

CDD: 501

DUAS VISÕES SOBRE O FUTURO DAS CIÊNCIAS

JOSÉ ELI DA VEIGA

Professor Sênior do Instituto de Energia e Ambiente

Universidade de São Paulo

São Paulo, Brasil

www.zeeli.pro.br

Resumo: Este artigo discute criticamente a ideia de que uma eventual unificação ontológica das ciências físicas e sociais poderia ser promovida pela teoria quântica, e mais especificamente pela “hipótese da mente quântica”. Contrapõe a tal visão a notável aproximação já em curso – mas exclusivamente epistemológica – que está sendo engendrada pelo materialismo darwiniano.

Palavras-chave: Ontologia, epistemologia, ciências, teoria quântica, materialismo darwiniano.

TWO VIEWS ON THE FUTURE OF SCIENCE

Abstract: This article discusses critically the idea that quantum theory could promote an ontological unification of the physical and social sciences, and more specifically by means of the “quantum mind hypothesis”. In opposition to such a view, there is a kind of rapprochement already underway – but only epistemological – being engendered by Darwinian materialism.

Key-words: Ontology, epistemology, sciences, quantum theory, Darwinian materialism.

1. Introdução

Este artigo tem um duplo propósito. Primeiro, rejeitar a proposição de que a teoria quântica, e mais especificamente a hipótese da mente quântica, poderiam promover uma unificação ontológica das ciências. Em seguida, mostrar que o materialismo darwiniano já está engendrando notável

aproximação epistemológica entre algumas ciências, sem que isso implique o prognóstico de eventual “unificação”. É indispensável, portanto, explicitar desde já os sentidos em que os termos “ontologia” e “epistemologia” são aqui empregados.

É relativamente mais simples o esclarecimento sobre a noção de “ontologia”. Tem-se uma questão ontológica sempre que haja indagação sobre o que é isso ou aquilo. Por exemplo, o que é elétron, o que é ser vivo, o que é sociedade, o que é estar doente, o que é ser organizado, etc. Cada ciência foi se construindo, então, para responder a uma imensa heterogeneidade de questões ontológicas. Por este prisma, só faria sentido pensar em “unificação ontológica” das ciências se a pergunta fosse do tipo “o que é o que existe”? “o que é tudo”? Neste caso, uma ontologia geral, diferente das ontologias específicas a cada ciência, faria parte, mesmo que preliminarmente, da metafísica (VARZI, 2010, p. 14). E remeteria aos “sonhos de uma teoria final”, ou a especulações sobre uma teoria “final” ou “de tudo” (WEINBERG, 1993; DEUTSCH, 1997, 2011).

Já a noção de “epistemologia” sempre sofreu de uma espécie de distúrbio dissociativo de identidade. A tendência que prioriza a abordagem histórica na análise das ciências é sobretudo francesa, mesmo que não faltem, claro, autores de outras tradições que tenha adotado tal abordagem. Foi, contudo, uma ênfase muito maior para a lógica que fez com que essa dimensão permanecesse quase marginal na tradição anglo-saxã. Ao menos até o terremoto provocado pela obra de Thomas Kuhn, que, mesmo assim, não impediu que nessa parte do mundo permaneça mais forte uma clara diferenciação entre epistemologia e filosofia da ciência, que continuam sinônimos para os filósofos franceses (WAGNER, 2002, p. 42; LAUGIER, 2002, p. 966).

De qualquer forma, uma questão é epistemológica sempre que a pergunta for como entender e tentar explicar isso ou aquilo. Por exemplo, os comportamentos dos elétrons, as formas de vida, os funcionamentos das sociedades, as doenças, as organizações, etc. Como as respostas que podem ser dadas a tais perguntas pelas ciências sempre serão extremamente heterogêneas, não parece razoável a ideia de eventual “unificação”, por mais que ela tenha feito parte de alguns projetos positivistas.¹

¹ A perspectiva aqui adotada – que tem por referências essenciais WAGNER (2002) e LAUGIER (2002) – não adere, portanto, à ideia bem mais genérica de epistemologia

Nada impede, contudo, que se procure saber se existe algo em comum nessa dispersão de respostas. Isto é, se apesar dos imprescindíveis reducionismos disciplinares, algumas formulações poderiam ser partes comuns a todas essas epistemologias. Com isso, dispersão disciplinar e aumento das especializações poderiam ser simultâneas a uma aproximação epistemológica.

São suficientes estas considerações preliminares para introduzir este artigo, que tem duas seções sobre a teoria quântica, uma terceira sobre o materialismo darwiniano, e um fecho que realça implicações teóricas que só poderão ser abordadas em próximo trabalho.

2. Teoria quântica e hipótese da mente quântica

Há duas noções fundamentais da física quântica que não chegam a ser misteriosas aos leigos, por mais que possam ser contraintuitivas: a superposição (também chamada de sobreposição), e o emaranhamento (também chamado de entrelaçamento).

Uma partícula subatômica não pode estar em dois estados simultaneamente, mas nada impede que esteja numa combinação – ou superposição – deles, o que produz um terceiro estado, diferente. Segundo o princípio da superposição pode-se preparar um estado que seja a combinação linear de dois estados anteriores, muito embora o objeto quântico esteja sempre em um estado único. Por exemplo, um elétron pode seguir uma ou outra trajetória, ou pode permanecer potencialmente em duas trajetórias distintas até o momento em que se faça uma medição de sua trajetória.

Já o emaranhamento é um fenômeno que permite que duas ou mais partículas – mesmo que espacialmente separadas por milhões de anos-luz – estejam tão ligadas que uma delas só possa ser corretamente descrita com inclusão de sua contraparte.

Superposição e emaranhamento já são suficientes para que se entendam duas fatalidades desse campo do conhecimento. A primeira é que são fenômenos forçosamente sujeitos a muitas interpretações (da ordem de uma centena). A segunda é que tamanha diversidade interpretativa também abre

como reflexão *sobre* o conhecimento, sugerida por um dos avaliadores anônimos deste artigo.

imenso flanco para elucubrações das mais diversas, mesmo sobre questões que a ciência talvez jamais possa explicar.²

O mais sério embaraço decorre, contudo, de especulações legitimamente admissíveis no âmbito dessa algaravia de interpretações. E uma das que parece ter alto impacto sobre as demais ciências, sobre as humanidades, e inevitavelmente sobre a filosofia, é a que pretende explicar a consciência com recurso à chamada “hipótese da mente quântica”.

Trata-se de uma tripla suposição. A primeira é a que desfruta de aceitação geral: no interior dos neurônios existem estruturas intracelulares com paredes de proteínas (“microtúbulos” formados por “tubulinas”). A segunda também não está sujeita a muita controvérsia: tais estruturas orientam cargas elétricas, que indicam o sentido para o transporte de organelas no interior da célula. Já a terceira é bem problemática: todas essas interligações proteicas não seriam apenas sistêmicas, mas “orquestradas” por superposições e emaranhamentos quânticos. Daí o nome de batismo dessa hipótese combinar três termos - “redução objetiva orquestrada” – que lhe renderam o apelido de “ORCH OR”, algo bem próximo de seu acrônimo em língua inglesa. Tal hipótese surgiu nos anos 1980, simultaneamente esboçada na Grã-Bretanha pelo físico matemático Roger Penrose e nos Estados Unidos pelo anesthesiologista Stuart Hameroff. A partir de 1996 tornaram-se coautores (cf. PENROSE, 1989, 1994, HAMEROFF, 1994, e HAMEROFF & PENROSE, 1996).

