de um argumento lógico, de uma prova matemática ou, como se diria hoje, de um experimento pensado. O argumento já tinha sido publicado em 1585 pelo matemático Benedetti, em Veneza, e também está contido no texto do livro de física citado acima, embora aí seja completamente privado de seu significado metodológico.

Prova da primeira lei da queda dos corpos

Benedetti argumentou: "Dois corpos idênticos caem a igual velocidade, o que parece indiscutível. Se eles forem ligados por uma ténue haste (idealmente sem massa), a sua velocidade não muda, mas é agora um corpo de massa dupla (ver Fig. 1). Exactly o mesmo pode ser argumentado com três, sete ou mesmo cem corpos, em cada caso a mesma velocidade resulta para corpos de qualquer massa diferente.

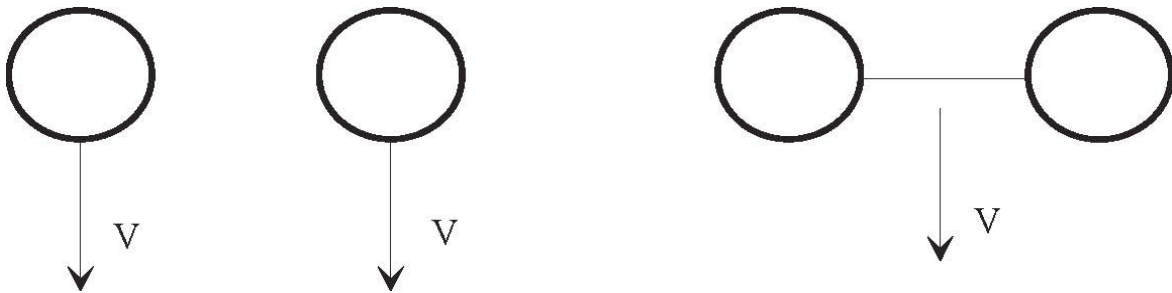


Fig.1: O argumento de Benedetti

Galileu (1638/1995, 57/58) fez daí uma prova *a contrario*: se a lei da queda aristotélica **A_r** estivesse correcta, um corpo mais pesado teria que passar à frente de um mais leve. Ora, se se ligarem ambos, o corpo mais pesado teria que puxar o mais leve atrás dele, mas o mais leve teria de travar o mais pesado (ver a Fig. 2). Isso resultaria numa velocidade menor que a do corpo original mais pesado, mas para um corpo no conjunto ainda mais pesado, uma contradição.

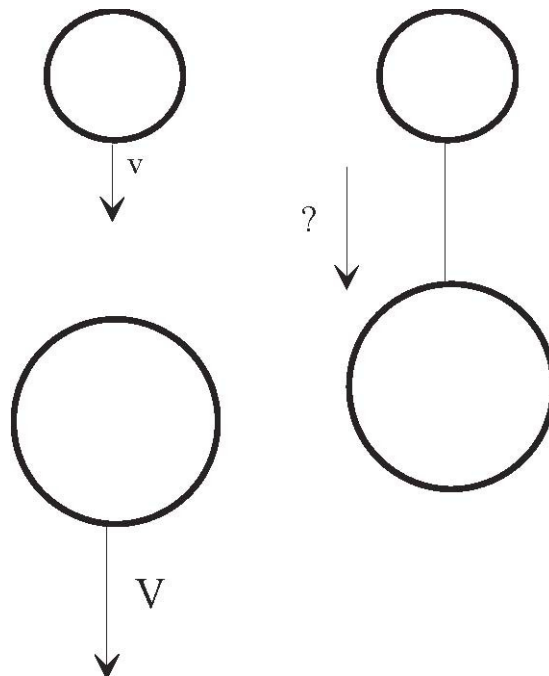


Fig. 2: O argumento de Galileu

Ambas as provas da primeira lei da queda dos corpos **L1** abstraem da forma dos corpos, referindo-se apenas à sua massa.⁶ Assim foi mostrado: Se a velocidade de queda não depende da forma dos corpos nem da sua massa, então todos os corpos devem cair à mesma velocidade. Este resultado agora, porém, está em óbvia contradição com a empiria, pois os corpos não caem todos a igual velocidade. Se a lógica e a empiria fossem consideradas igualmente, seria possível chegar à conclusão de que não se deve abstrair da forma do corpo. Mas Galileu não tira esta conclusão, e é precisamente aqui que reside a novidade revolucionária da sua visão da natureza: ele opta pela lógica e pela matemática contra a empiria imediata e, portanto, por uma visão da natureza que a Antiguidade ou a Idade Média só poderiam ter considerado como louca.

O método das ciências naturais matemáticas

A conexão entre as leis da natureza assim obtidas e a empiria está no *experimento*, a segunda grande inovação da ciência moderna, cuja diferença não pode ser suficientemente enfatizada com a simples observação. Um experimento é a *criação* de uma situação em que a condição da lei derivada é cumprida, podendo aqui abstrair-se da forma do corpo, por exemplo, no vácuo, o que Galileu ainda não era capaz de fazer.

