

A PRECEDÊNCIA DAS CAUSAS FÍSICAS

EM TRÊS VARIEDADES

THE PRECEDENCE OF PHYSICAL CAUSES

IN THREE VARIETIES

Renan Vieira de Sá Jardim

Doutorando em Filosofia no PPGLM da UFRJ

Bolsista da CAPES

<https://orcid.org/0009-0004-8637-224X>

<http://lattes.cnpq.br/4165573660137248>

renandesaj@gmail.com

Resumo: A legitimidade das causas em níveis superiores é ameaçada pela generalização do argumento da exclusão causal e pelo princípio do fecho causal do mundo físico. Essa ameaça indica que, ao menos à primeira vista, parece haver uma precedência das causas físicas no nível base em relação às demais causas no mundo. Neste artigo procuro estabelecer critérios adequados para a separação de níveis e exploro três versões revisadas do fecho causal, avaliando como cada uma responde a três questões centrais. Concluo que nenhuma das três variedades elimina causas em níveis superiores, que efeitos nesses níveis parecem depender, em alguns casos, de causas do mesmo nível e que a influência de causas em níveis superiores sobre efeitos em níveis inferiores não pode ser descartada.

Palavras-chave: causação; exclusão causal; fecho causal.

Abstract: The legitimacy of causes at higher levels is challenged by the generalization of the causal exclusion argument and the principle of the causal closure of the physical world. This challenge suggests that, at least at first glance, there appears to be a precedence of physical causes at the base level over other causes in the world. In this article, I seek to establish appropriate criteria for the distinction between levels and explore three revised versions of causal closure, assessing how each responds to three central questions. I conclude that none of these three versions eliminates causes at higher levels, that effects at these levels seem to depend, in some cases, on causes at the same level, and that the influence of causes at higher levels on effects at lower levels cannot be ruled out.

Keywords: causation; causal exclusion; causal closure.

Introdução: três questões relativas à primazia das causas no nível físico base

Imagine a seguinte situação: “João causou um incêndio ao derrubar álcool sobre a lareira”. Uma explicação intuitiva sobre o porquê de João ter derrubado o álcool poderia ser algo como: “o disparo de um conjunto de neurônios causou a contração muscular, movimentando o braço de João”. Por sua vez, uma explicação para o disparo do conjunto de neurônios poderia ser: “a abertura dos canais iônicos causou uma mudança de potencial elétrico no interior do neurônio, ocasionando o seu disparo”. Prosseguindo na explicação, é possível dizer que: “a diferença na concentração de átomos de sódio e potássio dentro e fora do neurônio causou a propagação da corrente elétrica”. Por fim, poderíamos acrescentar que: “a diferença entre cargas elétricas causou a interação entre os átomos”. Após imaginar essa sequência explicativa, cabe a pergunta: “seria a causa do incêndio, na verdade, uma diferença entre cargas elétricas no cérebro de João?”.

O trajeto entre a explicação da causa do incêndio e a interação entre átomos no cérebro de João se apoia em um conjunto de pressupostos implícitos, dentre os quais destaco quatro relevantes para a discussão que se segue. Primeiro, há a impressão geral de que objetos macroscópicos podem ser sequencialmente decompostos em partes que, por sua vez, também contêm outras partes. Por exemplo, organismos (como João) podem ser decompostos em células, que, por sua vez, podem ser decompostas em moléculas, que podem ser decompostas em átomos, que podem ser decompostos em partículas elementares, até um nível base não passível de decomposição. Segundo, parece ser o caso de que causas que ocorrem em fenômenos macroscópicos ocorrem simultaneamente a causas em fenômenos microscópicos. Sempre que um membro se movimenta, acontece simultaneamente a interação entre células musculares. Terceiro, parece razoável supor que algumas causas simultâneas que ocorrem em fenômenos micro e macro estão, de alguma maneira, conectadas. O mesmo intervalo de tempo que contém o movimento do braço contém a interação entre os átomos que o compõem, e isso não é uma mera coincidência.

Esses três pressupostos parecem razoáveis e relativamente incontroversos. Um quarto pressuposto também parece razoável, porém, talvez, menos palatável do que os anteriores: o que ocorre nos fenômenos macroscópicos parece depender do que ocorre nos fenômenos microscópicos. O movimento do braço parece depender, de alguma maneira, da interação dos átomos que o compõem. Dependendo de como essa dependência seja entendida, pode ficar a impressão de que tudo é controlado, na verdade, por fenômenos microscópicos. Menos palatável ainda, porém não descabida, é a possibilidade de que essa dependência resulte na completa irrelevância causal dos fenômenos macroscópicos, uma vez que os fenômenos mais básicos que os sustentam possam dar conta de todos os efeitos no mundo.

Esses pressupostos parecem revelar algum tipo de precedência ou relevância especial para causas que atuem no nível microscópico ou físico na base. Considerando isso, é possível elaborar três questões filosóficas a serem investigadas: (Q1) Todas as causas ocorrem, na verdade, no nível microfísico base? (Q2) Uma vez fixadas as causas microfísicas, todas as outras causas “vêm de graça”? (Q3) Causas não microfísicas podem gerar efeitos microfísicos? Neste artigo, procurarei fornecer uma resposta parcial a essas questões, respeitando os limites da contribuição da análise das causas físicas na base ou em níveis inferiores.

1 Separação entre níveis e distinção do nível físico na base

Antes de prosseguir com a análise da prioridade das causas físicas, é necessário dedicar um espaço para definições e esclarecimentos sobre os termos nos quais se apoia a discussão. É preciso esclarecer a que se referem as causas físicas na base, as causas macro, as causas micro e os níveis.

Salta aos olhos que, para haver causas micro e causas macro, ou causas físicas na base e outras causas, também devem existir níveis distintos e alguma justificativa para a distinção e aparente prioridade de umas em relação às outras. Níveis distintos parecem ocorrer em uma espécie de modelo estratificado correspondente à aparente hierarquia que há entre objetos que são partes de outros objetos. Moléculas são compostas por átomos, e átomos são compostos

por partículas elementares, por exemplo. Essa hierarquia não precisa se limitar a objetos, uma vez que as propriedades instanciadas por moléculas parecem se relacionar com as propriedades instanciadas por átomos de maneira hierárquica. Não há moléculas sem átomos e não há átomos sem partículas elementares. O mesmo pode ser dito de suas propriedades.

