

# Fisicalismo redutivo e sondas epistemológicas

Oswaldo Pessoa Jr.  
Departamento de Filosofia/USP

**Resumo:** A partir de uma metafísica naturalista, examina-se a questão de como exprimir o fisicalismo redutivo, que é distinguido de teses concernentes a um reducionismo teórico. Isso é feito a partir de uma “sonda epistemológica”, um observador abstrato com propriedades bem definidas. Para caracterizar diferentes afirmações do fisicalismo, define-se um “demônio escalar”. Exploram-se também possíveis simetrias entre espaço, tempo e escala. A abordagem alternativa do “método das cópias” também é apresentada.

**Palavras-chave:** fisicalismo, naturalismo, emergência, escala, redução, realismo

## 1. Introdução Terminológica: Fisicalismo

O *materialismo* é a tradição segundo a qual tudo que existe são entidades materiais. Concebe-se que a matéria é desprovida de alma ou de uma racionalidade intrínseca. Além disso, não haveria uma finalidade ou propósito na natureza. Isso resulta numa valorização da causação eficiente, e na concepção de mundo conhecida como “mecanicismo”, cujas nuances iremos evitar. Dois grandes problemas do materialismo, desde sua origem entre os atomistas gregos, têm sido explicar a perfeição da vida e explicar a alma (Lange, 1875).

Hoje em dia, a tradição materialista desembocou no que tem sido chamado *fisicalismo*, ou mais precisamente “fisicalismo realista”. Isso porque a física contemporânea se funda não só no conceito de matéria, mas também em conceitos como energia, entropia, campos, etc. Há inclusive versões do fisicalismo realista que não são materialistas, como o energeticismo do séc. XIX, que considera que o que chamamos matéria é fundamentalmente uma forma de energia.

Por “realismo” entendem-se visões de mundo que postulam teses a

BARRA, E. *et alii.* (orgs.) **Anais do III Encontro da Rede Paranaense de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência.** Curitiba: SCHLA/UFPR, 2005.

respeito da realidade, independentemente da presença ou não de um observador. Na passagem para o séc. XX, o materialismo, que fora reanimado pelos avanços na fisiologia e na biologia evolutiva, passou a ser ofuscado pela postura “descritivista” da tradição positivista, que considera que a ciência só deve atribuir realidade para aquilo que é observável. A questão sobre a natureza última da realidade, questão própria de uma metafísica da natureza, não teria importância dentro da tradição positivista.<sup>1</sup>

Um termo que pode ser usado para englobar tanto os fisicalistas quanto parte dos sensacionistas, como Hume, é *naturalismo*. Esta é uma atitude de valorização da nossa experiência, que se referiria a um mundo que possui uma certa unidade e segue leis, e não sofre ingerências de entidades antropomórficas como almas voluntariosas. É uma atitude que valoriza o conhecimento científico contemporâneo, levando em conta, por exemplo, os resultados da psicologia ao estudar problemas filosóficos (Lacey, 1995). O naturalismo é consistente com o ateísmo, o agnosticismo, o panteísmo (Deus se identificado com essa natureza) e com o deísmo (Deus não interfere na natureza). Uma *metafísica naturalista* buscaria entender a constituição do sujeito epistemológico a partir da natureza, opondo-se (mas sem necessariamente excluir) a uma metafísica do sujeito, que se fundamenta em intuições primeiras.

## 2. Reduccionismo

Para o fisicalismo realista, um ser humano é basicamente um amontoado de moléculas, organizadas de maneira complexa, e interagindo com um ambiente complicado. Mas o termo “basicamente” esconde uma ambigüidade. Será que somos “apenas” isso? O “fisicalismo emergentista” vai dizer que não: além de sermos feitos de moléculas, há propriedades novas que

---

<sup>1</sup> Dentro do movimento do positivismo lógico, buscou-se inicialmente reconstruir a ciência a partir de uma linguagem “fenomênica”, referente apenas às observações ou dados sensoriais (“sensacionismo”), mas depois considerou-se aceitável utilizar uma linguagem que se refira a coisas e a suas propriedades, linguagem essa que se chamou “fisicalista”. Esta acepção do termo fisicalismo é um tanto diferente da anterior, e poderia ser nomeada “fisicalismo descritivista”. Ela introduz uma tese metafísica mínima, a de que os objetos do mundo se

emergem da complexidade, como a vida e a consciência, que vão além das possibilidades de compreensão da físico-química. Tais propriedades não seriam redutíveis às propriedades das ciências físicas, e mesmo aspectos de nossa consciência não seriam redutíveis às leis da biologia. Mas o que significa “ser redutível”?