A este respeito, pode dizer-se que as leis matemáticas da natureza não se baseiam na observação, mas são *produzidas*. Mais precisamente, são instruções de acção para a criação (no experimento) de situações em que as leis se aplicam.⁷ Aqui está também a referência à tecnologia dominante da natureza da idade moderna.

O método das ciências naturais matemáticas assim constituído baseia-se no *pressuposto básico* de que existem *leis da natureza universalmente válidas*, independentes do lugar e do tempo, que podem ser descritas matematicamente (caso contrário, o conceito de medição não teria sentido). Para o efeito é pressuposto um tempo linear em fluxo contínuo e um espaço homogéneo, ou seja, não dividido em esferas diferentes.

A objecção de que a forma da lei universal da natureza então há muito estaria comprovada pelas ciências naturais modernas não tem razão de ser, porque a falta da forma de lei em qualquer área nunca é atribuída à natureza, mas sim justificada pelo facto de a ciência ainda não estar apta a reconhecê-la.

O procedimento consiste, em primeiro lugar, na formulação de *condições ideais* a partir das quais se podem tirar conclusões no experimento pensado por meios afinal *matemáticos*. O experimento subsequente consiste, depois, em *estabelecer* essas condições ideais e verificar as conclusões por meio de *medições*. Deve-se garantir que o processo de medição, ou seja, o esforço físico do experimentador não interfira no processo ideal. As experiências devem ser *repetíveis*, e com isso elas diferem das meras observações.⁸

Portanto, não se pode dizer que a ciência moderna, ao contrário da Idade Média, se orienta pelos "factos", antes pelo contrário. Koyré deixa isso bem claro usando o exemplo do princípio da inércia, que como princípio (matemático) não tem equivalente directo na empiria e, no entanto, fundou a física moderna:

Este princípio parece-nos completamente claro, plausível, até óbvio. Parece óbvio para nós que um corpo em repouso também permanecerá em repouso... . E se, por outro lado, ele começa a mover-se, ele vai continuar a mover-se na direcção original. E sempre à mesma velocidade. Também não vemos realmente por que razão ou por que causa isso deveria acontecer de modo diferente. Não nos parece apenas plausível, parece-nos bastante natural. Nada menos que isso.

A evidência natural e tangível de que estes pontos de vista gozam é comparativamente recente. Devemo-la a Galileu e Descartes. Na Antiguidade grega, bem como na Idade Média, as mesmas opiniões teriam sido classificadas como "obviamente" erradas, ou mesmo absurdas.

Koyré (1998, 72)

Resta esclarecer por que razão este juízo errado sobre o procedimento das ciências naturais matemáticas está tão difundido. Koyré explica isso pela habituação:

Conhecemos demasiado bem os pontos de vista e os princípios básicos, ou, mais correctamente, estamos demasiado habituados a eles para podermos avaliar devidamente os obstáculos que tiveram de ser ultrapassados para os formular. O conceito de movimento de Galileu (como também o de espaço) parece-nos tão "natural" que pensamos tê-lo derivado da experiência e da observação. Mesmo que nenhum de nós tenha alguma vez sido acometido por um corpo uniformemente parado ou em movimento – e isto simplesmente porque tal coisa é completamente impossível. Estamos igualmente familiarizados com a aplicação da matemática ao estudo da natureza, de modo que dificilmente compreendemos a audácia daquele que afirmou: "O livro da natureza está escrito em signos geométricos". Escapa-nos a audácia de Galileu quando ele decide tratar a mecânica como um ramo da matemática, ou seja, substituir o mundo real da experiência diária por uma realidade meramente imaginada da geometria e explicar o real a partir do impossível.

Koyré (1998, 73)

A explicação continua a ser insatisfatória: o facto de considerarmos que um procedimento "obviamente absurdo" é completamente "natural" chama a atenção. No entanto, a razão por que o fazemos continua aqui a ser afinal pouco clara.

Revolução do modo de pensar

Immanuel Kant, ele próprio praticante das ciências naturais durante dez anos, resume o método das ciências naturais matemáticas no prefácio da 2ª edição da sua *Crítica da Razão Pura* em 1787 na linguagem que lhe é peculiar:

Quando Galileu fez rolar no plano inclinado as esferas, com uma aceleração que ele próprio escolhera, quando Torricelli fez suportar pelo ar um peso, que antecipadamente sabia idêntico ao peso conhecido de uma coluna de água, ou quando, mais recentemente, Stahl transformou metais em cal e esta, por sua vez, em metal, tirando-lhes e restituindo-lhes algo, foi uma iluminação para todos os físicos. Compreenderam que a razão só entende aquilo que produz segundo os seus próprios planos; que ela tem que tomar a dianteira com princípios, que determinam os seus juízos segundo leis constantes e deve forçar a natureza a responder às suas interrogações em vez de se deixar guiar por esta; de outro modo, as observações feitas ao acaso, realizadas sem plano prévio, não se ordenam segundo a lei necessária, que a razão procura e de que necessita. A razão, tendo por um lado os seus princípios, únicos a poderem dar aos fenómenos concordantes a autoridade de leis e, por outro, a experimentação, que imaginou segundo esses princípios, deve ir ao encontro da natureza, para ser por esta ensinada, é certo, mas não na qualidade de aluno que aceita tudo o que o mestre afirma, antes na de juiz investido nas suas funções, que obriga as testemunhas a responder aos quesitos que lhes apresenta. Assim, a própria física tem de agradecer a revolução, tão proveitosa, do seu modo de

pensar, unicamente à ideia de procurar na natureza (e não imaginar), de acordo com o que a razão nela pôs, o que nela deverá aprender e que por si só não alcançaria saber; só assim a física enveredou pelo trilho certo da ciência, após tantos séculos em que foi apenas simples tateio.