Esse modelo pode ser considerado tanto como uma mera metáfora¹ inócuia para discussões filosóficas (Kim, 2002, p. 3) quanto como uma estrutura ontologicamente mais robusta (ver Morgan, 1923), oriunda da distinção entre os diferentes domínios das ciências (ver Oppenheim e Putnam, 1958, p. 9). Sobre esta última possibilidade, é concebível que fenômenos biológicos dependam, de alguma maneira, de fenômenos químicos e físicos, por exemplo, com a distinção de que o inverso não necessariamente ocorre.

Tanto Morgan quanto Oppenheim e Putnam procuraram delimitar uma hierarquia entre níveis, intencionando estabelecer uma espécie de modelo universalmente abrangente, cada qual à sua maneira. Essa é uma tarefa de notável ambição e cuja totalidade dos problemas não cabe aqui analisar.² Limitar-me-ei a tentar estabelecer bons critérios que permitam separar níveis e delimitar o nível base. O modelo que proponho tem como finalidade e limitação esclarecer como níveis podem ser concebidos no contexto da discussão da exclusão de causas em níveis superiores e da precedência de causas em níveis inferiores. Para isso, considerarei os critérios utilizados por Oppenheim e Putnam e algumas críticas elaboradas por Kim.

Tomarei por base os critérios propostos por Oppenheim e Putnam por duas razões. Primeiro, em função da motivação desses autores em estabelecer algum tipo de prioridade para os níveis inferiores.³ Isso é coerente com o objetivo

¹ Craver e Bechtel (2007, p. 548) destacam que a metáfora que separa níveis hierárquicos pode ser abordada sob pontos de vista variados. Dentre eles os autores destacam níveis de abstração, de ser, causação, explicação, descrição, função e generalidade. Não é relevante para o problema investigado neste artigo desenvolver e argumentar cada variedade da metáfora de níveis, apenas esclarecer o seu papel na exclusão de causas em níveis superiores.

² Veja Kim (2002) para uma crítica detalhada dos modelos de Morgan e de Oppenheim e Putnam. Cf. também Wimsatt (1994) para um modelo alternativo da separação entre níveis. Craver (2015) desenvolve uma análise detalhada das aplicações distintas da metáfora de níveis, defendendo a fecundidade da metáfora em geral, especialmente quando aplicada a níveis de mecanismos.

³ A proposta do modelo estratificado de Oppenheim e Putnam visa defender a “unidade das ciências” dentro de um projeto reducionista, no qual as teorias das ciências especiais podem ser explicadas por teorias de um domínio mais fundamental. (Cabe mencionar que Putnam, ao longo

deste artigo de analisar a precedência das causas físicas básicas. Em segundo lugar, a clareza empregada por eles será útil para estabelecer um contraste com os critérios que proporei para a separação de níveis.

Oppenheim e Putnam (1958, p. 9) propõem seis critérios para a definição dos níveis de seu modelo estratificado: (1) Deve haver vários níveis; (2) O número de níveis deve ser finito; (3) Deve haver um único nível mais baixo; (4) Qualquer coisa de qualquer nível, exceto o mais baixo, deve possuir uma decomposição em coisas pertencentes ao nível imediatamente inferior; (5) Nada em nenhum nível deve possuir uma parte em um nível superior; (6) Os níveis devem ser selecionados de uma forma que seja “natural” e justificável do ponto de vista da ciência empírica atual. Cabe ressaltar ainda que, para os autores, a separação entre níveis é pautada pelo “universo de discurso” das ciências; dessa maneira, o início da tarefa de separação entre níveis deve começar pela observação dos objetos de estudo das disciplinas científicas. Kim (2002, p. 13) acrescenta a isso a ideia de “tipo nômico significativo”, que corresponde à identificação de propriedades ligadas a um conjunto de leis explanatórias e regularidades pertencentes a um tipo. Dessa maneira, o modelo de Oppenheim e Putnam (1958, p. 9) é composto, em sua totalidade, do nível mais alto para o nível mais baixo, por: grupos sociais; organismos vivos multicelulares; células; moléculas; átomos; e partículas elementares.

Kim (2002, p. 13-15) desenvolve duas críticas principais ao modelo gerado por esses critérios. Relativamente ao critério (4), referido por Kim como “decomposição completa”, há o contraexemplo da presença de moléculas livres em fluidos corporais de organismos multicelulares. O critério (4) demanda uma decomposição completa de coisas de um nível superior para o nível *imediatamente* inferior, e isso não ocorre na realidade. A segunda crítica de Kim ilumina o problema da ausência de discriminações mais finas entre níveis em

de sua carreira, passou a rejeitar essa ideia, adotando uma postura pluralista e antirreducionista; ver Ben-Menahem, 2005). Os níveis por eles propostos são organizados com base nos domínios das disciplinas científicas, nos níveis de teorias e nas relações entre partes e todo. Para uma explicação mais detalhada e comparativa com outros modelos de níveis, cf. Craver (2015, p. 4). Veja também Paul (2010, p. 585). Apesar da diferença geral de escopo em relação ao modelo que proponho a seguir, o modelo de Oppenheim e Putnam mantém semelhanças relevantes, quanto ao foco (ainda que parcial) na composição e na prioridade dos níveis inferiores sobre os superiores.

objetos de grande complexidade. O exemplo dado por ele é o de computadores e robôs que, caso inseridos no modelo de Oppenheim e Putnam, estariam no mesmo nível que rochas. Computadores podem desempenhar comportamentos complexos, ao menos semelhantes aos de alguns organismos. Uma vez que eles não são compostos por células, não poderiam estar no mesmo nível que organismos multicelulares, mesmo desempenhando tarefas bastante distintas daquelas que, em geral, são realizadas por objetos compostos apenas de átomos e moléculas (sem a presença de células).

Em relação às críticas de Kim ao modelo de Oppenheim e Putnam, gostaria de acrescentar uma mais geral, que também se aplica ao modelo de Morgan.⁴ Ao tentar estabelecer um modelo estratificado universalmente abrangente, há sempre o risco de refutação pelo avanço das pesquisas científicas. O trabalho de Morgan precede as descobertas da mecânica quântica não relativista e, por isso, não contém um lugar para prótons e nêutrons, por exemplo. O modelo de Oppenheim e Putnam precede as descobertas da mecânica quântica de campos e o desenvolvimento da inteligência artificial e, por isso, não inclui entidades como campos quânticos e robôs.