Existem vários usos do termo “reducionismo”. Em geral, designa a situação em que um domínio de fenômenos pode ser assimilado a um outro domínio aparentemente distinto (Dupré, 2000). A epistemologia dos positivistas lógicos buscava a “redução” de todas as proposições significativas a relatos de observações. Outro exemplo, no início do séc. XX, foi o projeto de “reduzir” a matemática à lógica. E na física, fala-se por exemplo em “reduzir” as leis dos gases às leis que regem os choques entre moléculas.

Em todos esses exemplos, o *reducionismo* é tomado como uma relação entre proposições lingüísticas, entre teorias, e não entre entidades reais. Reservemos pois o termo “fisicalismo” (dentro da concepção realista) para nos referirmos à realidade, às coisas-em-si, aos entes do mundo, independente da existência de seres humanos. Nesse sentido, estaria no domínio “ôntico”, que se distingue do propriamente “ontológico” (segundo a acepção de Heidegger, 1971, nota 14, p. 76).

Retomemos o exemplo da física, que é um exemplo prototípico de redução: a “micro-redução” da termodinâmica à mecânica estatística. O *conceito* de temperatura, no nível macroscópico, seria redutível ao de energia cinética de moléculas, no nível microscópico, de tal forma que leis macroscópicas, como a equação dos gases, poderiam ser deduzidas de leis microscópicas (Nagel, 1961, pp. 338-45). Nos exemplos de micro-redução, em geral há muitos micro-estados que correspondem a um único macro-estado. O termo “estado” é antes de tudo uma construção teórica, e nesta acepção o termo “redução” se aplica. Porém, quando se quer exprimir a situação que ocorre de fato no mundo (no nível ôntico), fala-se em diferentes *realizações*

---

comportam como coisas, ou seja, como objetos da física clássica (tese desafiada pela física quântica).

*físicas* (microscópicas) do (referente do) macro-estado (ver por exemplo Kim, 1998, p. 19).<sup>2</sup>

### 3. Ontologia Geral

A distinção terminológica entre ontológico e ôntico pressupõe uma postura realista. A atitude “descritivista” de um positivista identificaria esses dois domínios. Aceitando a distinção, o problema que surge é como seria possível fazer referência ao ôntico sem pressupor uma visão de mundo ou uma teoria (em termos das quais a referência seria “ontológica”). Como falar sobre a coisa-em-si?

Uma solução é admitir que nada pode se falar sobre o ôntico, mas, para todos os efeitos, colocar em seu lugar uma *ontologia geral* que seja consistente com as ontologias particulares das teorias físicas contemporâneas. O fisicalismo, então, referir-se-ia a esta ontologia geral, ao passo que considerações sobre reducionismo fariam referência explícita a ontologias de teorias científicas particulares.

Como então construir uma ontologia geral, esse “simulacro do ôntico”? Não podemos simplesmente importar a ontologia de nossas melhores teorias científicas porque não há um consenso sobre qual seja tal ontologia. Apesar de as teorias físicas contemporâneas terem comprovado sucesso prático, há uma *subdeterminação* das interpretações ontológicas dessas teorias com relação às próprias teorias. Por exemplo, a física quântica admite um <sup>a</sup> interpretação realista

