

EXPLICAÇÃO CAUSAL NA FILOSOFIA DE FRANCIS BACON E O MODELO PADRÃO DE EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Carolina Laurenti
PPGFIL – UFSCar
Mark Julian Richter Cass
Universidade Federal de São Carlos

Abstract: In this essay, the Baconian concept of cause, especially that of formal cause, is examined. Some capital notions of Bacon's philosophy are presented, like the distinction between its theoretical and practical aspects. An interpretation of the concept of formal cause, based in notions of sufficiency and necessity, is proposed here. Some consequences of this analysis for an understanding of the concept of scientific explanation are discussed. It is argued that the Baconian concept of causal explanation is not incompatible with the Hempelian model of scientific explanation. It is concluded that a phenomenon is explained, in accordance with Bacon's theory of science, once the causal law which governs its behavior (that is, its formal cause) is discovered.

Keywords: Formal cause, causality, scientific explanation.

Resumo: Examina-se neste ensaio o conceito baconiano de causa - em especial, o de causa formal. Para tanto, algumas noções capitais da filosofia de Bacon serão apresentadas, como a divisão da ciência em seus aspectos teórico e operativo. Propõe-se aqui uma interpretação do conceito de causa formal com base nas noções de suficiência e necessidade. Discutir-se-ão algumas conseqüências dessa análise para a compreensão do conceito de explicação científica. Argumenta-se que conceito baconiano de explicação causal não é incompatível com o modelo hempeliano de explicação científica. Por fim, conclui-se que explicar um fenômeno, de acordo com a teoria baconiana da ciência, consiste em descobrir a lei causal que governa seu comportamento – ou seja, sua causa formal.

Palavras-chave: Causa formal, causalidade, explicação científica.

Explicação científica e causalidade

Alguns autores (por exemplo, Mill, 1950; Salmon, 1984) afirmam que uma das características definidoras da pesquisa científica é a busca sistemática pelas causas dos eventos, e que pedidos por explicações científicas devem ser entendidos como pedidos pelas suas causas. Ora, se há uma relação estreita entre explicação científica e conhecimento das causas, um dos itinerários que podem ser trilhados para explicar uma filosofia da ciência é investigar o conceito de causa que lhe é subjacente. A própria lógica ou estrutura de explicação científica proposta pode depender do conceito de causa adotado. Neste ensaio, a teoria da causalidade de Francis Bacon, como desenvolvida no segundo livro do *Novum Organum* (1979), será examinada, com o fim de esclarecer sua concepção de explicação científica. Antes de inaugurar tal empreitada, convém apresentarmos algumas noções elementares da ciência baconiana, que serão úteis para os propósitos da presente discussão.

2. Algumas noções elementares da filosofia de Francis Bacon

2.1 As duas facetas da ciência baconiana

A ciência baconiana apresenta uma dupla face, uma teórica e outra operativa (Bacon 1979, NO I cxxi; NO II, i). A primeira está voltada para a descoberta das causas; a segunda, para a produção dos efeitos. Como essa descrição sugere, essas duas facetas estão intimamente relacionadas. A descoberta das causas abre caminho para a produção dos efeitos: “ciência e poder humano coincidem”, Bacon escreve, “sendo a causa ignorada, frustra-se o efeito. Pois a natureza não se vence, se não quando se lhe obedece. E o que à contemplação apresenta-se como causa é regra na prática” (NO I, iii). A produção dos efeitos, por sua vez, pode ser uma etapa de descoberta de novas causas – isto é, leis ou “axiomas”.

A face teórica da ciência baconiana subdivide-se em física e metafísica. A divisão é orientada pelos quatro tipos de causa descritos por Aristóteles (Trad. 1998), a saber: material, formal, eficiente e final. Examinemos o exemplo aristotélico da estátua de bronze para caracterizar os tipos de causa.