Kant (1787/2001, B XIII)

Por um lado, fica aqui claro o importante papel que Kant atribui aos "princípios da razão" que não podem ser derivados da empiria (os apriori kantianos). Ele resolve assim o problema que ainda aflige o positivismo moderno, ou seja, como o conhecimento objectivo é possível.

Por outro lado, vem ao de cima em Kant uma típica contradição do pensamento iluminista, que considera a "razão" como uma qualidade ou capacidade humana em geral, mas que, no entanto, a reivindica exclusivamente para si mesmo, negando-a a sociedades diferentes ou anteriores. Se eliminarmos este preconceito, podemos afirmar que o método das ciências naturais matemáticas teve de se afirmar primeiro contra o pensamento medieval, e que o discurso da "revolução do modo de pensar" põe assim o dedo na ferida, mas que esta revolução ajudou a revelar uma razão que é específica da época burguesa, contra a razão da Idade Média, que era bem diferente, mas nem por isso absolutamente irrazoável.

Também o conceito de "conhecimento objectivo" adquire assim um significado diferente do habitual no nosso uso linguístico de um conhecimento a-histórico, independente da forma social e igualmente válido para todos os seres humanos, razão pela qual Greiff 1976 também fala da "*forma objectiva de conhecimento*". Um representante de outra cultura ou de uma cultura anterior, que não reconhecesse as suposições básicas do método das ciências naturais matemáticas, os princípios da razão burguesa, também não seria convencido da verdade do conhecimento das ciências naturais. O único componente das ciências naturais que lhe poderia ser demonstrado de modo credível seria o experimento: se eu executar esta acção A, que foi definida até ao menor detalhe (de modo provavelmente ritualista até ao bizarro para o outro), o efeito B ocorre regularmente. Mas, se a minha contraparte não partilhar a minha suposição básica das leis universais da natureza, daí não resulta que elas são alegadamente expressas no experimento.⁹

Fetichismo e dissociação sexual

Um fetiche é uma coisa na qual são projectadas qualidades sobrenaturais e que, por isso, é capaz de exercer poder sobre os que dela dependem. O iluminismo considerava-se acima do fetichismo do tipo que, no início do colonialismo, estava principalmente ligado às religiões da África Ocidental. Como se sabe, o Marx não viu as coisas dessa maneira:

O misterioso da forma de mercadoria, portanto, consiste simplesmente no facto de que ela reflecte para os homens as características sociais do seu próprio trabalho como características objectivas dos próprios produtos do trabalho, como qualidades naturais sociais dessas coisas e, por isso, também reflecte a relação social dos produtores com o trabalho total como uma relação social existente fora deles, entre objectos. ... É apenas determinada relação social entre os próprios homens, que para eles aqui assume a forma fantasmagórica de uma relação entre coisas. Por isso, para encontrar uma analogia, temos de nos deslocar à região nebulosa do mundo religioso. Aqui, os produtos do cérebro humano parecem dotados de vida própria, figuras autónomas, que mantêm relações entre si e com os homens. Assim acontece no mundo das mercadorias com os produtos da mão humana. Chamo a isso fetichismo, que se cola aos

produtos do trabalho logo que eles são produzidos como mercadorias, e que, por isso, é inseparável da produção de mercadorias.

Marx (1867/1984, 86/87)

A analogia com a noção positivista de conhecimento das ciências naturais matemáticas salta à vista. É uma tentativa de aplicar os produtos da cabeça humana, aqui números e outras formas matemáticas, à realidade, e de a moldar à sua própria imagem ou, pelo menos, de a perceber através dela. E o fim desta história consiste na crença de que a realidade, ou a própria "natureza", assume a forma de leis, sendo o sucesso das ciências naturais a prova conclusiva disso.