---

<sup>2</sup> O exemplo que acabamos de ver pode ser classificado como um exemplo de *reducionismo teórico* ou entre teorias (SEARLE, 1997, p. 165; RUSE, 1995, p. 750): as leis e fenômenos descritos segundo uma teoria científica (como a termodinâmica) seriam *explicáveis* em termos de outra teoria (a mecânica estatística). Neste procedimento de redução, no entanto, afirma-se a identidade entre entidades de uma teoria e outra (no exemplo visto, entre temperatura e energia cinética média). Nesse sentido, alguns caracterizam tal procedimento como um *reducionismo ontológico* (Horgan, 1995): a tese de que as entidades, os tipos, as propriedades, os fatos postulados por uma teoria científica são idênticos a entidades de uma outra teoria. SEARLE (1997, p. 164), em sua classificação de cinco sentidos do termo “redução”, reserva o termo “redução ontológica de propriedades”. O que ele chama de “redução ontológica” (assim como RUSE, 1995), por exemplo a tese de que “cadeiras são nada exceto coleções de moléculas”, parece recair mais no domínio ôntico, de forma que reservaremos o termo *fisicalismo redutivo* para esta tese. Outro sentido importante do reducionismo, na ciência, é o *reducionismo metodológico*: independente de se de fato é possível efetuar um reducionismo ontológico detalhado, por exemplo entre processos psicológicos e neurológicos, a tese

ondulatória, em que as entidades fundamentais são ondas, mas também uma interpretação realista dualista, em que as entidades fundamentais são ondas e partículas (sem falar da interpretação positivista, que associa quadros ontológicos sem comprometimento com sua existência) (ver Pessoa, 2005). Qual seria então a ontologia geral a ser adotada em discussões sobre o fisicalismo?

A descrição da ontologia geral deve deixar em aberto questões subdeterminadas pelas teorias físicas. Além da questão da natureza corpuscular/ondulatória, outro ponto que não deve ser fechado é a suposição, geralmente feita em reconstruções conjuntistas da realidade (Hellman & Thompson, 1975), de que existem elementos básicos (*Ur-elementen*) na realidade. Mesmo reconhecendo que quarks, léptons e bósons de interação são entidades fundamentais do Universo, há evidências de que existe física interessante em níveis mais microscópicos ainda, quando a gravitação se unificaria com as interações forte e eletrofraca.

Outra questão em aberto é se a natureza é determinista ou estocástica. A própria definição de “determinismo” é de difícil formulação. Brevemente, é a tese de que o estado do Universo em um instante fixa ou determina o estado do Universo em qualquer instante futuro. As dificuldades desta definição envolvem estabelecer o que se entende por estado e como se dá a citada determinação. Poder-se-ia, por exemplo, dizer que o determinismo permite que *em princípio* se possa prever o estado futuro do universo, mas o que significa “em princípio”?

#### 4. Espaço, Tempo e Escala

Tendo em vista as limitações mencionadas, postularemos como *ontologia geral* para nosso Universo a existência de entidades (cuja natureza não será especificada) distribuídas no espaço e no tempo. Além disso, consideramos a existência de diferentes *escalas* no espaço e no tempo. Para o espaço, a escala designa diferentes tamanhos: microscópico, macroscópico

---

metodológica recomenda que o cientista, em sua prática, deva buscar descobrir tais conexões redutivas (RUSE, 1995).

etc. Para o tempo, a escala denota diferentes taxas de mudança (velocidades): rápida, lenta etc. Uma idéia heurística é considerar as escalas espacial e temporal como *dimensões* adicionais da física.

Temos assim uma ontologia geral com propriedades bem pouco específicas. Como podemos nos referir a esta realidade de uma perspectiva que não envolva um observador humano? Uma solução seria postular a existência (nessa realidade) de um sujeito abstrato, que observaria o mundo sem afetá-lo de maneira nenhuma.

## 5. Sondas Epistemológicas

Chamaremos tais observadores abstratos de *sondas epistemológicas*, cujas propriedades devem ser definidas de maneira precisa (em termos de um Universo que segue uma certa ontologia geral).