O bronze consiste na causa material da estátua. A causa material pode ser entendida como o elemento que é trabalhado, fundido pelo artista. A causa eficiente compreende os movimentos, as fontes de mudança de algo; no caso a causa eficiente da estátua seria o ato de esculpir. A causa formal, como o próprio termo sugere, diz respeito à forma que a matéria adquire e que imprime a ela a sua identidade, ou seja, uma estátua só seria uma estátua se apresentar determinada forma. A causa final pode ser entendida como aquilo *para* o que a coisa é feita; a causa final da estátua consiste, por exemplo, nas recompensas que o escultor pode obter. Trata-se dos objetivos da ação do artista. Concluídas as características, resta perguntar: como Bacon emprega a divisão aristotélica das causas?

Segundo Bacon (1979), a física fica a cargo da descoberta das causas materiais e eficientes (NO II, ix). Entretanto, ele aponta limites para explicações baseadas somente nesses tipos de causa. Aquele que conhece apenas a causa eficiente e a causa material poderá chegar a novas descobertas, mas não conseguirá mudar as coisas em sua profundidade, a ponto de produzir novos efeitos. Isso ficará mais claro quando discutirmos adiante a causa formal.

Conhecidas as causas materiais e eficientes, a ciência avança, então, para um estágio ulterior, a metafísica, que se ocuparia da descoberta das causas formais e finais (NO II, ix). Mas há uma ressalva com respeito às causas finais. Bacon (1979) entende que explicações em termos de causas finais não são científicas, por isso, rejeita qualquer referência a elas na explicação dos fenômenos naturais. Contudo, reserva um lugar para as explicações finalistas no terreno da moralidade e da política (atualmente: ciências humanas) (NO II, ii). Diferente do posicionamento em relação à causa final, a causa formal ocupa um lugar central no projeto científico e filosófico de Bacon.

Para tratarmos da causa formal, é pertinente examinarmos o estatuto da forma na filosofia de Bacon (1979). É intrigante pensar por que Bacon preservou um conceito tão nebuloso na filosofia, como o de forma, considerando ainda que a filosofia baconiana – se ouvirmos suas palavras – se opõe radicalmente às tradições platônica e aristotélica, nas quais a forma é de importância nuclear (Oliva, 2003).

Em linhas gerais, as formas platônicas são entidades não-relacionais, imutáveis, objetivas, e intangíveis – ou seja, abstratas. As formas são as únicas coisas reais, e somente através delas é possível um conhecimento verdadeiro.

Em contraste, os objetos perceptíveis que, em algum sentido, são cópias ou imagens das formas, pertencem ao mundo espaço-temporal, mutável e efêmero (White, 1995). Bacon (1979) afasta-se da concepção platônica, afirmando que as formas não são realidades abstratas. Ao contrário, elas são inerentes à matéria:

Mesmo em relação às naturezas simples, não se devem confundir as formas de que tratamos com as idéias abstratas, ou seja, com as idéias mal ou não determinadas na matéria. Com efeito, quando falamos das formas, mais não entendemos que aquelas leis e determinações do ato puro, que ordenam e constituem toda e qualquer natureza simples, como o calor, a luz, o peso, em qualquer tipo de matéria ou objeto a elas susceptível. Falar em forma do calor ou da luz é o mesmo que falar da lei do calor ou da luz; não nos afastamos ou abstraímos do aspecto operativo das coisas (NO II, xvii).

Até esse ponto, Bacon (1979) não se distancia de Aristóteles (Trad. 1998), que também afirma a materialidade da forma – isto é, a sua realidade não-transcendental. Assim sendo, em que consiste a diferença no tratamento da forma entre esses filósofos? Para Aristóteles (e também para Platão) a causa formal ou forma exerce sua função, exclusivamente, na produção do conhecimento, ou seja, para entendermos ou compreendermos os fenômenos. Já para Bacon, a descoberta da forma, que consiste na etapa teórica, não tem como objetivo final apenas a contemplação da natureza. Ao invés disso, ela está voltada também para a produção de tecnologias que visam o bem-estar do homem. Na medida em que descobrirmos a causa formal, poderemos não só descrever as leis dos fenômenos, mas também transformá-los produzindo outros fenômenos.