Mas não é uma mera analogia, não é um paralelismo acidental de dois fetichismos independentes. Desde a publicação tardia da abordagem de Sohn-Rethel de 1970, houve repetidas tentativas de abordar a questão que tinha sido ignorada pelo iluminismo e finalmente tornada tabu pelo positivismo, ou seja, esclarecer a conexão entre "forma de mercadoria e forma de pensamento", "forma de sociedade e forma de conhecimento", "dinheiro e espírito", por exemplo, por Greiff em 1976, Müller em 1977, Bolay/Trieb em 1988, Ortlieb em 1998. A questão é complexa e não pode ser esclarecida em poucas páginas. Bockelmann tomou a via mais directa em 2004, que aqui descrevo sucintamente. Uma das dificuldades que acabou por levar ao fracasso da primeira tentativa de Sohn-Rethel está em distinguir claramente na sua peculiaridade a forma moderna de conhecimento, bem como a da sociedade das mercadorias, dos seus antecessores na Antiguidade. Não é a mera existência do dinheiro ou a troca de produtos excedentes que põe em movimento a forma moderna de pensar, mas é necessário que o dinheiro se torne a universalidade determinante e a verdadeira finalidade da produção,

quando historicamente se pode dizer pela primeira vez "all things came to be valued with money, and money the value of all things". É então que o dinheiro – neste sentido conciso para nós – começa a ser dinheiro, na medida em que *funciona* apenas como *dinheiro*. A existência firme, que até então só existia no *material* pensado como valioso, torna-se então a firme *universalidade da referência* de todas as coisas ao valor monetário – e assim a existência firme deste tomada por si mesma. Quando os actos de compra e venda atingem uma *universalidade* determinante para o abastecimento, existe uma *necessidade* geral de manter o mercado, que tem de surgir como *rede destes actos de compra*, muito simplesmente para que o abastecimento que dele depende não se interrompa. A necessidade generalizada de ter dinheiro traduz-se assim na universalidade com que a *função* do dinheiro *continua* a ser necessária; e assim traduz-se na firmeza desta função *como uma unidade existente para si própria*.

Bockelmann (2004, 225)

A situação historicamente nova consiste numa *abstracção real*. Requer dos participantes do mercado um esforço de abstracção, que eles devem fazer sem pensar conscientemente nisso; na formulação de Marx:

Portanto, os homens não relacionam os seus produtos do trabalho entre si como valores por considerarem essas coisas meros invólucros materiais de trabalho humano da mesma espécie. Pelo contrário. É ao equiparar os seus produtos de diferentes espécies na troca como valores que equiparam os seus diferentes trabalhos como trabalho humano. Eles não sabem, mas fazem-no.

Marx (1867/1984, 88)

É de salientar que Bockelmann nunca se refere a Marx, o conceito de trabalho (abstracto) não aparece em parte nenhuma da sua obra. No entanto, no que respeita à questão de saber o que é que a produção de mercadorias, ou seja, a produção com o único objectivo de adquirir outras mercadorias através do dinheiro, faz às pessoas a ela sujeitas, ambas as explicações são compatíveis. Por causa de sua capacidade de sobrevivência, os sujeitos das mercadorias têm de formar um reflexo que a partir de então determina, como uma compulsão que lhes é inconscientemente imposta, não apenas as acções monetárias, mas o seu acesso ao mundo em geral:

Esta é a forma em que nenhum ser humano teve de pensar até então, nem poderia ter pensado, a obra sintética *condicionada* pelos tempos modernos que os seres humanos têm assim de criar: duas unidades relacionadas com o conteúdo, mas elas próprias sem conteúdo, na pura relação de determinado contra não-determinado. Esta síntese torna-se para o pensamento assim condicionado necessidade e coerção... Esta síntese tem o seu domínio genuíno no lidar com o dinheiro, e aí as pessoas têm de aplicar a tudo, *sejam quais forem* os conteúdos, têm de relacionar a pura unidade "valor" com *qualquer* conteúdo. ... Ao desempenho mais antigo e também sintético da forma de pensar *material*, nomeadamente pensar valor nas coisas e relacioná-las umas com as outras de acordo com este valor *inerentemente* pensado, sobrepõe-se o desempenho novo e *funcional* de dar-lhes forma em unidades sem conteúdo.

Bockelmann (2004, 229/230)

É fácil ver até que ponto o acesso ao mundo forçado pela forma de mercadoria aqui descrito abstractamente corresponde ao das ciências naturais matemáticas e ainda se volta a encontrar nos detalhes do seu método:

O experimento é o meio para *transformar* a natureza em função. A visão dos dados empíricos mudada na idade moderna não é mais contemplação, mas penetra nela para nela encontrar o que tem de pressupor, o comportamento de acordo com leis.

Bockelmann (2004, 354)

E também a falta de consciência ou consciência fetichista da ciência positivista pode ser explicada desta maneira sem dificuldade pelo seu método e pelo seu objecto:

Mundo e natureza são pensados funcionalmente: isto é, *enquanto a génese da forma funcional do pensamento permanecer não reconhecida*, eles são pensados como se o funcionalmente concebido fosse a sua forma *real*. De acordo com isto, as leis da natureza devem realmente existir como nós as pensamos e pressupomos, realmente nesta forma de funcional ausência de conteúdo.

Bockelmann (2004, 358)

O facto de ser necessário o conhecimento da génese desta forma para ultrapassar tal consciência não significa – e Bockelmann também não afirma isso – que ele por si será suficiente, se não for simultaneamente acompanhado pela ultrapassagem do fetiche da mercadoria em que se baseia.