Um exemplo famoso seria o “demônio de Laplace”, que é utilizado para que se dê sentido à expressão “previsibilidade em princípio” usado na definição de determinismo. O demônio de Laplace teria as propriedades de “onisciência instantânea” (conhece o estado de todo o Universo em um instante temporal com resolução e acurácia perfeitas), “erudição científica” (conhece com exatidão as leis que regem o Universo – no caso, a mecânica clássica), “superinteligência” (é capaz de calcular, quase instantaneamente, fazendo uso da onisciência e da erudição, o estado de um Universo determinista em qualquer outro instante de tempo) e “não-distúrbio” (a existência da sonda não afeta de forma alguma o funcionamento da realidade).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Uma sonda epistemológica poderia ser usada para aumentar o poderio do “critério verificacionista de significado”, dos positivistas lógicos. A afirmação “há um tiranossauro dormindo no terreno ao lado” teria significado porque há uma receita para verificar sua verdade ou falsidade (qual seja, passear pelo terreno com os olhos abertos). Mas teria sentido a afirmação “havia um tiranossauro dormindo no terreno ao lado há exatamente 100 milhões anos atrás”? Ora, se supusermos um Universo determinista, poderíamos definir uma “sonda temporal”, com as propriedades de observação local e de não-distúrbio, que viaja para o passado, observa a situação no referido terreno, e retorna para o presente com a informação solicitada (tal caracterização teria que ser refinada para impedir viagens ao futuro ou para contemplar Universos indeterministas). A sonda temporal poderia nos auxiliar a exprimir diferentes hipóteses a respeito do início do tempo: segundo a teoria de Hawking-Turok, nossa sonda poderia rumar o quanto quiséssemos para o passado, antes de retornar. Uma modificação da sonda temporal poderia ser útil também para exprimir propriedades de histórias contrafactuais, em um mundo indeterminista. Suporíamos que esta “sonda contrafactual”

À medida que os “poderes” de semelhantes sondas forem se aproximando das capacidades humanas reais, chegaremos a sondas epistemológicas reais, como uma nave que rumo aos confins do Sistema Solar enviando-nos sinais de rádio.

## 6. Demônio Escalar

Podemos definir um “demônio escalar”, que resulta de uma restrição na propriedade de onisciência do demônio de Laplace. Suporemos que tal *demônio escalar* possa sondar diferentes escalas espaciais e temporais por meio de um “filtro”, que focaliza sua atenção numa escala específica, barrando qualquer informação concernente às outras escalas, acima e abaixo daquela sendo enfocada.<sup>4</sup> Para nossos propósitos, consideraremos que o demônio escalar possa observar duas escalas espaciais diferentes ao mesmo tempo, ou duas escalas temporais diferentes na mesma região espacial (alegoricamente, cada olho poderia usar filtros diferentes).

Um aspecto adicional de tal demônio envolve a *quantidade de informação* necessária para descrever o Universo em uma certa escala. Intuitivamente, é razoável considerar que a quantidade de informação necessária para descrever o Universo numa escala mais microscópica (ou numa escala temporal mais rápida) é *maior* do que a quantidade de informação necessária para descrevê-lo em uma escala mais microscópica (numa escala temporal mais lenta).

O que chamaremos *fisicalismo redutivo* afirma que a informação no nível mais baixo é *suficiente* para que o demônio possa computar o estado do mundo em um nível mais alto, no mesmo instante de tempo. O *fisicalismo*

---

pudesse ir para o passado de nosso mundo factual, até uma certa data inicial, e de lá ela rumaria para uma história diferente, até a data de hoje. De lá, então, ela poderia voltar para a data inicial; um problema seria que marcador ela usaria para encontrar novamente o nosso ramo histórico, trazendo-nos informações sobre mundos possíveis.

<sup>4</sup> O “demônio de Maxwell” utiliza semelhantes óculos para poder ver com resolução fotônica a posição de moléculas de um gás que se aproximam de uma portinhola, que ele controla sem dissipar energia. Uma propriedade essencial desta sonda epistemológica é que ela não consegue observar o mundo sem provocar um distúrbio ou, se conseguir, terá que apagar informações passadas em sua memória. Em ambos os casos, ela dissipa energia, o que é necessário para que possa adquirir informação sobre o mundo e diminuir a entropia do gás em questão.

*emergentista* negaria esta tese, mesmo considerando que o demônio escalar teria acesso ao Universo todo em cada escala particular (em outras palavras, o conhecimento do Universo todo numa escala microscópica não seria suficiente para sua superinteligência computar o estado do Universo em uma escala macroscópica).

## 7. Estruturas Temporais e Escalares

A idéia de considerar as *escalas* espacial e temporal como dimensões coloca o problema de se a *estrutura* das coisas, vistas sob as perspectivas das diferentes dimensões, são semelhantes. Um exemplo de semelhança ocorre para a relação de *determinação* entre eventos ou estados<sup>5</sup>. No tempo, a determinação entre eventos é a “causação” entre um evento anterior e um posterior; na escala, podemos tomar a “realização física” (refletida, na teoria científica, como um reducionismo ontológico) como a relação de determinação de um nível inferior para um superior. Essa *simetria* entre causação e redução pode ser estendida para estruturas mais complicadas.