Nesse sentido, podemos dizer que a noção baconiana de forma difere radicalmente da idéia de forma substancial aristotélica. Enquanto que a última é completamente opaca ao entendimento humano, e o que é mais importante, é totalmente inapropriada à operação humana; a forma em Bacon consiste em um receituário para a ação ou reprodução. Porque a descoberta das formas possibilita a produção dos efeitos, ou ainda, o conhecimento das formas converte a especulação em operação. Com efeito, o aspecto operacional da ciência baconiana e o papel atribuído à forma na

realização desse objetivo demarcam as sensíveis diferenças entre as noções de forma aristotélica e baconiana.

Como examinaremos agora, a forma desempenha um papel capital na ciência de Bacon, ainda que seja um conceito que participe de filosofias criticadas por ele, como a platônica e aristotélica.

A noção de forma em Bacon

Como já mencionamos, a meta principal da face teórica é a descoberta das formas (Bacon, 1979, NO II, i). Mas o que é a forma? Não se trata de uma resposta fácil, pois o conceito baconiano de forma é demasiado controverso. Mas um dos caminhos que sugerem uma resposta é considerar a concepção baconiana de matéria. Bacon estava comprometido com uma teoria atômica da matéria - notadamente vinculada ao atomismo de Demócrito (Urbach, 1987). A matéria seria composta por átomos, ou seja, partículas diminutas, idênticas e indivisíveis; que eram consideradas as menores porções da divisão dos corpos. Nessa linha, as formas podem ser entendidas como um tipo específico de configuração e atividade dessas partículas diminutas da matéria. Além de atrelar a forma à teoria corpuscular da matéria, Bacon definiu a *forma* como aquela cuja presença não somente manifesta o efeito em questão, mas quando sua ausência impede a aparição do efeito. Consultemos essa acepção nas palavras de Bacon:

Pois a forma de uma natureza dada é tal que, uma vez estabelecida, infalivelmente se segue a natureza. Está presente sempre que essa natureza também o esteja, universalmente a afirma e é constantemente inerente a ela. E essa mesma forma é de tal ordem que, se se afasta, a natureza infalivelmente se desvanece; que sempre que está ausente está ausente a natureza, quando totalmente a nega, por só nela estar presente (NO II, iv).

O conceito de forma tal como proposto por Bacon (1979), nessa passagem, pode ser entendido à luz das noções de causa como condição necessária e suficiente. Isto é, empregaremos esses termos para tentar esclarecer o conceito baconiano de causa. Com efeito, esta é a hipótese que pretendemos percorrer: qualquer objeto distinto tem uma causa (formal) necessária e suficiente para sua ocorrência. Na tentativa de mostrar a

plausibilidade dessa suposição, examinaremos o método empírico empregado por Bacon para encontrar as formas, a saber: as tábuas de Presença, de Ausência e de Graus.

Método empírico para a descoberta das formas: as tábuas de Presença, Ausência e Graus

Para expor o funcionamento das tábuas, apresentaremos, como exemplo, a investigação sobre a forma do calor.

Seguindo o procedimento baconiano, exibimos em primeiro lugar a *Tábua de Presença*. Nela deve constar todas as instâncias em que o fenômeno de interesse ocorre. No caso, temos situações em que o calor é manifestado. Só para ilustrar, mencionaremos apenas algumas instâncias citadas por Bacon (1979). Podemos encontrar o calor nos raios do sol e nos raios flamejantes, por exemplo.