Em consequência a esta consideração, como primeiro desiderato para a construção do modelo estratificado, proponho a abertura ao progresso científico. Nesse sentido, a possibilidade de refutação empírica não deve ser interpretada como uma falha, incompletude ou fragilidade argumentativa, mas sim como uma característica essencial do modelo. Como será exposto adiante, essa postura não implica a renúncia a uma estrutura metafísica básica. Além disso, os demais *desiderata* a serem seguidos são simplicidade, abrangência e não contradição com a ciência atual.

Considerando as dificuldades em estabelecer um modelo estratificado amplo e universal, proponho que a distinção entre níveis ocorra fundamentalmente no interior de um sistema de interesse. Um nível superior de um sistema pode ser um nível inferior em outro sistema, ou mesmo não permitir comparações. O que é importante é definir a distinção entre os níveis dentro de

⁴ Não cabe aqui uma exposição e discussão mais pormenorizada do modelo de Morgan (1923). Basta destacar que os níveis definidos por ele correspondem, da base para o topo, por: átomos; moléculas; plantas; animais; e seres humanos.

um sistema e a relação entre eles. Partindo dessas considerações, um sistema poderá ser definido como um composto formado por partes físicas organizadas, podendo conter entidades em níveis superiores e inferiores.⁵ Um sistema pode conter subsistemas ou ser um subsistema de um sistema mais complexo (contendo mais partes e/ou relações entre as mesmas). Por exemplo, o sistema nervoso autônomo (SNA) é um subsistema do sistema nervoso. O SNA contém subsistemas como o sistema nervoso simpático e parassimpático.

O primeiro pressuposto assumido por essa definição é a tese fisicista de que todos os sistemas possuem, como componentes fundamentais, partes físicas. Esse é um requisito fundamental para a discussão do argumento da exclusão e do princípio do fecho causal do mundo físico, que serão discutidos mais à frente. Por organização, refiro-me à capacidade dos componentes de se relacionarem de maneira relativamente estável dentro de um intervalo de tempo. Esse requisito servirá ao propósito de evitar a adoção de uma atitude mereológica excessivamente liberal, como, por exemplo, propor um sistema formado pela estátua do Cristo Redentor e por uma xícara de chá sobre a minha mesa.

Finalmente, proponho que os níveis sejam diferenciados da seguinte maneira: um nível superior $n+1$ de um sistema contém objetos, propriedades e relações que são compostos e/ou supervenientes a objetos, propriedades e relações de um nível inferior n . Um nível superior é consequência da organização dos componentes de um nível inferior. Algumas propriedades podem ser instanciadas por mais de um nível, enquanto outras não.

Adoto aqui uma atitude relativamente liberal em relação aos tipos de entidades que compõem um nível. Um niilista mereológico que não aceite a existência de objetos compostos, mas apenas regularidades e propriedades instanciadas, pode se adequar à minha proposta, por exemplo. O mais importante

⁵ Minha definição de “sistema” aproxima-se daquela proposta por Craver (2015, p.16) para “mecanismo”, na medida em que ambas se referem a sistemas composticionais relativamente amplos quanto à natureza dos componentes e suas interações. No entanto, opto por não adotar o conceito de mecanismo, uma vez que ele incorre em compromissos teóricos e metafísicos que não se fazem necessários para os propósitos desta investigação (para uma análise detalhada do conceito de “mecanismo” e suas aplicações, veja Craver *et al.*, 2024). Ademais, Craver (2015, p.16) caracteriza os mecanismos como entidades que “engage in activities that their parts cannot accomplish on their own.” A adoção desse conceito poderia implicar em petição de princípio ao se buscar defender a existência de causas em níveis superiores que não derivam exclusivamente das partes individuais de um composto. Algo que proponho como consequência de algumas reflexões contidas neste artigo.

aqui é chamar a atenção para a relação de superveniência⁶ entre os níveis. Sendo fiel aos meus *desiderata*, também adotarei uma atitude relativamente liberal quanto à superveniência. Por superveniência, refiro-me à relação de covariação entre uma propriedade instanciada em $n+1$ e outra propriedade instanciada em n , com a limitação de que não pode haver diferença em $n+1$ sem que haja também uma diferença em n .⁷ Por exemplo, a capacidade de um neurônio de propagar uma corrente elétrica ao longo de sua extensão não pode ocorrer sem que haja, ao mesmo tempo, diferença entre as propriedades elétricas dos átomos de sódio e potássio dentro e fora da célula. Prosseguindo com o exemplo, o sistema nervoso é um sistema complexo composto por partes diversas e organizadas, cujas propriedades, instanciadas em certos níveis do sistema, dependem, de alguma forma, do funcionamento de níveis inferiores.

Essa é a parte mais importante da separação entre níveis para a análise que pretendo fazer da prioridade das causas em níveis inferiores. Dessa forma, não importa quantos níveis sejam identificados em um sistema, seja um número infinito ou apenas dois. Basta que haja compostos em um nível superior que instanciem propriedades supervenientes a propriedades de um nível inferior. Ainda assim, gostaria de acrescentar a distinção de um nível base universal que deve ser parte de qualquer sistema.⁸

A física das entidades mais básicas que constituem todas as demais ainda está em progresso. Não tenho a pretensão de afirmar categoricamente que o nível físico base é formado pelas partículas previstas pelo modelo padrão e suas propriedades, ou que as entidades básicas do cosmos são, na verdade, campos

⁶ Kim (2002, p.10) considera a relação de superveniência como o melhor critério para a distinção entre níveis, embora ele adote uma versão mais forte do que a minha. Essa diferença não será relevante agora.

⁷ Há um extenso debate sobre a natureza, força e utilidade do conceito de superveniência, iniciado no último terço do século passado e que perdura até os dias atuais (veja McLaughlin e Bennett, 2023). Adoto uma postura relativamente liberal em relação à força da dependência do componente superveniente em relação ao componente subveniente. É controverso se e como uma propriedade em n determina uma propriedade em $n+1$. Menos controverso é afirmar que a relação de superveniência é não-simétrica ao invés de assimétrica (veja Rickles, 2006; McLaughlin e Bennett, 2023). Por essa razão, a fim de não extrapolar os limites da presente discussão, considero mais apropriado adotar a definição mais branda e liberal mencionada acima.