Por exemplo, existe uma estrutura temporal de causação conhecida como “condição INUS” (Mackie, 1965; ver Fig. 1). Um certo efeito *E* pode surgir a partir de um conjunto suficiente de causas  $\{A, B, \dots\}$  ou também de um conjunto suficiente  $\{C, D, \dots\}$ . Isso é estruturalmente semelhante à “superveniência”, envolvendo realização múltipla, tanto na escala espacial quanto temporal. Na Fig. 1, o macro-estado *E* pode ser realizado tanto pelo conjunto de micro-estados  $\{A, B, \dots\}$  quanto por um outro conjunto  $\{B, C, \dots\}$ .

Porém, há também diferenças entre as duas situações, já que a relação de redução envolve uma mudança na quantidade de informação (medida pelo demônio escalar), ao contrário da causação – pelo menos em um mundo “reversível”.

---

<sup>5</sup> O termo “determinação” não deve ser confundido com “determinismo”. O primeiro é mais geral, exprimindo a situação em que o estado de uma região espaço-temporal-escalar restringe, mesmo que fracamente e probabilisticamente, o estado de outra região. “Determinismo” é uma situação de determinação forte e não-probabilística entre diferentes regiões temporais, ou seja, é um tipo de causação forte.

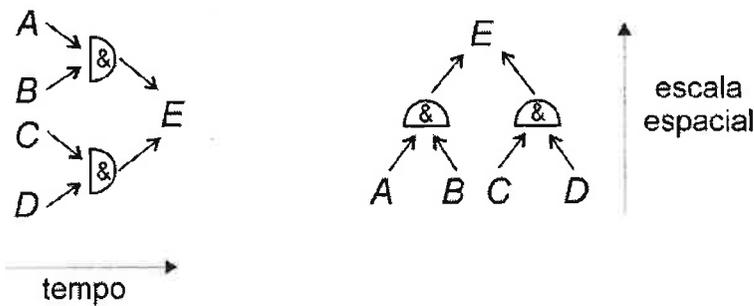


Figura 1: Comparação entre a estrutura causal INUS e as diferentes realizações físicas de um mesmo estado macroscópico.

O demônio escalar permite que se caracterize a tese da “causação descendente” sem comprometimentos essencialistas com a noção de “causalidade” (comprometimento este presente por exemplo na importante noção de causa como “capacidade”, Searle, 1997, p. 166). Consideremos um Universo estocástico (não-determinista). O demônio escalar, em posse agora da propriedade de erudição científica, observa um nível microscópico do Universo e computa o estado microscópico para o dia seguinte, com uma certa probabilidade  $p_1$  de acerto. Suponha agora que, além de observar inicialmente o estado microscópico, ele também observasse o estado macroscópico inicial. Se ao computar o estado microscópico do dia seguinte a probabilidade de acerto  $p_2$  for maior do que  $p_1$ , então esta situação confirmaria a tese da causação descendente. Em suma, defender ou negar a tese da causação descendente implica diferentes cenários para um Universo contendo um observador abstrato que satisfaz as propriedades do demônio escalar. Está claro que não temos como decidir qual dos dois cenários corresponderia à verdade, mas ao menos estipulamos um critério teórico para distingui-los.

## 8. Método das Cópias

A postulação de sondas epistemológicas pode ser vista como um artifício para se definir conceitos referentes a uma realidade para além da observação humana. Ela não exclui a fecundidade de outras estratégias de definição de conceitos, como o “método das cópias”.

Considere a definição de determinismo. Ao invés de postular o demônio de Laplace, pode-se proceder da seguinte maneira. Imagine que uma cópia

perfeita do Universo seja feita, e que esses dois Universos evoluam temporalmente de maneira independente. Se em qualquer instante posterior esses dois Universos estiverem sempre no mesmo estado, então a evolução é dita determinista.