Essa hipótese, cuja terceira suposição é tão questionável, já parece complicada demais para leigos, sem dúvida alguma. Então, cabe perguntar por que poderia ter forte influência sobre pesquisadores de outras áreas, em geral tão incapazes de entendê-la quanto qualquer outro mortal.

Aparentemente por três razões. Primeiro, porque a ORCH OR não apela para nada que seja extranatural ou oculto. Se o fizesse, imediatamente perderia qualquer chance de ser levada a sério pelo grosso da comunidade científica. Segundo, porque, abaixo do nível neural, o conhecimento do cérebro continua a ser objeto de pesquisas de fronteira, mesmo que já muito tenha sido descoberto sobre os componentes das células. E terceiro porque aparentemente não se avança muito nesse terreno com as lentes da física clássica.

² Sobre os problemas causados por tamanha diversidade interpretativa, pode-se consultar PESSOA (1998, 2001, 2011) e PESSOA, FREIRE & DE GREIFF (2008).

Some-se a esse trio o crescente desconforto “paradigmático” que domina as ciências - principalmente as sociais e o conjunto das humanidades - para que se entenda a atração que um intrigante prognóstico quântico sobre a mente possa exercer sobre quem desconfia que sua própria disciplina científica permanece bitolada por analogias com a física clássica, em vez de incorporar os avanços da já secular revolução quântica.

Não é outra a essência do livro ao qual o cientista político Alexander Wendt, premiado teórico das relações internacionais, acabou por consagrar dez dos seus 58 anos de vida. Ao apostar que a ORCH OR levará à unificação ontológica das ciências físicas e sociais, Wendt estranhamente adverte que, caso suas virtudes esclarecedoras não sejam suficientes, sua coerência, seu alcance, e sua simplicidade mostram que é “elegante demais para não ser verdade”. Cabendo a seus leitores descobrir em que consistiria tal “elegância”.³

É claro que não se pode liminarmente descartar que consciência venha a ser entendida com recurso à teoria quântica. Afinal, a consciência continua a ser motivo de grande indagação em praticamente todos os campos do conhecimento, principalmente nos das humanidades, para as quais é um enigma. Mas há ao menos dois motivos para que a análise do mérito resulte em rejeição da aposta de Wendt. E o primeiro é ele ter sido atirado no colo de duas singulares correntes filosóficas: o pampsiquismo e o vitalismo.

Adeptos da corrente filosófica chamada de pampsiquismo sustentam que todas as partes da matéria implicam algum nível de mentalidade, ou que tudo não seja mais do que simples véu de um reino infinito de vida mental. Por isso o mundo deveria ser concebido como um organismo vivo e animado, que também possuiria alma. A humanidade seria tão somente uma pequena parte de um cosmo a ser compreendido em termos antropomórficos.

A versão mais atual dessa corrente toma um efeito bem conhecido em nível macroscópico – “que nós somos conscientes” – e o expande para baixo, ao nível subatômico, afirmando que a matéria é intrinsecamente “mentalizada”. Por isso, para Wendt o psiquismo se opõe ao materialismo, ao idealismo, e também ao dualismo. Mente e matéria constituiriam uma dualidade – não um

³ “Quero concluir com uma enfática declaração: sejam quais forem suas virtudes explicativas, a coerência, o alcance e a simplicidade da hipótese quântica fazem com que ela seja *elegante demais para não ser verdadeira*” (WENDT, 2015, p. 293). Ver também RICHE (2012).

dualismo – por emergência de algo subjacente que nem é mental, nem material, diz WENDT (2015, p. 31)⁴.

No entanto, o próprio WENDT (2015, p. 112) sugere que os pampsiquistas adotem um adesivo com os dizeres “*no matter without mind, no mind without matter*”, lembrando do livro de SKRBINA (2005, p. 114), que assim parafraseou Goethe. Então, parece duvidosa a tão radical oposição enfatizada anteriormente ao materialismo, ao idealismo e ao dualismo. Um exagero que talvez pudesse ter sido evitado caso Wendt também tivesse examinado outro livro de SKRBINA (2009), e, especialmente, o de BRÜNTRUP & JASKOLLA (2016), ou mesmo o de SEAGER (2019). Afinal, existem vários materialismos e não apenas um, como supõe Wendt em todo o seu livro.

Mesmo que o pampsiquismo se distinga do vitalismo, um tende a levar ao outro, pois o segundo propugna a existência de um impulso, de natureza imaterial, diferente das forças físicas ou interações físicoquímicas conhecidas, como se fosse o determinante de todos os fenômenos relativos aos seres vivos. A rigor, algo tão semelhante à ideia de alma, que torna toda visão que se sirva de tal palavra necessariamente vitalista.

Mais importante, contudo, é frisar que a decorrente proposta de um “vitalismo quântico” ilumina um problema bem mais geral. Pois adesão a uma conjectura que em princípio é realista e materialista - como é o caso da ORCH OR – empurra um analista do calibre de Alexandre Wendt ao seu inverso. Ou seja, mesmo fora de amálgamas com ideias espiritualistas orientais, a física quântica favorece especulações ultraidealistas, que ostensivamente fletam com o esoterismo.

Resta saber se o conhecimento científico sobre o fenômeno da consciência obteve algum avanço baseado na teoria quântica. E este é mais um motivo para que a aposta de Wendt seja descartada. A resposta é

⁴ “O pampsiquismo toma um efeito conhecido no nível macroscópico – que somos conscientes – e reduz sua escala para o nível subatômico, significando que a matéria é intrinsecamente *mentada* [*minded*]. Com este princípio da Mentalidade Fundamental, o pampsiquismo se opõe não só ao materialismo, mas também ao idealismo e ao dualismo. [...] *Mente e matéria constituem um dualidade* [*duality*], não um dualismo [*dualism*], e argumentarei que tal dualidade emerge de uma realidade subjacente que não é nem mental, nem material (uma visão conhecida como monismo neutro).” (WENDT, 2015, p. 31).

completamente negativa se a referência for a Associação para o Estudo Científico da Consciência (ASSC), que em junho de 2016 realizou sua 20ª reunião anual em Buenos Aires,⁵ ou a imensa coletânea *The future of the brain* (MARCUS & FREEMAN, 2014).

A irrelevância, não apenas da hipótese da mente quântica, mas da própria teoria quântica, para a pesquisa sobre a consciência também se confirma em consultas aos periódicos que refletem o estado da arte nesse campo de pesquisa. O *Trends in Cognitive Sciences*, por exemplo, publicou em novembro de 2014 um balanço, assinado por oito dos principais expoentes da área, no qual foi enfatizada a necessidade de se distinguir “ideias rigorosas, testáveis e científicas de especulações bizarras sobre a natureza da consciência – tais como a visão de que os elétrons são conscientes – que podem facilmente atrair a atenção da mídia, mas que não são baseadas em pesquisa empírica” (BLOCK et al., 2014, p. 557).