⁸ Caso o leitor adote uma postura cética, ou mesmo negue a existência de um nível base universal, como sugerem, de certa forma, Block (2003) e Schaffer (2003), os critérios estabelecidos nos parágrafos anteriores serão suficientes para sustentar a discussão da prioridade das causas físicas em níveis inferiores em relação às causas de níveis superiores.

quânticos, cordas vibratórias etc.⁹ O ponto que gostaria de destacar é que, quaisquer que sejam essas entidades, sendo elas subvenientes a tudo, elas ocuparão o lugar a elas destinado no princípio do fecho causal do nível físico base e no argumento da exclusão que serão discutidos nas próximas seções. Qualquer que seja a propriedade instanciada por um nível $n+\Delta$, ela supervém as propriedades das entidades físicas da base.

Para deixar ainda mais clara a adequação dos critérios que proponho, cabe uma breve comparação com os critérios de Oppenheim e Putnam descritos acima. Quanto ao critério (1), a minha proposta necessita apenas que haja mais de um nível, seja dois ou infinitos; assim, propostas ontológicas distintas podem ser parte da discussão. Algo semelhante pode ser dito quanto ao critério (2); não há a necessidade de que o número de níveis seja finito de baixo para cima, por assim dizer, como de cima para baixo, embora eu favoreça a existência de um nível físico base. Portanto, também não há a necessidade de adoção do critério (3). Quanto ao critério (4), concordo com a crítica de Kim exposta anteriormente. Para a minha separação entre níveis, basta que haja a decomposição entre um nível superior de um sistema em seus níveis inferiores, quaisquer que eles sejam. O critério (5) é coerente com a assimetria consequência da minha proposta de composição, organização e superveniência. Por fim, quanto ao critério (6), minha proposta compartilha da abertura ao reconhecimento das entidades descritas pela ciência atual, entretanto, sem a necessidade de fixar definitivamente níveis universalmente abrangentes para qualquer sistema, compartilhando também da mesma atitude proposta por Kim (2002, p. 20).

Uma vez estabelecida a separação entre níveis, é possível reformular as três perguntas estabelecidas na seção anterior da seguinte maneira:

(Q1*) Todas as causas ocorrem, na verdade, em um nível n específico ou em um conjunto finito de níveis que exclui os demais?

(Q2*) Uma vez fixadas as causas em n , as causas em $n+1$ “vêm de graça”?

(Q3*) Causas em $n+1$ podem gerar efeitos em n ?

⁹ Para uma discussão sobre as entidades básicas da física, especialmente no contexto da mecânica quântica de campos, consulte Kuhlmann (2010) e Friebe *et al.* (2018).

Finalmente, a partir da delimitação estabelecida para separar níveis, é possível eliminar da discussão que se segue termos como “causas macro” ou “causas micro”, valendo-nos apenas das designações n , $n+1$ ou $n+\Delta$ para distinguir níveis e, para simplificar, referir-me-ei às propriedades instanciadas pelas entidades de n como N, o mesmo se aplicando a $n+1$ e $N+1$.

2 Argumento da exclusão e fecho causal do nível físico base

Após estabelecer a separação entre níveis, dedicarei esta seção a fornecer suporte para justificar a precedência das causas físicas do nível base ou dos níveis inferiores em relação aos superiores. Sem dúvida, o argumento da exclusão causal desenvolvido por Jaegwon Kim e a premissa que sustenta o princípio do fecho causal do domínio físico são os pontos mais fortes a favor dessa precedência.

O argumento da exclusão está amplamente presente ao longo da vasta obra de Kim (veja, por exemplo, 1993, 1998, 2005). Com o passar do tempo, as premissas apresentadas e as conclusões obtidas sofreram variações. Mesmo considerando as discussões presentes na obra de outros autores, o argumento da exclusão assume formas bastante diversas (veja, por exemplo, Schaffer, 2003, p. 508; Wilson, 2013, p. 351-352). Tendo isso em mente, descreverei aqui o que considero ser uma de suas versões mais elaboradas — tanto em número de premissas quanto em sofisticação — para que os termos e a força da discussão fiquem claros.¹⁰

Sendo M uma propriedade mental e P uma propriedade física, ambas instanciadas em t_1 , e M^* outra propriedade mental e P^* outra propriedade física, ambas instanciadas em t_2 , o argumento segue da seguinte maneira: (1) M causa M^* ; (2) M^* possui P^* como sua base de superveniência; (3) M causa M^* por causar sua base de superveniência, P^* ; (4) M possui uma base física de superveniência, P; (5) M causa P^* e P causa P^* ; (6) M é diferente de P; [Princípio da Exclusão] Nenhum evento pode ter mais de uma causa suficiente ocorrendo

¹⁰ Esta versão do argumento contém todas as premissas relevantes para uma discussão das questões elaboradas na sessão anterior, em especial, a aceitação da superveniência entre níveis (2) e (4), possibilidade de causação descendente (3), a competição entre níveis (5), o princípio da exclusão e o princípio do fecho causal do domínio físico.

em um dado momento, a menos que se trate de um caso genuíno de sobredeterminação causal; (7) P^* não é causalmente sobredeterminado por M e P ; (8) A suposta causa mental M é excluída pela causa física P . Assim, P , e não M , é a causa de P^* . [Fecho] Se um evento físico tem uma causa que ocorre em t , ele tem uma causa física que ocorre em t (Kim, 2003, p. 155-158). A lição central que o argumento de Kim pretende estabelecer é que, ou as causas mentais são redutíveis a causas físicas, ou são epifenomenais, ou seja, não são causas legítimas de efeitos. O que importa para a discussão que se segue é essa segunda possibilidade.

Mesmo originalmente direcionado à relação entre propriedades mentais e propriedades físicas, o argumento é passível de generalização para propriedades de n e $n+1$.¹¹ Considerando que $N+1$ causa $N+1^*$ e $N+1$ supervém a N , assim como $N+1^*$ supervém a N^* , o argumento que se segue é o mesmo. No final, $N+1$ é excluída como causa de N^* e $N+1^*$.