Deverá ter ficado claro que qualquer explicação da relação entre a forma da sociedade e a forma do conhecimento deve ter em conta o sujeito do conhecimento, que é sempre simultaneamente cidadão e mónada monetária, moldado pela sociedade em que o conhecimento tem lugar. Mesmo que seja apenas uma questão de melhor compreensão do fenómeno aqui caracterizado como ilusão matemática, estudos independentes sobre a constituição da forma de sujeito podem ser bastante

úteis, cf. Ulrich 2002, Kurz 2004, por exemplo. Ainda é preciso enfatizar aqui um momento fundamental, mas até agora não abordado, nomeadamente o carácter dissociado do sujeito moderno com a conexas conotação sexual da socialização na forma do valor, bem como da forma de conhecimento das ciências naturais matemáticas.

O conhecimento objectivo, como o que ocorre no experimento físico, pode ser descrito como um processo de dissociação, nomeadamente a dissociação dos aspectos da realidade que perturbariam o decurso dos acontecimentos na forma de leis. Um dos "factores perturbadores" a ser eliminado é o próprio experimentador. Sua corporalidade e suas sensações podem confundir o decurso "ideal" e devem, portanto, ser eliminadas na medida do possível, sem pôr em perigo o seu estatuto de observador, que Greiff (1976) elabora com base nos regulamentos comuns e imperativamente formulados nos livros didáticos de física experimental para a execução de experimentos. A intervenção activa na natureza levada a cabo no experimento é, portanto, antes de mais nada, uma acção do experimentador sobre si próprio, ou seja, a sua divisão em mente e corpo. Esta forma de conhecimento pressupõe, portanto, um sujeito que pode ser dividido deste modo.

Tais sujeitos de modo nenhum se encontram em todas as formas de sociedade, mas são uma especificidade de uma única sociedade, a sociedade burguesa, para a qual a divisão entre sentimento e intelecto, corpo e espírito, privado e público, incluindo a conexas conotação de género, é constitutiva. Na esfera pública, que é orientada para cálculos abstractos, apenas as partes "masculinas" são demandadas, enquanto as partes "femininas" devem ser dissociadas. Estas últimas, ainda que necessárias para a sobrevivência individual e para a reprodução social, não desapareceram, mas são delegadas nas mulheres ("dissociação-valor", cf. Scholz 2000, 13ss. e 107ss.). Onde, no entanto, se pode objectar que essas quotas-partes – tal como as outras "masculinas" – só se tornam "femininas" através da atribuição correspondente, não o sendo por natureza. Note-se também que este é um esquema frequentemente quebrado nos indivíduos; afinal de contas, não estamos a falar de determinantes biológicos, mas de condições sociais. Assim, nem todos os homens são igualmente "homens", nem todas as mulheres igualmente "mulheres", mas a compulsão é grande para se submeterem a estes atributos sexuais codificados pela sociedade das mercadorias, de modo que, estatisticamente falando, a correlação positiva entre sexo social e biológico é elevada.

Nesse sentido, o experimentador, o sujeito e portador do conhecimento objectivo que visa as leis matemáticas da natureza é "masculino", não só estruturalmente, mas também empiricamente, e quanto mais alto o seu posto na hierarquia científica, mais pronunciado isso se torna. Portanto, não é por acaso que as críticas às ciências naturais matemáticas, aparentemente inatacáveis nas últimas décadas, tenham sido feitas quase exclusivamente por feministas. Scheich 1993 e Keller 1995 são aqui mencionadas como representantes de muitas; sobre o tema ver também Bareuther 2014. A dimensão profunda do problema, naturalmente, dificilmente pode ser alcançada sem referência à dissociação-valor, o tão abrangente quanto "em si fragmentário princípio formal da totalidade social" (Scholz 2004, 19). Quem olhar apenas para a aquisição institucionalizada de conhecimento e seus mecanismos apenas pode, na melhor das hipóteses, arranhar a sua superfície.

Modelos

Se o modo fetichista de pensar por leis matemáticas como sendo uma propriedade das próprias coisas não estivesse tão profundamente ancorado no inconsciente social da modernidade, teria ficado obsoleto, o mais tardar, com a emergência do conceito de modelo, no final do século XIX (cf. Ortlieb 2008). Pois este conceito – em contraste com a ideia de Galileu do livro da natureza escrito em signos geométricos – contém uma ambiguidade: os modelos matemáticos não emergem inequivocamente da coisa, mas o seu desenvolvimento está sempre sujeito a aspectos arbitrários de