Claro, não faltarão filósofos para colocar em dúvida que alguém saiba o que realmente é a experiência consciente. E não poderia ser mais singelo o argumento dos seus colegas convictos do inverso: sabe-se o que ela é porque tê-la é conhecê-la. E para quem mesmo assim insiste em questionar o que se sabe sobre a consciência, esses pés-no-chão se valem da resposta atribuída a Louis Armstrong a um repórter que lhe perguntou o que seria o jazz: “Se você precisa perguntar, você nunca vai saber.”⁶

Pior: ao enveredar pelo pampsiquismo, e pelo que chama de “vitalismo quântico”, a *démarche* de Wendt implica ao menos mais três sérios problemas.

O primeiro é que esse encadeamento de ideias não encontra respaldo no âmbito da comunidade científica que lida com a teoria quântica. É muito significativo seu efusivo agradecimento ao apoio entusiasmado de Hameroff, e a omissão sobre a desconfiança de Penrose, um dos dois (talvez principal) proponentes da ORCH OR. Como já foi insinuado, essa especulação faz muito

⁵ Consultar o sítio <http://www.theassc.org/>

⁶ A frase é na verdade do músico de jazz Thomas “Fats” Waller: “*Lady, if you got to ask, you ain’t got it*” (“Senhora, se você tem que perguntar, você não entendeu [não a tem]”). Apareceu no *Washington Post* de 17 de julho de 1947 (SHAPIRO, 2006, p. 796).

mais sucesso entre os que se inclinam ao misticismo quântico, na linha de Hameroff.⁷

O segundo é que o livro enfatiza, desde o início, que a área mais avançada da aplicação da física moderna à psicologia é a “teoria quântica da decisão” (WANG et al. 2013), pois ela já explicaria fenômenos normalmente considerados anômalos, como os estudados pelo célebre psicólogo Daniel Kahneman e seu parceiro Amos Tversky. Mas essa exitosa teoria da decisão faz absoluta questão de explicitamente rejeitar a hipótese da mente quântica.⁸

Ainda mais estranho, contudo, é o terceiro problema: o fato de Wendt não ter chegado a explicar, de forma minimamente inteligível, por que uma confirmação da hipótese ORCH OR teria o dom de unificar as ciências físicas e sociais. Tamanha extrapolação talvez tivesse sido mais persuasiva se, ao menos, houvesse no livro alguma abordagem da travessia do micro para o macro. Isto é, do quântico para o clássico, cuja solução parcial – quase unanimemente aceita – é a recente teoria da descoerência, tema básico da próxima seção.

3. Teoria quântica e darwinismo

Há na física quântica uma incógnita que precede qualquer tipo de discussão sobre sua possível pertinência para pesquisas a respeito do problema mente/corpo, da consciência, da intencionalidade, etc. Aliás, deve preceder qualquer outra consideração de suas muitas “interpretações” e abordagens

⁷ Ótimo exemplo está no capítulo “Quantum quackery”, de Michael SHERMER (2016, p. 149-52), em seu livro *Skeptical*, que reúne textos da coluna mensal que aparecia na revista *Scientific American*. Depois de um protesto enviado por Hameroff, o autor acrescentou: “Todavia, dado que ainda não se entende como a atividade molecular nos neurônios se traduz em consciência, fazer com que efeitos quânticos saltem da escala molecular para processos de pensamento e experiência mental, me parece algo que não tem apoio nos dados disponíveis.” (SHERMER, 2016, p. 152).

⁸ “Dado o estágio ainda incipiente da pesquisa sobre cognição quântica, é importante notar que ela difere das abordagens que literalmente tratam o cérebro (ou partes dele) como sistemas quânticos ou como computador quântico (Hameroff & Penrose, por exemplo). Em contraste, nossa abordagem aplica princípios matemáticos abstratos da teoria quântica para investigações em ciência cognitiva.” (WANG et al., 2013, p. 673)

filosóficas. Além disso, é uma incógnita de fácil entendimento, por mais complicados, complexos, áridos e obscuros que possam ser os discursos sobre o assunto.

A todos os fenômenos materiais macroscópicos explicados pela física clássica correspondem outros do substrato subnanométrico, que por um século tem sido pesquisado com razoável sucesso. Por isso, é muito esquisito que se possa dar pouca atenção a essa travessia da fronteira entre o quantum e o clássico, domínio que tem sido chamado de “transição quântico-clássico”. Muito bem sintetizada na pergunta do editor da *Nature* Philip BALL (2008, p. 22): “como o nosso mundo clássico emerge dos contraintuitivos princípios da teoria quântica?” (ver também BALL, 2004).

Não há como exagerar, portanto, sobre o imenso avanço que representou a explicação hoje amplamente aceita de “descoerência induzida pelo ambiente”. A perda de comportamento quântico é causada pelas interações das partículas com seu ambiente. Os efeitos quânticos, como o comportamento ondulatório dessas partículas, são de certa forma “diluídos” pelas interações entre elas e seu ambiente. Tais interações fazem com que uma partícula e seu ambiente se “enredem”, se “embaralhem”, se “embaracem”, ou se “emaranhem”. As propriedades dessa partícula deixam de ser intrínsecas, passam a depender do seu ambiente.

Isso significa que, para se poder observar qualquer comportamento quântico, é necessário impedir a descoerência, isolando ao máximo possível a coisa de seu ambiente. Não é por outra razão que fenômenos quânticos só podem ser observados em laboratório: são muito frágeis e facilmente destrutíveis pela descoerência, um processo de sentido único, irreversível. Uma vez que tenha apagado/suprimido o caráter quântico, não há como recuperá-lo. E as taxas de descoerência aumentam exponencialmente conforme as partículas do sistema se multiplicam.

É inevitável que se pergunte, portanto, que tamanho poderia atingir um sistema quântico antes que a descoerência se imponha e ele se torne um sistema clássico. Há moléculas grandes e simétricas, com sessenta átomos, por exemplo, que manifestam efeitos de interferência quântica de tipo ondulatório, mas que podem ser eliminados, ou extintos, se as moléculas forem forçadas a circular em algum gás para que as colisões provoquem a descoerência.

Por outro lado, o tempo necessário à descoerência é curtíssimo. Para que ocorra, basta que num sistema haja interação de algumas moléculas com

alguns fótons. Não obstante, já foi possível fazer com que tal processo fosse “capturado”, graças a experimentos dos mais astuciosos. Com eles a transição entre os comportamentos quânticos e clássicos deixou de ser um *no man’s land* (terra de ninguém) experimental, nas palavras de Étienne KLEIN (2014, p. 154).

O principal artífice dessa proeza foi um dos dois agraciados com prêmio Nobel de Física de 2012, Serge Haroche, professor do Collège de France. Segundo ele, realizar esse tipo de experimento é um desafio “divertido e excitante”. Um raro prazer observar *in vivo* a dança dos átomos e dos fótons que “obedecem de maneira tão perfeita às injunções da teoria quântica” (HAROCHÉ, 2003, p. 133-34).