Vejamos por que isso ocorre. Há três fatores principais. O primeiro é a não-simetria decorrente da relação de superveniência de $N+1$ sobre N . Propriedades (e, consequentemente, causas) em n podem ocorrer sem a presença simultânea de propriedades em $n+1$, sendo que o inverso não ocorre. Adotando uma postura em relação à superveniência ligeiramente mais forte do que a proposta na seção 2, mas ainda plausível, não pode haver $N+1$ sem N . O segundo fator guarda relação próxima com isso: N^* é sincronicamente suficiente para a ocorrência de $N+1^*$. Ao mesmo tempo, N é *aparentemente* diacronicamente suficiente para a ocorrência de N^* , e $N+1$ é *aparentemente* diacronicamente suficiente para $N+1^*$. Fica claro que há uma competição entre a suficiência de $N+1$ e N^* para a ocorrência de $N+1^*$. O inverso não ocorre: $N+1^*$ não é suficiente para N^* . O terceiro fator é o princípio do fecho causal do domínio físico ou, no que concerne à divisão entre níveis, o possível fecho causal do nível físico na base ou de qualquer que seja o nível n . O meu ponto é que a força da prioridade das causas físicas na base, ou de um nível subveniente, irá variar de acordo com o entendimento desses fatores. Desenvolverei esse ponto na próxima seção,

¹¹ Para argumentos a favor da generalização do argumento da exclusão veja: Noordhof, 1999; Gillett & Rives, 2001; Bontly, 2002; e Mendonça, 2002.

apresentando uma contribuição original centrada na revisão do princípio do fecho causal do domínio físico. Antes disso, porém, é pertinente esclarecer a generalização que propus desse princípio.

A maneira como Kim elabora o princípio do fecho causal no argumento acima é, de certa forma, um tanto branda e geral. A título de recordação: “Se um evento físico tem uma causa que ocorre em t, ele tem uma causa física que ocorre em t.” Essa forma é geral por colocar todo o domínio físico como causalmente fechado em relação a causas mentais. Há maneiras mais restritivas de se propor o fecho a partir de um determinado nível. Garcia (2014, p. 103-104) estabelece uma distinção entre o fecho do domínio físico e o fecho de algum nível físico. Essa distinção é útil, pois permite que a discussão se estenda a posições amplas do espectro metafísico.

Um dualista de substâncias poderia discutir se todo o domínio físico é causalmente fechado, enquanto um fisicista não redutivo e um emergentista poderiam discutir se o fecho ocorre em algum nível físico específico. É comum na literatura que o fecho seja estabelecido em algo próximo do que identificamos como o nível físico base (veja, por exemplo, Baker, 1993, p. 79; Sturgeon, 2000, p. 124; Bishop, 2019, p.2-1). Há dificuldades notórias em se fazer isso, sendo a principal delas o problema de definir o que exatamente é referido por “físico.” Na discussão presente, isso é contornado pela atitude liberal presente na definição prévia do nível físico base. Mesmo assim, deixo aberto o debate a quem pretenda defender o fecho em algum nível específico.¹²

É comum na literatura sobre o argumento da exclusão ou sobre o estabelecimento do fisicismo que o princípio do fecho causal, por vezes, seja chamado de *princípio da completude causal* (veja, por exemplo, Sturgeon, 1998, p. 416; Papineau, 2001, p. 13; Corry, 2013, p. 43). Penso que a diferença de nome não é trivial. Há consequências filosóficas distintas em afirmar que um nível é causalmente completo em contraposição a ser causalmente fechado, mesmo que a literatura ainda não tenha destacado isso. Em particular, as três questões elaboradas no início deste artigo ganharão respostas diferentes frente à aceitação da completude causal ou do fecho causal. A essas duas variedades, acrescentarei

¹² Veja, por exemplo, Papineau, 2013 para dificuldades em estabelecer causas no nível físico base ao mesmo tempo em que há um fecho em relação a causas mentais.

o que chamo de “participação necessária”. Passemos agora à definição e análise dessas três variedades.

3 Três variedades da precedência das causas físicas no nível base

O objetivo desta seção é demonstrar a necessidade de uma revisão do princípio do fecho causal do domínio físico. Argumento que o fecho não ocorre de uma única maneira na natureza e, consequentemente, também não no contexto do argumento da exclusão.¹³ Defendo que, devido à relação de superveniência e composição dos níveis superiores em relação aos níveis inferiores de um sistema, há, de fato, algum grau de precedência das causas físicas na base em relação às demais. No entanto, essa precedência pode ser menos rígida do que tradicionalmente se supõe. A análise a seguir identifica ao menos três formas distintas de fecho, cada uma com implicações diversas para a existência de causas em níveis superiores. Em particular, há indícios de que o mundo contenha instâncias do que denomino *participação necessária* e *completude causal*, ambas insuficientes para excluir a atuação causal de níveis superiores. Antes de avançar nessa análise, cabe esclarecer que, no que se segue, não pressuponho nenhuma teoria específica da causação. Termos como “causa”, “efeito” e “processo causal”, “depende causalmente”, embora carregados de significados filosóficos distintos, serão empregados da forma mais geral possível. Dessa forma, os argumentos apresentados não podem ser refutados com base em dificuldades inerentes a qualquer teoria específica da causação. Além disso, essa abordagem amplia o debate, permitindo a inclusão de distintas perspectivas sobre o fenômeno causal.

A forma mais fraca, embora ainda significativa, de precedência das causas físicas na base é o que denomino “participação necessária” (PN), definida da seguinte maneira:

(PN): Todo efeito em n requer necessariamente a participação de *uma causa* em n .

¹³ Por razão de limitação de espaço, não explorarei em detalhes como cada variedade do fecho possa ser inserida, cada qual, em um argumento distinto. Esta tarefa deverá ser relegada para trabalhos futuros.

Essa definição implica que todos os efeitos em n possuem causas em n , o que, por sua vez, guarda semelhança com o princípio do [Fecho] utilizado por Kim no argumento anteriormente apresentado. No entanto, distingue-se dele ao substituir a noção de “evento físico” pela de nível n e ao omitir o componente temporal. Entretanto, o que quero dizer com PN traz consequências bastante diversas daquelas do argumento da exclusão. Em particular, PN é mais fraco do que CC e FC (a serem introduzidos adiante). Embora essa diferenciação ainda não tenha sido reconhecida na literatura, ela pode desempenhar um papel crucial na busca por exemplos que possam refutar a exclusão de causas em níveis superiores.