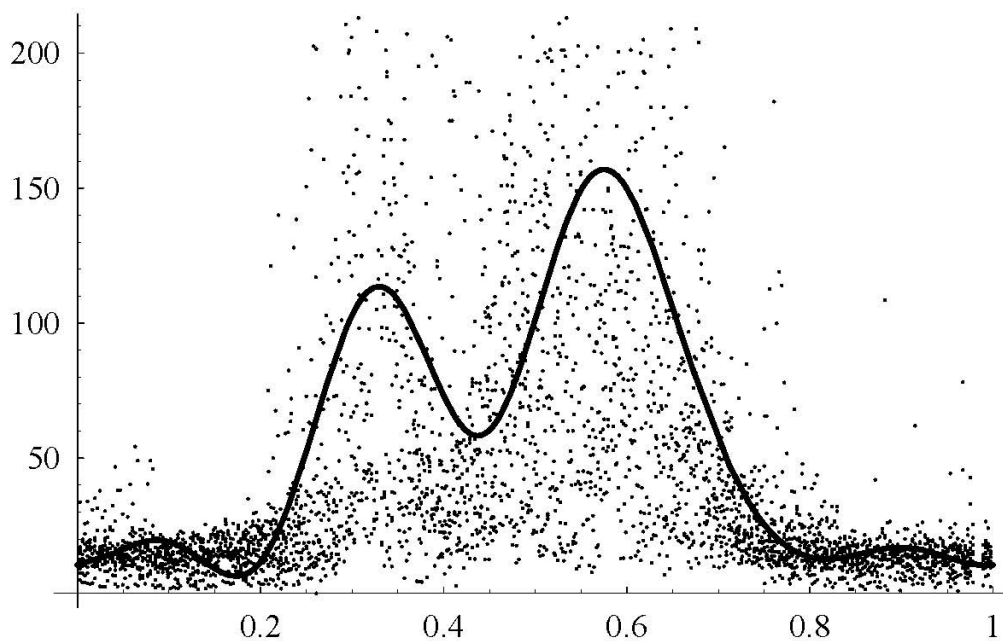


Fig. 3: Dados de observação e "leis", aqui usando o exemplo do ciclo anual médio de uma densidade de fitoplâncton, dados de Helgoland-Reede 1976-1991

conveniência (cf. Hertz 1894/1996). O mesmo objecto de investigação permite que diferentes modelos matemáticos existam lado a lado, mesmo que se contradigam por cobrirem aspectos diferentes. Isso deveria de facto proibir apresentar o modelo e a realidade como um só.

Que "certas semelhanças (devem) existir entre a natureza e a nossa mente", das quais Hertz (1894/1996, 67) também fala, é assegurado na física pelo facto de a natureza ser adaptada no experimento à nossa mente, ou seja, às condições matemáticas ideais, e de a similaridade acima mencionada só assim ser estabelecida. Se, por outro lado, as condições ideais assumidas no modelo não podem ser produzidas de todo, ou apenas inadequadamente, as leis da natureza a serem observadas em última análise permanecem ficções matemáticas, como qualquer um que alguma vez tenha "encaixado" modelos e dados poderá saber. A conformidade com a lei reside unicamente na função matemática do modelo, enquanto os desvios dos dados observados a partir dele são explicados por "perturbações externas" que escapam à modelação. A Fig. 3 dá um exemplo disso.

Partindo do pressuposto de que a realidade segue as leis matemáticas, tentamos encontrar a estrutura e as leis matemáticas que melhor se ajustam às observações controladas. Aparentemente, isto funciona em muitas áreas, mas não significa que a suposição subjacente esteja correcta. Inversamente, torna-se conclusivo que:

Ao escolhermos um determinado instrumento – o das ciências exactas – focamo-nos e limitamo-nos a reconhecer os aspectos da realidade que podem ser apreendidos com este instrumento. E não há nada que sugira que esta já seja ou que possa vir a ser toda a realidade.

Com isto, os limites do conhecimento matemático da natureza não são determinados, mas pelo menos são mencionados. A unidade entre natureza e matemática, que Galileu ou Newton poderiam ainda postular, desapareceu definitivamente, e o desenvolvimento histórico das ciências naturais e da própria matemática também o assegurou.

Claro que ainda está na mente de muitas pessoas como uma autoconcepção ideológica. Em qualquer caso, não se pode entender de outro modo que termos como "inteligência artificial" ou "fórmula universal" sejam usados não apenas para fins de autopromoção e de obtenção de fundos para pesquisa, mas também em sentido enfático, como se fossem entendidos literalmente, como se as máquinas matemáticas pudessem ser realmente inteligentes e assim possuir consciência, ou como se tivéssemos o mundo "sob controlo" logo que se tivéssemos uma fórmula para ele.¹⁰ O método das ciências naturais matemáticas é pensado aqui como sendo ilimitado: não haveria nenhuma pergunta

que não fôssemos capazes de responder com ele em algum momento, nem nenhum problema que lhe fosse inacessível.

Não ser capaz de ver os limites do seu próprio instrumento – aqui o das ciências exactas, ou seja, a modelação matemática – é um sinal seguro da inconsciência com que ele é usado. Dada a óbvia impossibilidade de poder resolver os grandes problemas da humanidade apenas por meios científicos, seria bastante apropriada uma certa modéstia, que – no sentido da palavra socrática "não creio saber o que não sei" (Platão 1994, 18) – só pode resultar de uma consciência auto-reflexiva do próprio pensar e agir.