Em conferência de 2004 – que infelizmente deixou de estar acessível na rede – Haroche mencionou que suas observações sobre a descoerência faziam lembrar a teoria darwiniana da seleção natural, muito embora “sem competição por recursos escassos ou reprodução sexual” (o que indica desconhecimento sobre a teoria darwiniana).

Todavia, um ano antes esta comparação já havia começado a intrigar o físico americano de origem polonesa Wojciech H. Zurek, do Los Alamos National Laboratory, autor, em 1991, de um dos pioneiros artigos sobre a descoerência.⁹ Desde 2003 é ele quem vem se dedicando a uma interpretação explicitamente darwiniana da transição do quântico para o clássico (ZUREK, 2003, 2007, 2009). E não se trata de mera analogia, mas sim de uma abordagem que já deixou de ser apenas teórica. Trabalhos recentes com colegas de sua equipe relatam os avanços de testes experimentais (ZWOLAK et al., 2009, 2016). E ao menos uma boa dezena de artigos de outros grupos de pesquisa sobre essa tese do “darwinismo quântico” foi publicada em periódicos científicos.

O que é, então, esse “darwinismo quântico” abordado nesses trabalhos?

Nas interpretações quânticas mais tradicionais, só a mensuração conduzida por um observador humano provoca o fim da chamada “superposição”. A partir daí ele se mostra em um chamado “autoestado”. E a grande dificuldade é conseguir isolá-lo, para tentar observar essa transição a um único estado. Em condições normais de temperatura e densidade, basta um

⁹ Cf. ZUREK (1991). A avaliação sobre pioneirismo nessa questão é suficientemente complicada para que a passagem exija o plural. Duas ótimas abordagens históricas sobre as origens da teoria da descoerência são FREIRE (2011) e FREITAS (2011).

instante para que uma grama de matéria realize essa transição. Lapso que diminui com o aumento da magnitude do sistema.

Todavia, desde que foi amplamente aceita a teoria da descoerência, considera-se que não é apenas a observação humana que desencadeia o fenômeno, mas sim as circunstâncias que costumam ser descritas, em geral, como a interação com o ambiente. Pois bem, após a interação do sistema quântico com seu ambiente, descrito de maneira quântica, aplica-se um “traço parcial” para eliminar as variáveis da descrição do ambiente, e o resultado é uma mistura estatística de “estados de ponteiro” (*pointer states*). A transição para um único desses estados de ponteiro é ainda uma questão em aberto, mas Zurek considera que acompanhar a “seleção darwiniana” da informação deixada por esses estados no ambiente pode contribuir para uma solução deste problema da medição.

A contribuição original de ZUREK (2003, p. 1) foi sugerir que uma “seleção de estados preferidos ocorre como resultado da ‘propaganda seletiva’ [*selective advertising*], uma proliferação da informação sobre os estados de ponteiro estáveis em todo o Universo. Esta visão da emergência do clássico pode ser considerada como uma *seleção natural* (darwiniana) dos estados preferidos.”

Ou seja, partindo de suas origens quânticas, a emergência da realidade clássica ocorre por uma espécie de filtragem dos estranhos estados quânticos. Só uma minoria deles se mostra capaz de transitar para a realidade clássica. Tudo como se essa fosse a minoria mais apta, capaz de evoluir.

É claro que isso tem muito pouco – talvez quase nada – a ver com a abordagem biológica da evolução. Todavia, mesmo que a imensa contribuição de Darwin tenha resultado da observação empírica e da reflexão sobre a vida, o esquema que ele acabou revelando pode ter um alcance muito maior. Um princípio filosófico que – conforme Ernst MAYR (1998, 2005, 2006) – pode ter uma simples definição: variação aleatória com seleção de unidades de instrução replicadas sob pressão do ambiente. Ou ainda, como prefere o filósofo Daniel DENNETT (1995): teria faltado a Darwin o termo preciso para descrever seu achado, pois havia descoberto o poder de um algoritmo.

Parece bem melhor, contudo, enfatizar que se trata de uma “conjectura”, como fazem HODGSON & KNUDSEN (2010). Para eles, seleção significa que, em sistema populacional complexo, algumas entidades tendem a se adaptar mais do que outras, algumas tendem a sobreviver mais tempo do que

outras, e algumas se mostram mais aptas do que outras na geração de proles/crias ou de cópias de si mesmas.

Isso implica que todos os componentes do posterior conjunto de entidades são bastante similares a uma parte dos componentes do conjunto anterior. Mais: que as resultantes frequências das entidades posteriores têm relação de causa/efeito com a aptidão (*fitness*) das anteriores ao contexto ambiental.

Em persuasivo esforço demonstrativo de que a conjectura darwiniana é válida tanto para sistemas vitais quanto sociais, Hodgson & Knudsen formularam muitas outras noções complementares. Mas, como a essência do darwinismo é a ideia de seleção de unidades de instrução replicadas, o que parece mais importante é saber que para eles os replicadores são: genes e príons no âmbito biológico; e hábitos, rotinas e costumes no âmbito social.¹⁰

Mas, as ideias de Darwin continuam a ser classificadas como algo que pertence exclusivamente às biociências. Como os próprios biólogos nem sempre as conhecem o suficiente, o que dizer de físicos diante da abordagem Zurek?

4. Aproximação epistemológica

É comum que a principal divisão entre as ciências seja a que opõe as “da natureza” às demais. Alguns até exageram ao considerar que existam apenas “ciências exatas e ciências do homem” (PARROCHIA, 1997). Melhores abordagens costumam distinguir, no interior das “da natureza”, ao menos os

¹⁰ Tratar de forma abrangente os conceitos de variação, seleção e hereditariedade tem sido o projeto comum de quatro abordagens: “metafísica darwinista”, “teoria da seleção universal”, “darwinismo generalizado” e “darwinismo universal” (aliás, confusamente misturadas na página da Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Darwinism). Faz parte do movimento “darwinismo universal” o pesquisador independente John CAMPBELL, que em 2014 lançou o livro *Darwin does physics*, no qual, além das contribuições de Zurek, destaca as do holandês Gerardus ‘t Hooft, prêmio Nobel de 1999 (interações eletrofracas), e do estadunidense Lee Smolin (gravidade quântica). Ver sítio <http://www.universaldarwinism.com/>, e também CAMPBELL (2010).

domínios do vivo e da matéria inorgânica, separando as ciências em três “ordens”: a físico-química, a da vida e a humana (ANDLER, FAGOT-LARGEAULT & SAINT-SERNIN, 2002).

Contudo, para os objetivos desta reflexão é incomparavelmente mais pertinente e esclarecedora a visão de Mayr sobre a crucial fronteira entre as exatas e as históricas, já que, ao contrário do que ocorre nas ciências físicas e químicas, as teorias das humanidades se baseiam muito mais em conceitos do que em leis. E o cerne dessa clivagem está no interior das biociências, pois a biologia funcional é parte das ciências exatas, enquanto a biologia evolucionista pertence às ciências históricas.