Como procederíamos no caso da definição de fisicalismo reduutivo? Teríamos que imaginar que fosse feita uma cópia do Universo que fosse idêntica apenas em uma certa escala espacial microscópica, e em todas as inferiores. Neste caso, os dois Universos seriam necessariamente idênticos nas escalas superiores? Se sim, teríamos uma situação consistente com o fisicalismo reduutivo, ao passo que a negação desta identidade seria uma forma forte de fisicalismo emergentista. É interessante considerar uma tese emergentista mais fraca que fosse consistente com a identidade dos dois Universos: ela argumentaria que propriedades emergentes são determinadas pelas escalas inferiores, mas que mesmo assim estas propriedades seriam “novas” em relação às propriedades microscópicas.

A possibilidade de que os dois Universos considerados sejam diferentes seria o análogo escalar (espacial) ao indeterminismo na dimensão temporal. Tal situação de não-redutibilidade não parece ser contemplada pela física estatística clássica, que se utiliza de uma concepção bastante simples a respeito de como se dá a passagem de propriedades mais microscópicas para as mais macroscópicas, envolvendo médias e procedimentos de “grão grosso” (*coarse graining*). Em outras palavras, o demônio escalar se utilizaria destas leis de mudança de escala para computar o estado macro a partir do micro. Mas será que essas leis são *verdadeiras*? Será que elas não dependem da natureza última do espaço, por exemplo, se tal espaço tem a estrutura descrita pela análise matemática standard (que é o caso da física estatística clássica) ou se ele tem uma estrutura fractal, ou mesmo quântica (em um sentido a ser definido)? A princípio, tais leis de passagem de escalas parecem consistentes com o fisicalismo reduutivo, mas seria interessante explorar logicamente a negação desta tese.

## Agradecimentos

Este trabalho beneficiou-se dos comentários críticos de André Leclerc, Charbel El-Hani, Irinéa Batista, Julio Vasconcelos, Paulo Abrantes e Pim Haselager. Agradeço também aos organizadores do *III Encontro da Rede Paranaense de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência* pelo excelente fórum de discussão.

## Bibliografia

- DUPRÉ, J., "Reductionism", in Newton-Smith, W.H. (org.), *A Companion to the Philosophy of Science*. Oxford: Blackwell, 2000, pp. 402-4.
- HEIDEGGER, M., "Sobre a Essência do Fundamento", in *Sobre a Essência do Fundamento, A Determinação do Ser do Ente segundo Leibniz, Hegel e os Gregos*. Trad. e intr. de E. Stein, revisão de J.G.N. Moutinho. São Paulo: Livraria Duas Cidades, 1971, pp. 27-80. Original em alemão: 1929.
- HELLMAN, G.P. & THOMPSON, F.W., "Physicalism: Ontology, Determination, and Reduction", *The Journal of Philosophy*, v. 72, 1975, 551-64.
- HORGAN, T.E., "Reduction, Reductionism", in Kim, J. & Sosa, E. (orgs.), *A Companion to Metaphysics*. Oxford: Blackwell, 1995, pp. 438-40.
- KIM, J., *Mind in a Physical World*. Cambridge: MIT Press, 1998.
- LACEY, A., "Naturalism", in Honderich, T. (org.), *The Oxford Companion to Philosophy*. Oxford: Oxford University Press, 1995, pp. 604-6.
- LANGE, F.A., *The History of Materialism*. 3 vols. em um. Trad. E.C. Thomas. Nova Iorque: Arno Press, 1974. Original em alemão: 1ª ed.: 1866, 2ª ed. revisada, 1875.
- MACKIE, J.L., "Causes and Conditions", *American Philosophical Quarterly*, v. 2, 1965, 245-64. Republicado em Kim, J. & Sosa, E. (orgs.), *Metaphysics – An Anthology*. Oxford: Blackwell, pp. 413-27, 1999.
- NAGEL, E., *The Structure of Science*. Nova Iorque: Harcourt, Brace & World, 1961.
- PESSOA, O., "Mapa das Interpretações da Teoria Quântica", a sair em Martins, R.A.; Boido, G. & Rodríguez, V. (orgs.), *Filosofia y Historia de la Física*. Buenos Aires: AFHIC, 2005.

---

RUSE, M., "Reductionism", in Honderich, T. (org.), *The Oxford Companion to Philosophy*. Oxford: Oxford University Press, 1995, pp. 750-1.

SEARLE, J., *A Redescoberta da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.  
Original em inglês: 1992.