Em seguida, organizamos a *Tábua de Ausência*. Registram-se, aqui, todas as instâncias em que a natureza investigada não ocorre. Sendo assim, listamos as situações em que o calor não aparece. Nesse caso, Bacon (1979) acrescenta que é necessário, apenas, apresentar os exemplos em que o calor está ausente em correspondência com as instâncias reunidas na *Tábua de Presença*. Ou seja, basta relacionar os casos negativos que estão próximos ou são semelhantes às instâncias positivas. Por isso, a *Tábua de Ausência* é denominada de *Tábua de Desvio* (ou inclinação) ou de *Ausência de Fenômenos Próximos*. Seguindo o exemplo, em oposição à instância afirmativa *raios do sol* temos a instância negativa *raios da lua*. Em oposição à instância afirmativa *raios flamejantes*, encontramos certas coruscações que produzem luz, mas não produzem calor.

Em terceiro lugar, preparamos a *Tábua de Graus*. Nesta, registram-se as instâncias que exibem a natureza investigada em diferentes graus. Isso porque: “segue-se necessariamente que se não pode tomar uma natureza pela verdadeira forma, a não ser que sempre decresça quando decresce a referida natureza e, igualmente, sempre aumente quando aumenta a natureza” (Bacon, 1979, NO II, xiii). Bacon menciona uma série de exemplos considerando: a) corpos que possuem calor em potencial; b) corpos que apresentam calor em baixa intensidade; c) corpos que apresentam calor em média intensidade; d) corpos que apresentam calor em alta intensidade. Nessa linha, Bacon examina vários tipos de chama, começando com aquelas de baixa intensidade

e finalizando com aquelas de intensidade máxima: chamas do espírito do vinho; chama dos vegetais leves e porosos (palha, folhas secas); chama das madeiras; chama produzida por óleo, sebo e cera; chama dos metais; e, por último, a chama dos raios. Em outros exemplos, Bacon apresenta relações de proporcionalidade, tais como: quanto maior a aproximação de um corpo quente de outro, maior o calor; quanto maior a permanência do calor em um corpo, maior o calor desse corpo; quanto menor a massa de um corpo, mais rápido se aquecerá pela aproximação de um corpo quente, e assim por diante.

Concluídas as três *Tábuas*, segue-se a etapa das *Exclusões*, que é obtida da seguinte maneira: em primeiro lugar, excluem-se as naturezas que não aparecem nas instâncias de presença. Em seguida, rejeitam-se todas as naturezas que figuram nas instâncias de ausência. Em terceiro, descartam-se as naturezas que cresçam quando a natureza investigada decresce e todas as naturezas que decresçam quando a natureza dada cresce. Por fim, a natureza que perdurar a todas as exclusões ou rejeições pode ser considerada uma forte candidata à forma do calor. Vejamos um exemplo baconiano de exclusão. A tenuidade é rejeitada como a forma do calor, já que não resistiu às exclusões e rejeições, pois “o homem pode introduzir o calor em um corpo denso ou o homem pode retirar ou colocar à parte o calor de um corpo tênue” (NO II, xvii).

Basta encontrar uma só instância que contradiga as exigências da definição de *forma* para refutar qualquer hipótese sobre a forma do calor. Ora, a tenuidade pode ser encontrada em corpos frios, como o ar. Ou seja, ela está presente em uma natureza contrária ao calor - o frio. Por outro lado, é possível, outrossim, encontrar calor em corpos densos. Nesse sentido, a tenuidade não pode ser considerada a forma do calor, pois ela pode estar ausente, quando o calor está presente (corpos densos), bem como estar presente quando o calor está ausente (ar frio). Essas possibilidades são incompatíveis com a definição baconiana de *forma*. Recordemos: “[A forma] está presente sempre que essa natureza também o esteja (...), sempre que está ausente está ausente a natureza” (NO II, iv).