Como não poderia deixar de ser, uma aproximação epistemológica entre as ciências tem muito mais chance de ocorrer primeiro em cada um desses dois grandes subconjuntos apontados por Mayr, do que entre eles. E, de fato, foi do lado das ciências históricas que tal aproximação mais avançou, desde que passou a ser conscientemente organizada por pesquisadores influenciados pelo poder heurístico da conjectura darwiniana. Principalmente, mas não só, entre os de disciplinas biológicas e sociais, como mostram três sociedades científicas criadas em meados da década de 1980.¹¹

Porém, talvez seja tão ou mais significativo o que vem ocorrendo nas Ciências Cognitivas, particularmente nas Neurociências. Depois de ter recebido o prêmio Nobel de Medicina, em 1972, Gerald M. Edelman consagrou uma série de livros a explicações sobre o *darwinismo neural* (cf. EDELMAN, 1987, 1992, 2004, 2006).

Paralelamente também há no interior da biologia evolucionária um processo de mudança no pensamento sobre hereditariedade, tão rápido e significativo que chega a ser considerado “revolucionário”. Parece prenunciar o surgimento de uma nova síntese, que desafia a visão centrada no gene, até há pouco absolutamente dominante. As principais constatações são essencialmente quatro: a) há mais coisas na hereditariedade do que genes; b) em sua origem,

¹¹ Psicólogos e antropólogos se juntaram a biólogos para fundar a *Human Behavior and Evolution Society* (HBES), que lançou o periódico *Evolution & Human Behavior* como sucessor do *Ethology & Sociobiology*. Pesquisadores dessas três disciplinas também se associaram a ecólogos na *International Society for Behavioral Ecology* (ISBE), que publica o *Behavioral Ecology*. E economistas fundaram a *International Joseph A. Schumpeter Society* (ISS), que edita o *Journal of Evolutionary Economics*.

certas variações hereditárias não são aleatórias; c) algumas informações adquiridas são herdadas; d) mudanças evolutivas podem resultar de instrução, assim como de seleção.¹²

Tais assertivas parecem pura heresia para quem tenha como referência a versão mais vulgar da teoria da evolução de Darwin, sempre reduzida à adaptação que ocorre por meio de seleção natural de variações genéticas aleatórias. No entanto, a biologia molecular tende a mostrar que estão erradas muitas das suposições sobre o sistema genético. Já mostrou, por exemplo, que as células são capazes de transmitir informação às células-filhas por herança não relacionada ao DNA (epigenética).

Tudo parece indicar que os organismos tenham ao menos esses dois sistemas de hereditariedade. Além disso, há muita informação transmitida entre animais por meio de comportamentos, o que lhes confere um terceiro sistema. E os humanos teriam quatro, pois uma herança baseada em símbolos – particularmente a linguagem – desempenha papel crucial em sua evolução.

Surge, portanto, uma visão muito diferente do materialismo darwiniano quando se leva em conta esses quatro sistemas de herança e as interações entre eles, pois mudanças induzidas e adquiridas também têm papéis na evolução. As heranças epigenética, comportamental e simbólica também fornecem variações sobre as quais pode atuar a seleção natural. Por isso, não é mais possível reduzir hereditariedade e evolução ao sistema genético.

São duas novidades fundamentais para as humanidades. Primeiro, a afirmação de que a terceira dimensão – comportamental - pode ser tratada separadamente da primeira (genética), pois contraria a forte tendência - talvez ainda dominante entre evolucionistas que estudam comportamentos humanos – de tentar reduzi-los à sua base genética. A outra é que a frequência de comportamentos socialmente aprendidos durante a mudança cultural varia muito, por ocorrer em complexos sistemas socioambientais.

Há interação entre três tipos de herança no sistema comportamental: por transferência de substâncias; por aprendizado socialmente mediado pela observação de indivíduos mais experientes; e por imitação. Exemplos desses três tipos de herança são, respectivamente: a formação de preferências alimentares, o processo de aprendizado nos primeiros dias de vida, e a imitação

¹² Embora seja farta a literatura sobre essa questão, as principais referências só podem ser os trabalhos de Eva JABLONKA & Marion J. LAMB (2005, 2007).

vocal. Mas a mais radical diferenciação dos humanos ocorreu porque outro modo de transmissão, além desses três tipos de herança comportamental, evoluiu e assumiu o controle: a transferência maciça de informação mediante símbolos. O que mais distingue a evolução humana é, portanto, a consciência e capacidade de comunicar tanto sua história pretérita (mítica ou real) como necessidades e ambições futuras.

Por outro lado, passou-se a negar, também, que as possibilidades de cooperação entre as pessoas dependam direta e exclusivamente de sua proximidade genealógica. Deve ser minimizada a ideia de “aptidão inclusiva”, baseada em “seleção de parentesco”, que, desde 1964, se tornara monopolizadora no campo da biologia evolucionista voltada a essa questão. O derivado padrão “toma-lá-dá-cá” é apenas uma das três modalidades de cinco dinâmicas de cooperação evidenciadas. Esse padrão é a manifestação rudimentar do que passou a ser chamado de “reciprocidade direta”. Mas, eventual passo em falso pode engendrar uma segunda chance, em estratégia apelidada de “toma-lá-dá-cá generoso”, a origem evolutiva do perdão. E desdobramentos ainda mais sofisticados revelaram a existência de uma terceira forma de reciprocidade direta, na qual o agente inverte sua atitude anterior quando nota que as coisas vão mal, mas logo depois volta a cooperar.¹³

Todas essas novidades teóricas sobre os determinantes da hereditariedade e da cooperação certamente contribuirão para o avanço do processo de aproximação epistemológica que teve início nos anos 1980. Tanto pela emergência de uma nova síntese, muito mais abrangente que a “moderna”, como testemunha a coletânea editada pelos teóricos PIGLIUCCI & MÜLLER (2010); quanto pela expansão da “epistemologia evolutiva”, como mostra o historiador Adam TIMMINS (2016).

Todavia, há ao menos duas grandes forças contrárias que, com certeza, funcionarão como sérios freios: uma historicamente justificada resistência nas ciências sociais (especialmente na sociologia) e uma salutar dúvida no plano filosófico.

Por ao menos um século (1871-1971) a assimilação do darwinismo pelas humanidades foi radicalmente inviabilizada pelas incipiências e

¹³ Aqui as referências fundamentais só podem ser os trabalhos de Martin NOWAK (2006, 2011, 2012). E também, é claro, seu contestadíssimo artigo com Corina Tarnita e Edward O. Wilson (NOWAK, TARNITA & WILSON, 2010).

precariedades que caracterizaram os dois lados. Até a “síntese moderna” (1936-1950), o darwinismo era demasiadamente especulativo e – com raríssimas exceções – as iniciativas de adotá-lo em análises das sociedades humanas não poderiam ter sido mais funestas.

Algumas dessas iniciativas contribuíram muito para a posterior demonização ideológica do “darwinismo social”. Houve mesmo um período em que o simples emprego do termo “evolução” poderia trazer sério risco à reputação intelectual do pesquisador social que o balbuciasse.¹⁴

Ou seja, por ao menos cem anos foram desastrosas quase todas as iniciativas de usar as ideias de Darwin e Wallace para entender os humanos e suas sociedades. E as mais notáveis – que deram origem ao repugnante “darwinismo social”, e ao hediondo crime da eugenia – só poderiam ter levado as humanidades a recusar qualquer convite para que a relação fosse reavaliada. Nesse sentido, é até surpreendente que a resultante “biofobia” não tenha impedido que nos anos 1980 algumas noções darwinianas começassem a ser vistas como algo que não se restringe às biociências.