Bibliografia

- Adorno, Theodor W.: *Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie. Einleitung*, Neuwied 1969.
Tradução port.: A controvérsia do positivismo na sociologia alemã. Introdução, em *Theodor W. Adorno, Textos escolhidos*, Nova Cultural, São Paulo, 1996.
- Bareuther, Johannes: Zum Androzentrismus der naturbeherrschenden Vernunft, in: *exit! – Krise und Kritik der Warengesellschaft*, Nr. 12, Berlin 2014, 18–52. Trad. port.: O androcentrismo da razão dominadora da natureza, online: http://www.obeco-online.org/johannes_bareuther1.htm
- Bergmann-Schaefer: *Lehrbuch der Experimentalphysik, Band I, Mechanik, Akustik, Wärme* [Manual de física experimental, Livro 1, Mecânica, acústica, calor], 9. verbesserte Auflage, Berlin 1974.
- Bockelmann, Eske: *Im Takte des Geldes. Zur genese des modernen Denkens* [Ao compasso do dinheiro. Sobre a génese do pensamento moderno], Springe 2004.
- Bolay, Eberhard / Trieb, Bernhard: *Verkehrte Subjektivität. Kritik der individuellen Ich-Identität* [Subjectividade invertida. Crítica da identidade do ego individual], Frankfurt/Main 1988.
- Comte, Auguste: *Rede über den Geist des Positivismus* [Discurso sobre o espírito do positivismo], 1844, Neuausgabe der deutschsprachigen Ausgabe, Hamburg 1994.
- Dawkins, Richard: *Der Gotteswahn* [A ilusão de Deus], 9. Aufl., Berlin 2007.
- Dewdney, Alexander K.: *Alles fauler Zauber? [É tudo uma fraude?]*, Basel 1998.
- Fölsing, A.: *Galileo Galilei. Prozeß ohne Ende. Eine Biographie* [Galileu Galilei. Processo sem fim. Uma biografia], Reinbek 1996.
- Galilei, Galileo: *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno a due nove scienze*, 1638, Übersetzung von A. v. Oettingen 1890, Nachdruck, Frankfurt/Main 1995.
- Greiff, Bodo von: *Gesellschaftsform und Erkenntnisform. Zum Zusammenhang von wissenschaftlicher Erfahrung und gesellschaftlicher Entwicklung* [Forma social e forma do conhecimento. Sobre a ligação entre prática científica e desenvolvimento social], Frankfurt/Main 1976.
- Hertz, Heinrich: *Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Einleitung* [Os princípios da mecânica expostos em novo contexto. Introdução], Leipzig 1894, Nachdruck, Frankfurt/Main 1996.
- Kant, Immanuel: *Kritik der reinen Vernunft*, 1781, 2ª edição, 1787, reimpressão, Hamburgo 1990. Trad. port.: *Crítica da Razão Pura*, Fundação Caloute Gulbekian, Lisboa, 2001.
- Keller, Evelyn Fox: *Geschlecht und Wissenschaft: Eine Standortbestimmung* [Género e ciência. Um ponto de vista], in: Orland, Barbara / Scheich, Elvira (Hrsg.): *Das Geschlecht der Natur* [O sexo da natureza], Frankfurt/Main 1995, 64–91.
- Koyré, Alexandre: *Leonardo, Galilei, Pascal. Die Anfänge der neuzeitlichen Naturwissenschaft* [Leonardo, Galileu, Pascal. Os começos da ciência moderna], Frankfurt/Main 1998.
- Kurz, Robert: *Blutige Vernunft. Essays zur emanzipatorischen Kritik der kapitalistischen Moderne und ihrer westlichen Werte*, Bad Honnef 2004. Trad. port.: Razão sangrenta. Ensaios sobre a crítica emancipatória

da modernidade capitalista e seus valores ocidentais, online:

http://www.obeco-online.org/livro_razao_sangrenta.html

- Mankiw, N. Gregory / Taylor, Mark P.: *Grundzüge der Volkswirtschaftslehre* [Elementos fundamentais de economia], 5. Aufl., Stuttgart 2012.
- Marx, Karl: *Das Kapital. Erster Band* [O capital. Livro I], 1867, MEW 23, Berlin 1984.
- Mehrtens, Herbert: *Moderne – Sprache – Mathematik* [Modernidade, linguagem, matemática], Frankfurt/Main 1995.
- Müller, Rudolf-Wolfgang: *Geld und Geist. Zur Entstehungsgeschichte von Identitätsbewußtsein und Rationalität seit der Antike* [Dinheiro e mente. Sobre a história da constituição da consciência da identidade e da racionalidade desde a Antiguidade], Frankfurt/Main 1977.
- Ortlieb, Claus Peter: Bewusstlose Objektivität, in: *Krisis* Nr. 21/22, 1998, 15–51. Trad. port. parcial: Objetividade inconsciente, online: http://www.obeco-online.org/cpo_pt.htm
- Ortlieb, Claus Peter: Methodische Probleme und methodische Fehler der mathematischen Modellierung in der Volkswirtschaftslehre [Problemas metódicos e erros metódicos da modelação matemática em economia], in: *Mitteilungen der Mathematischen Gesellschaft in Hamburg* 23, 2004, 1–24.
- Ortlieb, Claus Peter: *Die Zahlen als Medium und Fetisch* [Os números como medium e fetiche], in: J. Schröter / G. Schwering / U. Stäheli (Hg.): *media marx. Ein Handbuch*, Bielefeld 2006, 151–165.
- Ortlieb, Claus Peter: *Heinrich Hertz und das Konzept des Mathematischen Modells* [Heinrich Hertz e o conceito de modelo matemático], in: G. Wolfschmidt (ed.): *Heinrich Hertz (1857–1894) and the Development of Communication*, Norderstedt bei Hamburg 2008, 53–71.
- Ortlieb, Claus Peter / Ulrich, Jörg: Die metaphysischen Abgründe der modernen Naturwissenschaft. Ein Dialog [Os abismos metafísicos das modernas ciências naturais. Um diálogo], in: *exit! – Krise und Kritik der Warengesellschaft* Nr. 4, Bad Honnef 2007, 145–176.
- Platon: *Sämtliche Werke, Übersetzt von Friedrich Schleiermacher, Band 1* [Obras completas, traduzidas por Friedrich Schleiermacher, Livro I], Hamburg 1994.
- Scheich, Elvira: *Naturbeherrschung und Weiblichkeit* [Dominação da natureza e feminilidade], Pfaffenweiler 1993.
- Scholz, Roswitha: *Das Geschlecht des Kapitalismus. Feministische Theorien und die postmoderne Metamorphose des Patriarchats*, Bad Honnef 2000. Trad. port. parcial: O sexo do capitalismo. Teorias feministas e a metamorfose pós-moderna do patriarcado, online: http://www.obeco-online.org/livro_sexo_capitalismo.htm
- Scholz, Roswitha: Neue Gesellschaftskritik und das Dilemma der Differenzen, in: *exit – Krise und Kritik der Warengesellschaft*, Nr. 1, Bad Honnef 2004, 15–43. Trad. port.: A nova crítica social e o problema das diferenças, online: http://www.obeco-online.org/roswitha_scholz3.htm
- Sohn-Rethel, Alfred : *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis* [Trabalho espiritual e corporal. Para a teoria da síntese social], Frankfurt/Main 1970.
- Tegmark, Max: *Unser mathematisches Universum – Auf der Suche nach dem Wesen der Wirklichkeit*, Berlin 2015. Original: *Our Mathematical Universe. My Quest for the Ultimate Nature of Reality* [O nosso universo matemático. Em busca da natureza da realidade], 2014.
- Ulrich, Jörg: *Individualität als politische Religion. Theologische Mucken und metaphysische Abgründe (post-)moderner Individualität* [A individualidade como religião política. Caprichos teológicos e abismos metafísicos da individualidade (pós-)moderna], Albeck bei Ulm 2002.

Original: *Mathematikwahn*. Publicado na revista *exit!* n° 15, [zu Klampen](#), Abril 2018, p. 26-48. Tradução de Boaventura Antunes

¹Por exemplo, David Hilbert, inventor do "método axiomático", numa palestra de 1918 (citado em Mehrtens 1990, 133): "De facto, seja o que for que encontremos em dados ou fenómenos na natureza ou na vida prática, quem estiver sensibilizado ou sintonizado matematicamente encontrará um núcleo matemático em toda parte".

²Alexander K. Dewdney é um matemático canadiano e foi responsável pela coluna "Recreações Matemáticas" na "Scientific American" de 1984 a 1991.

³Galilé e l'expérience de Pise: À propos d'une légende, Annales de l'Université de Paris 1937, Koyré (1998, 123–134).

⁴Em um tratado de Galileu do mesmo ano, 1590, até pode ser encontrada a referência oposta: Se se soltar bolas de madeira e chumbo de uma torre alta, a de chumbo se move muito à frente, ver Fölsing (1996, 85).

⁵ver Koyré (1998, 129-132).

⁶Outro pré-requisito implícito é o pressuposto de que a ligação sem massa dos dois corpos não altera nada nas velocidades.

⁷Isto não quer dizer que um experimento também não pode mostrar resultados completamente inesperados se a derivação matemática for baseada em falsas suposições. Com a lei da gravidade de Galileu, teria sido o caso, por exemplo, se a massa inerte não fosse igual à massa pesada, ou seja, se a duplicação de uma não levasse à duplicação da outra. A este respeito, uma experiência verifica se os pressupostos subjacentes às considerações matemáticas estão correctos.

⁸Mesmo a lei da queda dos corpos **L2**, que não é aqui descrita em pormenor, é introduzida nos *Discorsi* de acordo com este esquema: É provada como um teorema matemático (Galilei 1638/1995,159) que afirma que um corpo uniformemente acelerado satisfaz a lei **L2**. Galileu chega à aceleração uniforme devido à sua simplicidade, não há outro argumento. Só então se seguiram as experiências (Galilei 1638/1995,162). Se Galileu realmente as realizou ou apenas as descreveu é controverso (cf. Koyré 1998,129).

⁹Já houve na Antiguidade efeitos manipulados com vista a um fim e, portanto, tecnicamente utilizáveis. Moderna, pelo contrário, é ideia de leis matemáticas da natureza universais – válidas sempre e em toda parte.

¹⁰Esta crítica não é dirigida contra o objectivo, às vezes também subsumido sob o termo "fórmula universal", de unificar as teorias científicas.