A definição que apresentei de PN implica apenas que a totalidade das causas de n não precisa estar em n , mas uma parcela é necessária. Essa é uma consequência plausível frente aos critérios estabelecidos para a separação de níveis na Seção 2. Exceto pelo nível físico base, qualquer nível n ocorre em função da composição, organização e superveniência sobre entidades em $n-1$. Um efeito N^* requer a participação necessária de uma causa N . Entretanto, essa participação não é *necessária e suficiente*. Requerer uma causa em n não é o mesmo que requerer uma causa suficiente em n . Em alguns casos, pode ser necessária a participação ou ocorrência de uma causa em $n+1$ para que N^* ocorra. A única obrigação é que alguma causa em n contribua na geração do efeito.

Por exemplo, se considerarmos como um sistema uma pilha ligada a dois fios também conectados a uma lâmpada, a possibilidade de a lâmpada ficar acesa depende de as propriedades das partículas elementares presentes no sistema interagirem com cargas elétricas distintas. Entretanto, é óbvio que o fluxo da corrente elétrica depende causalmente da organização molecular dos demais componentes do circuito em níveis $n+\Delta$.

A participação necessária de um nível inferior ou do nível físico base permite a combinação de causas não suficientes de níveis distintos para a ocorrência de um efeito. Em razão da hierarquia entre níveis no contexto de um sistema, o “privilégio” dos níveis inferiores é o de estar sempre envolvido em causas de níveis superiores.

Se PN for aceita, que respostas podem ser dadas para as três perguntas elaboradas anteriormente? Quanto a (Q1^{*}): Não. Pode haver causas em níveis superiores ou que partam de níveis superiores. Quanto a (Q2^{*}), a resposta é um pouco mais complicada. Sincronicamente, em razão da superveniência, composição e organização, basta haver N para haver $N+1$, portanto, nessa situação, sim. Diacronicamente, para haver $N+1^*$ e, paralelamente N^* , não basta haver N . Portanto, ao menos em algumas situações, não basta haver causas em um nível inferior para haver causas em um nível superior. Finalmente, quanto a (Q3^{*}): Sim. Ao menos parcialmente, alguns efeitos em n dependem diacronicamente de causas em $n+1$ ou $n+\Delta$.¹⁴

A segunda maneira pela qual causas físicas na base, ou causas em n , podem ter prioridade em relação a causas em $n+1$ é através do que chamo de “completude causal” ou CC. Defino a completude causal como:

(CC): todos os efeitos em n possuem causas *suficientes* em n .

Essa definição guarda semelhanças com a afirmação de que todos os efeitos físicos possuem causas físicas suficientes, ou que há um conjunto completo de causas físicas para efeitos físicos, ou que efeitos físicos na base possuem causas físicas suficientes da base. A diferença em relação a PN é que CC requer que haja causas em n que sejam *suficientes* para um efeito em n . Novamente, essa possibilidade também é plausível frente aos critérios anteriormente estabelecidos para diferenciar níveis.

Podemos retomar o exemplo do sistema pilha-lâmpada descrito anteriormente. Suponha que a integridade química das moléculas que compõem a pilha instancie propriedades suficientes para o acendimento da lâmpada. Basta a pilha para que a lâmpada acenda. Agora, suponha que se acrescente um subsistema a esse, formado por um hamster girando uma roda ligada a um dinâmo, que, por sua vez, está ligado por dois fios à mesma lâmpada que o primeiro. Teremos um sistema mais complexo, influenciado causalmente por dois subsistemas: a pilha e o hamster em uma roda. O hamster pode ou não ter força o suficiente para acender a lâmpada por si só. O mais importante é que a

¹⁴ O objetivo aqui não é fornecer razões positivas para a ocorrência de causação descendente (*downward causation*), apenas demonstrar que PN não impõe uma barreira para a sua existência, como é de se supor pelo fecho causal no contexto do argumento da exclusão.

pilha é suficiente para o efeito. O nível das moléculas que compõem a lâmpada não é causalmente fechado para a influência diacrônica do hamster na roda, mesmo que as propriedades que ele instancie não sejam, necessariamente, suficientes para o efeito.

Se o hamster tiver força suficiente para acender a lâmpada, o resultado é a completude causal com sobredeterminação. Esse cenário, apesar de plausível, é rejeitado pela premissa (7) do argumento da exclusão. Fica a possibilidade de haver uma causa suficiente em n e uma causa não suficiente em $n+1$. Esse cenário pode soar contraintuitivo e gerar suspeitas. Afinal, qual seria o papel do hamster, uma vez que a pilha poderia fazer todo o trabalho? Mesmo que a pilha pudesse fazer todo o trabalho, isso não quer dizer que não haja um processo causal¹⁵ que ligue o hamster à lâmpada acesa. Outra possibilidade, em que há a influência causal de $N+1$ e uma propriedade N suficiente sobre um efeito N^* , é quando $N+1$ reforça N e gera um efeito ligeiramente diferente. Quando o hamster gira a roda, a lâmpada poderia brilhar mais intensamente, por exemplo. Teríamos completude causal sem sobredeterminação. Mesmo se o foco for um efeito específico, como a lâmpada brilhar com “intensidade x”, o processo causal entre a corrente elétrica gerada no dínamo e o acendimento da lâmpada ainda poderia ocorrer¹⁶ como resultado parcial de duas causas suficientes simultâneas.

Vejamos como as três perguntas elaboradas anteriormente poderiam ser respondidas caso CC seja aceita. Quanto a (Q1*), a resposta é a mesma dada à aceitação da “participação necessária”: Não. Pode haver causas em níveis superiores. O epifenomenalismo estaria afastado em sistemas que possuam níveis inferiores causalmente completos. Sobre (Q2*), novamente, N^* é sincronicamente suficiente para $N+1^*$. A diferença em relação a PN é que N é diacronicamente suficiente para N^* e sincronicamente suficiente para $N+1$. N^*

¹⁵ Reforço que o termo “processo causal” está sendo empregado aqui de maneira ampla e não com um sentido técnico específico. No exemplo, a corrente elétrica — e, consequentemente, a energia — é transferida do hamster para o dínamo e, em seguida, do dínamo para a lâmpada. No entanto, isso não implica um compromisso da análise apresentada no artigo com a teoria da causação por transferência de quantidades conservadas ou qualquer outra teoria específica dos processos causais.