Ainda mais pertinente que essa lamentável (mesmo que compreensível) resistência biofóbica entre os cientistas sociais parece ser, contudo, a dúvida sobre o poder heurístico do materialismo darwiniano, debatida por alguns dos melhores filósofos contemporâneos. Especialmente na atual e complicada discussão que opõe Thomas Nagel a Sharon Street.

Para STREET (2006, 2009), o darwinismo está tão consolidado no âmbito científico, que deveriam ser descartadas abordagens filosóficas a ele incompatíveis, especialmente o “realismo moral”. Já NAGEL (2012), como Wendt um adepto do “monismo neutro”, não vê como se poderia acreditar na “concepção materialista neodarwiniana” para a origem e para a evolução da vida. Não é plausível, enfatiza, que a vida como a conhecemos resulte de uma sequência de acidentes físicos e de um mecanismo de seleção natural.

O ceticismo de Nagel em relação ao materialismo darwiniano não se baseia em alguma crença religiosa, ou em convicção sobre qualquer outra alternativa. Apenas na constatação de que as evidências disponíveis – mesmo que sejam ou tendam a ser consensuais na comunidade científica – não são

¹⁴ Vale lembrar que a partir de 1908 Thorstein Veblen foi levado a retirar o termo evolução do subtítulo de sua *Teoria da classe ociosa*, e que nos anos 1930 seus discípulos lançaram explícitas rejeições ao darwinismo. Cf. VEBLEN (1983).

suficientes para que a elas se subordine a incredulidade do senso comum. E isso é principalmente verdade no que se refere à origem da vida.

Para o escopo deste artigo seria uma grande digressão ir além na explicação dessa divergência. Principalmente porque a razoável dúvida levantada por Nagel sobre a capacidade de o materialismo darwiniano explicar origens (da vida, da mente ou do cosmo) não impedem que venha a se generalizar sua conjectura central que tende a aproximar biociências e humanidades, já que ela não pretende explicar origens.

Aliás, o próprio Nagel começa sua argumentação pelo reconhecimento de que substantivas descobertas científicas não dependem de respostas para as questões cosmológicas que o preocupam, pois estas se referem muito mais à “visão de mundo” do que à prática da pesquisa. O que sugere que a razão está com Street, e não com ele.

5. À guisa de conclusão

Esta seção seria até dispensável se o texto não contivesse uma ambiguidade que agora pode ser desfeita, e se não fosse necessário mencionar implicações teóricas que, com certeza, exigirão um outro artigo.

A ambiguidade se refere ao uso indistinto das variações terminológicas “materialismo darwiniano” e “darwinismo”, além de uma menção ao que seria, segundo Thomas Nagel, uma “concepção materialista neodarwiniana”.

Para limpar o terreno é melhor que o esclarecimento comece por essa questão do prefixo “neo”. “Neodarwinismo” foi a etapa anterior à síntese moderna, batizada pelo biólogo George John Romanes (1848-1894), e essencialmente marcada pela influência do zoologista e citologista alemão August Weismann (1834-1914). Como acumulara evidências contrárias ao lamarckismo, postulou que a reprodução sexual (recombinação) cria a cada nova geração uma nova variação populacional. A seleção natural atuaria nessa nova variação, determinando assim o curso da mudança evolucionária. Houve, contudo, completa ruptura com esse esquema no período 1936-1950, pela incorporação de resultados de pesquisas em três áreas – genética, sistemática e paleontologia – que MAYR (2006, cap. 9) chega a chamar de “A Segunda Revolução Darwiniana”, embora também diga que tal síntese não foi

propriamente uma revolução científica e sim uma fusão de campos previamente mal divididos.

Esse é um importante fato histórico que escapou ao brilhante filósofo Thomas Nagel quando optou por empregar no subtítulo e em diversas passagens de seu livro a fórmula “concepção materialista neodarwiniana”, para no final apostar que esse heroico triunfo de teoria ideológica sobre o senso comum parecerá risível dentro de algumas décadas.¹⁵

Mesmo que este artigo seja o exato avesso de tal aposta, é preciso ressaltar um grande mérito da fórmula de Nagel: ela realça que se trata de uma concepção materialista, que exclui, portanto, qualquer inclinação por alguma variedade de idealismo, dualismo e monismo neutro. A etiqueta “darwinismo” não tem essa virtude, além de sempre ter carregado forte conotação doutrinária. A contribuição de Darwin se tornou o “darwinismo” a partir de 1889, com a publicação de livro com esse título por Alfred Russel Wallace, no qual foram reunidas suas conferências que atualizaram as descobertas feitas trinta anos antes pelos dois.

Tem sido amplamente aceita a consideração de Mayr de que qualquer referência contemporânea ao “darwinismo” implica combinação de algumas das seguintes cinco teorias: (a) *Evolução*: o mundo não é imutável, nem foi recentemente criado, e também não é perpetuamente cíclico; mas um mundo que está sempre mudando, onde os organismos se transformam na dimensão tempo. (b) *Origem comum*: todo grupo de organismos descende de um ancestral comum e todos os grupos de organismos, incluindo animais, vegetais e microrganismos, tiveram uma única origem na Terra. (c) *Multiplicação de espécies*: as espécies se multiplicam, separando-se em espécies filhas, ou, então, florescem pelo estabelecimento de populações fundadoras, isoladas geograficamente, e que a partir daí evoluem em novas espécies. (d) *Gradualismo*: a mudança evolutiva ocorre pela transformação gradual da população, e não pela produção rápida (saltacional) de novos indivíduos que representam um novo tipo. (e) *Seleção natural*: a mudança evolutiva ocorre pela produção abundante de variação genética em todas as gerações; os poucos indivíduos que

¹⁵ “[...] um triunfo heroico de teoria ideológica sobre o senso comum [...] Eu estaria disposto a apostar que o atual consenso do pensamento correto parecerá risível em uma ou duas gerações” (NAGEL, 2012, p. 128).

sobrevivem, devido a uma combinação particularmente bem adaptada de caracteres hereditários, dão origem à próxima geração.

Todavia, combinações de algumas dessas cinco teorias que não incluam o mais importante – e que nessa listagem só aparece por último – seriam versões demasiadamente diluídas do pensamento de Darwin, pois excluiriam a conjectura que justamente o distingue de outras concepções evolucionárias gradualistas que também admitem origem comum e multiplicação de espécies.

Evidentemente não é esse tipo de diluição do darwinismo que poderia estar engendrando aproximação epistemológica entre ciências tão distantes quanto antropologia, biologia, ecologia, economia, neurociências e psicologia, para só mencionar as principais. O que as avizinha é um materialismo que identifica o poder transversal daquilo que, vale repetir, é um princípio filosófico para Ernst Mayr, um algoritmo para Daniel Dennett, e uma genial conjectura para Geoffrey Hodgson: variação aleatória com seleção de unidades de instrução replicadas sob pressão do ambiente.

É importante notar que tal princípio, algoritmo ou conjectura envolve dois momentos essenciais: i) contradição entre, de um lado, o caráter aleatório da variação e, de outro, o caráter determinístico da pressão ambiental; e ii) surgimento das resultantes unidades de instrução. Um enunciado que remete a outras duas importantes noções, uma quase ausente das discussões filosóficas contemporâneas – a dialética – e outra, ao contrário, abusada pelo modismo: a emergência.¹⁶

Dialética não diz respeito apenas a antagonismos, como pretenderam no século passado diversas correntes filosóficas marxistas. Se os contrários estiverem em posição lógica de simetria, não há eliminação inovadora de um deles, muito menos superação sintética dos dois. Em vez disso, ocorre uma espécie de reprodução cíclica, ou ondulatória, da oposição básica (VEIGA, 2007, cap. 3, p. 89-125).

Emergência se refere essencialmente “a um estado de coisas no qual as propriedades de um certo domínio *não se reduzem* completamente às propriedades de outro domínio (seriam ‘autônomos’), apesar de serem, em

¹⁶ Vale registrar aqui objeção de parecerista anônimo: existiria – no máximo – uma “oposição” (em vez de “contradição”) entre variação aleatória e determinismo da pressão ambiental. Pode ser, mas são contrários que se nutrem um do outro, completando-se enquanto se opõem. Mais sobre este ponto em VEIGA (2018).

algum sentido, *produzidos* por este outro domínio (ou serem ‘dependentes’ deste)” (PESSOA, 2013, p. 22-26).

Ocorre que, nas últimas décadas, as discussões sobre o tema têm sido a tal ponto frenéticas, que o fenômeno passou a ser tratado de “emergentismo” e até ironizado como “a reemergência da emergência”. Assim, o entendimento de seus possíveis sentidos agora exige, ao menos, uma gigantesca taxonomia, como mostra o recente balanço proposto por SARTENAER (2016). De resto, emergência é um conceito central da ainda mais intrincada “teoria da complexidade” (CHRISTEN & FRANKLIN, 2002, p. 4).

Dialética e emergência/complexidade são, portanto, dois outros desafios teóricos da visão materialista darwiniana sobre o futuro das ciências apresentada acima que, com certeza, serão objeto de um próximo texto.

De qualquer forma, a falta desse duplo desdobramento não impede que as proposições centrais deste artigo sejam aqui veementemente reafirmadas:

a) se houvesse alguma chance de unificação ontológica das ciências, com certeza ela não seria engendrada pela hipótese da mente quântica;

b) é o materialismo darwiniano que está promovendo uma significativa aproximação entre as ciências, mas tão somente epistemológica.

Agradecimentos

O autor registra profunda gratidão pela ajuda que recebeu de amigos.

Submetido: 15.03.2017; Aceito: 23.09.2017

Referências bibliográficas

ANDLER, D.; FAGOT-LARGEAULT, A. & SAINT-SERNIN, B. (2002). *Philosophie des Sciences*. 2 vols. Paris: Gallimard.

- BALL, P. (2004). Natural selection acts on the quantum world. *Nature*, online: <https://www.nature.com/news/2004/041220/full/041220-12.html>
- (2008). Quantum all the way. *Nature* 453: 22-25.
- BLOCK, N.; CARMEL, D.; FLEMING, S.M.; KENTRIDGE, R.W.; KOCH, C.; LAMME, V.A.F.; LAU, H. & ROSENTHAL, D. (2014). Consciousness science: real progress and lingering misconceptions. *Trends in Cognitive Sciences* 18: 556-57.
- BRÜNTRUP, G. & JASKOLLA, L. (orgs.) (2016). *Panpsychism: contemporary perspectives*. Oxford: Oxford University Press.
- CAMPBELL, J.O. (2010). Quantum Darwinism as a Darwinian process. Online: <http://arxiv.org/abs/1001.0745>
- (2014). *Darwin does physics*. Scotts Valley (CA): CreateSpace. Online: <http://www.amazon.com/Darwin-Does-Physics-John-Campbell/dp/1503199436>
- CHRISTEN, M. & FRANKLIN, L.R. (2002). The concept of emergence in complexity science: finding coherence between theory and practice. *Proceedings of the Santa Fe Institute Complex Systems Summer School 2002*. Online: http://www.ini.uzh.ch/~markus/articles/Emergence_def.pdf.
- DENNETT, D.C. (1995). *Darwin's dangerous idea*. Nova York: Simon & Schuster. Em português: (1998). *A perigosa ideia de Darwin*. Trad. T.M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco.
- DEUTSCH, D. (1997). *The fabric of reality*. New York: Viking. Em português: (2000). *A essência da realidade*. Trad. B.R. Fernandes. São Paulo: Makron.
- (2011). *The beginning of infinity: explanations that transform the world*. New York: Penguin.

- EDELMAN, G.M. (1987). *Neural Darwinism: the theory of neuronal group selection*. New York: Basic Books.
- (1992). *Bright air, brilliant fire: on the matter of the mind*. New York: Basic Books.
- (2004). *Wider than the sky: a revolutionary view of consciousness*. New Haven (CT): Yale University Press.
- (2006). *Second nature: brain science and human knowledge*. New Haven (CT): Yale University Press.
- FREITAS, F. (2011). A descoerência emerge: os múltiplos caminhos de um novo fenômeno físico. In: FREIRE, PESSOA & BROMBERG, op. cit., p. 67-78.
- FREIRE Jr., O. (2011). Dissidentes quânticos: pesquisa em fundamentos da teoria quântica em torno de 1970. In: FREIRE, PESSOA & BROMBERG, op. cit., p. 35-66.
- FREIRE Jr., O.; PESSOA Jr., O. & BROMBERG, J.L. (orgs.) (2011). *Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física.
- HAMEROFF, S. (1994). Quantum coherence in microtubules: a neural basis for emergent consciousness? *Journal of Consciousness Studies* 1: 91-118.
- HAMEROFF, S. & PENROSE, R. (1996). Conscious events as orchestrated space-time selections. *Journal of Consciousness Studies* 3: 36-53.
- HAROCHE, S. (2003). Une exploration au coeur du monde quantique. In: CROZON, M. & SACQUIN, Y. (orgs.). *Un siècle de quanta*. Paris: EDP Sciences, p. 113-34.
- HODGSON, G.M. & KNUDSEN, T. (2010). *Darwin's conjecture: the search for general principles of social and economic evolution*. Chicago: University of Chicago Press.