¹⁶ Seria possível incluir no sistema, um circuito integrado, sensível à intensidade da corrente elétrica. Caso a corrente ultrapassasse certo valor, a energia sobrando seria convertida em calor, mantendo a lâmpada acesa sempre com a mesma intensidade.

ainda pode sofrer a influência causal de $N+1$, mas essa influência é completamente desnecessária. Como demonstrei, esse é um caso estranho, mas plausível. Parece que a influência do nível n sobre $n+1$ ocorre aqui muito mais em função da composição, organização e superveniência do que da influência causal suficiente de N sobre N^* e, indiretamente, sobre as propriedades que são supervenientes a N^* . Já quanto a (Q3*), a resposta é sim. Mesmo que haja causas suficientes em n , alguns efeitos podem sofrer a influência de causas em $n+1$.

A última e mais restritiva variedade da precedência das causas físicas na base, ou causas em n , nega a influência diacrônica vertical de $N+1$ sobre N^* . Denomino essa variedade de “fecho causal” (FC) e a defino da seguinte forma:

(FC): efeitos em n não possuem causas em $n+\Delta$.

Essa definição pode ser reformulada para qualquer nível de interesse ou, de maneira mais enfática, para o nível físico base. Nesse caso, qualquer efeito envolvendo propriedades instanciadas por partículas fundamentais ou campos quânticos, por exemplo, só pode ocorrer em virtude de propriedades instanciadas por entidades presentes nesse mesmo nível. O nível físico base, ou qualquer nível n , funcionaria de forma independente e excludente em relação aos demais.

É difícil conceber um exemplo que represente um nível físico causalmente isolado dos demais. É comum tratar sistemas físicos como abertos, fechados ou isolados, mas essa última possibilidade soa pouco compatível com níveis. Composição, organização e superveniência entre níveis implicam que haja alguma influência vertical sincrônica, mesmo que essas relações não sejam causais ou de transferência de energia. Como poderia um nível ser diacronicamente fechado para a influência causal de um nível superior? Podemos recorrer novamente ao exemplo do sistema pilha-hamster-lâmpada. Poderíamos cortar os fios que ligam o dinamo à lâmpada para impedir a influência causal do hamster, isolando, assim, o nível base desse sistema da influência de um nível superior. Contudo, isso não constitui um fecho causal definitivo, pois os fios poderiam ser reconectados. Em geral, a questão é se, em toda a natureza, existe um nível físico base completamente isolado da influência causal dos demais.

Há ainda outro detalhe relevante para FC. Da maneira como o defini, o fecho ocorre, por assim dizer, diacronicamente “de cima para baixo”. É possível

conceber, à semelhança de Montero (2003, p.175), um “fecho causal de duas vias”. A influência diacrônica “de baixo para cima” também estaria proibida. Isso parece ainda mais problemático. No caso da minha proposta para a separação de níveis, se há composição e superveniência, há algum tipo de influência vertical sincrônica, mesmo que essa não seja uma influência causal. Ainda assim, indiretamente, $N+1^*$ depende de alguma maneira da ocorrência de N via N^* . O resultado parece ser uma espécie de reminiscência do velho paralelismo, acumulando os problemas com a dificuldade de lidar com a assimetria na influência vertical. Mais uma vez, o custo parece ser muito alto.

Como poderiam ser respondidas as três questões propostas anteriormente frente à aceitação de FC? Curiosamente, quanto a (Q1*), ainda poderia haver causas em níveis superiores, mesmo que essas não possuam influência sobre níveis inferiores. $N+1$ ainda não está proibido de causar $N+1^*$. Isso só ocorre se for aceita a premissa (3) do argumento da exclusão, que demanda que, para M causar M^* , M deve causar primeiro P^* . Penso que uma exigência mais branda e, consequentemente, menos custosa, é afirmar que, para M causar M^* , P^* também deverá ser afetado. Mas isso não significa necessariamente uma influência causal direta de M sobre P^* . Não quero com isso defender essa alternativa, mas sim tratá-la como legítima. Dessa maneira, o problema das causas em níveis superiores pode ganhar alternativas não vislumbradas no contexto do argumento da exclusão.

A resposta para (Q2*) é essencialmente semelhante àquela dada para CC. No entanto, há uma competição entre a influência sincrônica de N^* e a eventual influência diacrônica de $N+1$ sobre $N+1^*$. O ponto crucial está na proibição de qualquer influência de $N+1$ sobre N^* . Assim, a única maneira de $N+1$ influenciar $N+1^*$ é diretamente. A realização dessa possibilidade dependerá de qual teoria geral sobre a causação seja adotada. Essa questão, no entanto, extrapola o escopo deste artigo.

Finalmente, quanto a (Q3*), a resposta é simplesmente “não”. O problema dessa resposta é que ela torna clara a possibilidade de o fecho causal ser forte demais para o debate. Se o objetivo for discutir simplesmente se causas em níveis superiores — ou propriedades emergentes, ou propriedades mentais, por

exemplo — podem influenciar causas físicas ou causas em níveis inferiores, a resposta já está presente na premissa. Não há necessidade de um argumento que apele para a aceitação de fisicistas não redutivos ou emergentistas, por exemplo.

Considerações finais

A análise que este artigo fornece demonstra que, independentemente da forma que a precedência das causas físicas na base tome em relação a causas em níveis superiores, essa precedência não implica, caso consideradas isoladamente, que não existam causas em níveis superiores. A eliminação completa das causas em níveis superiores não se sustenta. A participação necessária requer, em alguns contextos, a presença de causas em níveis superiores. A completude causal, mesmo propondo causas suficientes na base e negando a sobredeterminação, também não é capaz de eliminar influências causais que ocorram em função de causas não suficientes em níveis superiores. E o fecho causal, por sua vez, também não consegue eliminar essas causas; ele apenas as isola da influência sobre níveis inferiores. Portanto, no que concerne à contribuição das três variedades de precedência das causas físicas na base, a resposta geral para (Q1*) é negativa: não está excluída a possibilidade de causas em níveis superiores.

Essa resposta é admitidamente incompleta. Caso a pergunta seja reformulada para sua contraparte positiva, se há causas em níveis superiores, a resposta requer uma análise das teorias gerais sobre a causação. Parece, ao menos à primeira vista, que teorias díspares como, por exemplo, a causação por quantidades conservadas ou a causação por dependência contrafactual poderiam contribuir de maneiras distintas para responder à pergunta. Mas, no que diz respeito à maneira negativa como formulei a questão e à contribuição das variedades da precedência das causas físicas na base, a resposta é não. E essa parece ser uma contribuição relevante para o debate, ainda que observados os seus limites.

Quanto a (Q2*), mostrei que as variedades da precedência das causas físicas na base apontam para respostas distintas. Para isso, foi fundamental separar a influência causal diacrônica entre níveis da influência vertical sincrônica, ligada a outros tipos de relação, como a composição e a

superveniência. No caso da participação necessária, $N+1^*$ não pode ocorrer sem a contribuição de causas de $N+1$; enquanto nos casos da completude e do fecho causal, a resposta não é tão clara. Uma resposta mais completa para isso poderá ser dada por uma análise mais detalhada da superveniência, composição e organização.

Finalmente, a participação necessária e a completude causal são consistentes com casos de causação descendente (downward causation), enquanto o fecho causal os exclui. Entretanto, com base na análise contida na seção anterior, proponho que este último caso seja rejeitado. Mesmo sistemas físicos só podem ser concebidos como isolados de maneira hipotética; não há sistemas físicos isolados no mundo conhecido. Propor uma alternativa semelhante para níveis parece ainda mais difícil. Podem existir sistemas físicos que possuam níveis que requeiram a participação necessária ou a completude causal, mas não um nível causalmente fechado.

Referências

- BAKER, L. R. *Metaphysics and Mental Causation*. Oxford University Press eBooks, p. 75-96, 21 jan. 1993.
- BEN-MENAHEM, Y. *Hilary Putnam (Contemporary Philosophy in Focus)*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- BISHOP, R. C. *The physics of emergence*. San Rafael [California] (40 Oak Drive, San Rafael, CA, 94903, USA): Morgan & Claypool Publishers, 2019.
- BLOCK, N. Do Causal Powers Drain Away? *Philosophy and Phenomenological Research*, v. 67, n. 1, p. 133-150, jul. 2003.
- BONTLY, T, D. The supervenience argument generalizes. *Philosophical Studies*. 109 (1): 75-96, 2002.
- CORRY, R. Emerging from the causal drain. *Philosophical Studies*, v. 165, n. 1, p. 29-47, 13 abr. 2012.
- CRAVER, C. F. Levels. *Open MIND*, In: T. Metzinger & J. M. Windt (Eds.): 8 (T). Frankfurt am Main: MIND Group, 2015.
- CRAVER, C. F.; BECHTEL, W. Top-down causation without top-down causes. *Biology and Philosophy* 22 (4): p. 547-563, 2007.

CRAVER, C.; TABERY, J.; ILLARY, P. "Mechanisms in Science", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2024 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.), Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2024/entries/science-mechanisms/>>. Último acesso em: 15/03/2025.

FRIEBE, C. et al. *The Philosophy of Quantum Physics*. [s.l.] Springer, 2018.

GARCIA, R. K. Closing in on Causal Closure. *Journal of Consciousness Studies*, v. 21, 1 jan. 2014.

GILLETT, C.; RIVES, B. Does the Argument from Realization Generalize? Responses to Kim. *The Southern Journal of Philosophy*, v. 39, n. 1, p. 79-98, mar. 2001.

KIM, J. *Supervenience and mind: Selected philosophical essays: Selected philosophical essays*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1993.

_____. *Mind in a physical world: An essay on the mind–body problem and mental causation*. MIT Press, 1998.

_____. The layered model: Metaphysical considerations. *Philosophical explorations: an international journal for the philosophy of mind and action*, v. 5, n. 1, p. 2-20, 2002.

_____. Blocking causal drainage and other maintenance chores with mental causation. *Philosophy and phenomenological research*, v. 67, n. 1, p. 151-176, 2003.

_____. *Physicalism, or something near enough*. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 2005.

KUHLMANN, M. *The Ultimate Constituents of the Material World - In Search of an Ontology for Fundamental Physics*. Ontos, 2010.

MCLAUGHLIN, B; BENNETT, K. "Supervenience", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2023 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.), Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/win2023/entries/supervenience/>>. Último acesso em: 15/03/2025.

MENDONÇA, W. Supervenience and the problem of downward causation. *Manuscrito*, 25 (3): p. 251-270, 2002.

MONTERO, B. Varieties of causal closure. In: WALTER, S. & HECKMAN, H. (eds.), *Physicalism and Mental Causation: The Metaphysics of Mind and Action*. Imprint Academic, 2003, p. 173-187.

MORGAN, C. L. *Emergent Evolution*, London: Williams and Norgate, 1923.



NOORDHOF, P. Micro-based properties and the supervenience argument: A response to Kim. *Proceedings of the Aristotelian Society*, v. 99, n. 1, p. 109-114, 1999.

OPPENHEIM, P.; PUTNAM, H. Unity of Science as a Working Hypothesis, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 2, Minneapolis: University of Minnesota Press, p. 3-36, 1958.

PAPINEAU, D. The rise of physicalism. Em: GILLETT, C.; LOEWER, B. (eds.). *Physicalism and its Discontents*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 3-36.

_____. Causation is Macroscopic but Not Irreducible. In: *Mental Causation and Ontology*. Oxford University Press, 2013, p. 126-152.

PAUL, L. A. The Puzzles of Material Constitution. *Philosophy Compass*, 5 (7): p. 579-590, 2010.

RICKLES, D. Supervenience and determination. *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <<https://iep.utm.edu/superven/>>. Último acesso em: 15/03/2025.

SCHAFFER, J. Is There a Fundamental Level? *Nous*, v. 37, n. 3, p. 498-517, set. 2003.

STURGEON, S. Physicalism and overdetermination. *Mind; a quarterly review of psychology and philosophy*, v. 107, n. 426, p. 411-432, 1998.

_____. *Matters of mind: consciousness, reason and nature*. London: Routledge, 2000.

WILSON, J. Metaphysical emergence: Weak and Strong. In: MUNFORD, S. & TUGBY, M. (eds.), *Metaphysics and Science*. Oxford: Oxford University Press. 2013, p. 251-306.

WIMSATT, W. C. The Ontology of Complex Systems: Levels of Organization, Perspectives, and Causal Thickets. *Canadian Journal of Philosophy Supplementary Volume*, v. 20, p. 207-274, 1994.