- JABLONKA, E. & LAMB, M.J. (2005). *Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life*. Cambridge (MA): MIT Press. Em português: (2010). *Evolução em Quatro Dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. Trad. C. Angelo. São Paulo: Companhia das Letras.
- (2007). Précis of evolution in four dimensions. *Behavioral and Brain Sciences* 30: 353-92.
- KLEIN, É. (2004). *Petit voyage dans le monde des quanta*. Paris: Flammarion.
- LAUGIER, S. (2002). De la logique des sciences aux révolutions scientifiques. In: WAGNER, P. (org.). *Les philosophes et la science*. Paris: Gallimard, p. 964-1016
- MAYR, E. (1988). *Toward a new philosophy of biology: observations of an evolutionist*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- (2005). *Biologia: ciência única*. Trad. M. Leite. São Paulo: Companhia das Letras. Original: (2004). *What makes biology unique?* Cambridge (GB): Cambridge University Press.
- (2006). *Uma ampla discussão: Charles Darwin e a gênese do moderno pensamento evolucionário*. Trad. A.C. Bandouk. Ribeirão Preto (SP): FUNPEC Editora. Original: (1991). *One long argument*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- MARCUS G. & FREEMAN, J. (orgs.) (2014). *The future of the brain: essays by the world's leading neuroscientists*. Princeton: Princeton University Press.
- NAGEL, T. (2012). *Mind and cosmos: why the materialist neo-Darwinian conception of nature is almost certainly false*. Oxford: Oxford University Press.
- NOWAK, M.A. (2006). Five rules for the evolution of cooperation. *Science* 314: 1560-63.

- (2011). *SuperCooperators: altruism, evolution, and why we need each other to succeed*. New York: Free Press.
- (2012). Why we help. *Scientific American* 307(1): 34-39. Em português: (2012) Por que razão nos ajudamos? *Scientific American Brasil* 123: 32-37.
- NOWAK, M.A.; TARNITA, C.E. & WILSON, E.O. (2010). The evolution of eusociality. *Nature* 466: 1057-62.
- PARROCHIA, D. (1997). *Sciences exactes et sciences de l'homme: les grandes étapes*. Paris: Ellipses.
- PENROSE, R. (1989). *The emperor's new mind*. Oxford: Oxford University. Em português: (1994). *A nova mente do rei*. Trad. W. Dutra. Rio de Janeiro: Campus.
- (1994). *Shadows of the mind: a search for the missing science of consciousness*. Oxford: Oxford University Press.
- PESSOA Jr., O. (1998). Can the decoherence approach help to solve the measurement problem? *Synthese* 113: 323-46.
- (2001). O sujeito na física quântica. In: Oliveira, E.C. (org.). *Epistemologia, lógica e filosofia da linguagem: ensaios de filosofia contemporânea*. Feira de Santana: Núcleo de Estudos Filosóficos – UEFS, p. 157-96.
- (2011). O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE, PESSOA & BROMBERG (eds.), op. cit., p. 279-300.
- (2013). Emergência e redução: uma introdução histórica e filosófica. *Ciência e Cultura* 65(4): 22-26.
- PESSOA Jr., O.; FREIRE Jr., O. & DE GREIFF, A. (2008). The Tausk controversy on the foundations of quantum mechanics: physics, philosophy and politics. *Physics in Perspective* 10: 138-62.

- PIGLIUCCI, M. & MÜLLER, G.B. (orgs.) (2010). *Evolution: the extended synthesis*. Cambridge (MA): MIT Press.
- RICHE, F.E. (2012). *A guinada quântica no pensamento de Alexander Wendt e suas implicações para a teoria das Relações Internacionais*. Tese de Doutorado, Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília.
- SARTENAER, O. (2016). Sixteen years later: making sense of emergence (again). *Journal for General Philosophy of Science* 47: 79-103.
- SEAGER, W. (org.) (2019). *The Routledge handbook of panpsychism*. New York: Routledge.
- SHAPIRO, F.R. (2006). *The Yale book of quotations*. New Haven: Yale University Press.
- SHERMER, M. (2016). *Skeptic: viewing the world with a rational eye*. New York: Henry Holt.
- SKRBINA, D. (2005). *Panpsychism in the West*. Cambridge (MA): MIT Press.
- (org.). (2009). *Mind that abides: panpsychism in the new millennium*. Advances in Consciousness Research, v. 75. Amsterdam: John Benjamins.
- STREET, S. (2006). A Darwinian dilemma for realist theories of value. *Philosophical Studies* 127: 109-66.
- (2009). Evolution and the normativity of epistemic reasons. *Canadian Journal of Philosophy* 39 (sup.1): 213-48.
- TIMMINS, A. (2016). Towards an evolutionary epistemology of history. *Journal of the Philosophy of History* 10: 98-115.
- VARZI, A.C. (2010). *Ontologie*. Trad. J.-M. Monnoyer. Paris: Les Éditions d'Ithaque. Original em italiano: (2005). *Ontologia*. Roma/Bari: Laterza.

- VEBLEN, T. (1983). *Teoria da classe ociosa: um estudo econômico das instituições*. Trad. O. Krähenbühl. Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural. Original em inglês: (1899). *The theory of the leisure class: an economic study in the evolution of institutions*. New York: Macmillan. (1908) *The theory of the leisure class: an economic study of institutions*.
- VEIGA, J.E. da (2007). *A emergência socioambiental*. São Paulo: Ed. Senac.
- (2018). A ciência em movimento. *Ciência e Cultura* 70(4): 4-7.
- WAGNER, P. (2002). Introduction. In: WAGNER, P. (org.). *Les philosophes et la science*. Paris: Gallimard, p. 9-65.
- WANG, Z.; BUSEMEYER, J.R.; ATMANSPACHER, H. & POTHOS, E.M. (2013). The potential of using quantum theory to build models of cognition. *Topics in Cognitive Sciences* 5: 672-88.
- WEINBERG, S. (1993). *Dreams of a final theory*. London: Vintage. Em português: (1996). *Sonhos de uma teoria final*. Trad. C. Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Rocco.
- WENDT, A. (2006). Social theory as Cartesian science: an autocritique from a quantum experience. In: GUZZINI, S. & LEANDER, A. (orgs.). *Constructivism and international relations: Alexander Wendt and his critics*. London: Routledge, p. 181-219.
- (2010). Flatland: quantum mind and the international system as hologram. In: ALBERT, M.; CEDERMAN, L.-E. & WENDT, A. *New systems theories of world politics*. New York: Palgrave Macmillan, p. 279-310.
- (2015). *Quantum mind and social science; unifying physical and social ontology*. Cambridge (GB): Cambridge University Press.
- ZUREK, W.H. (1991). Decoherence and the transition from quantum to classical. *Physics Today* 44(10): 36-47.

- (2003). Quantum Darwinism and envariance. Online: <http://arxiv.org/pdf/quant-ph/0308163.pdf>, 28 de agosto, p. 1-17. Publicado com alterações in: (2004). BARROW, J.D.; DAVIES, P.C.W. & HARPER, Jr., C.L. (orgs.). *Science and ultimate reality: quantum theory, cosmology, and complexity*. Cambridge (GB): Cambridge University Press, p. 121-37.
- (2007). Relative states and the environment: einselection, envariance, quantum Darwinism and the existential interpretation. Online: <https://arxiv.org/pdf/0707.2832v1.pdf>, 19 de julho.
- (2009). Quantum Darwinism. *Nature Physics* 5: 181-88.
- ZWOLAK, M.; QUAN, H.T. & ZUREK, W.H. (2009). Quantum Darwinism in a mixed environment. *Physical Review Letters* 103: 110402.
- ZWOLAK, M.; RIEDEL, C.J. & ZUREK, W.H. (2016). Amplification, decoherence, and the acquisition of information by spin environments. Online: <https://arxiv.org/pdf/1603.01916.pdf>.