A noção baconiana de causa formal à luz dos conceitos de necessidade e suficiência

No contexto das *Tábuas*, é razoável afirmar que a busca pela forma parece coincidir com a busca pela condição necessária e suficiente de um

fenômeno particular. Por exemplo, na *Tábua de Presença* temos todas as instâncias em que o calor é manifestado. Em outras palavras, temos todas as situações em que o efeito (calor) está presente. Se o efeito está presente, está presente também a causa. Como já foi dito, a forma está presente quando a natureza está presente. No caso da *Tábua de Presença*, inferimos da ocorrência do efeito (calor) a ocorrência da causa (forma). Ora, isso nada mais é que o enunciado da condição de necessidade: o efeito não ocorrerá (calor), se a causa não ocorrer (forma). Ou ainda: se o efeito (calor) ocorreu, a causa teve que ocorrer. Em suma, a *Tábua de Presença* fornece as possíveis condições necessárias para a ocorrência do calor.

Por outro lado, podemos dizer que a *Tábua de Ausência* exhibe as condições de suficiência. Nela, temos uma lista de exemplos em que a natureza do calor (efeito) está ausente. Se o efeito está ausente, também o está a condição suficiente para a sua ocorrência (forma). Lembremos das palavras de Bacon (1979): “sempre que está ausente [a forma] está ausente a natureza” (NO II, iv). Dizer que uma condição é suficiente para um dado resultado significa apenas que esse resultado será obtido se a condição também o for. Dito de outro modo: uma vez que a causa (forma) ocorreu, o efeito (calor) tem que ocorrer. Não é possível encontrar uma situação em que a ocorrência da forma não seja seguida da ocorrência do efeito (calor).

Mas como interpretar a *Tábua de Graus* à luz da hipótese da forma como condição necessária e suficiente? O calor é uma natureza que se manifesta em variados graus. Assim, podemos pensar, sem embaraço, que as causas dos diferentes graus de calor também são graduadas. É como se houvesse uma escala única de calor, na qual há uma correspondência ponto a ponto da causa e do respectivo estado de calor. Desse modo, um calor de 80°C tem uma causa X, que pode ser entendida como uma certa agitação de partículas. O que é diferente da agitação das partículas que consiste na causa Y, responsável por uma temperatura de 85°C, por exemplo. Isso é o que Bacon (1979) propõe. Nesse sentido, temos na *Tábua de Graus* uma extrapolação das condições de suficiência e necessidade: a variação na causa produz uma variação proporcional do efeito (suficiência), e dada uma variação no efeito, é certo que houve uma variação na causa (necessidade).

Podemos concluir que as *Tábuas de Presença* e *Ausência* sugerem, respectivamente, as condições necessárias e suficientes para a ocorrência de uma dada natureza. Uma vez que o efeito ocorreu (calor) a forma teve que ocorrer - *Tábua de Presença* (condição necessária). Uma vez que a forma

ocorreu, o efeito teve que ocorrer - *Tábua de Ausência* (condição suficiente). Além disso, a *Tábua de Graus* pode ser entendida como uma generalização das condições de necessidade e suficiência retratadas nas *Tábuas de Presença e Ausência*, respectivamente. Se há um aumento no efeito, é certo que houve uma mudança na causa (necessidade); se houve um aumento na causa, haverá, inelutavelmente, um aumento proporcional no efeito (suficiência).

O mesmo raciocínio pode ser aplicado quando se trata das *Exclusões*. As rejeições podem ser interpretadas como um tipo de teste. Verifica-se, aqui, se as pretensas candidatas à forma preenchem as exigências de condição de necessidade e de suficiência. Resistem à prova as naturezas que atenderem ambas as condições. Reprovam as naturezas que cumprirem apenas uma das condições (necessidade ou suficiência) ou nenhuma delas (nem necessidade, nem suficiência). As naturezas que figurarem neste último caso, estão imediatamente descartadas como uma possível forma do calor. Voltemos a um exemplo. Bacon (1979) rejeita a tenuidade como a forma do calor, pois é possível encontrar corpos densos, como o ouro e outros metais, que podem ser quentes (NO II, xviii). Aliado a isso, a tenuidade também pode ser rejeitada pelo fato de que corpos tênues, como o ar, podem ser frios.

Ora, podemos interpretar a rejeição da tenuidade como a forma do calor com base na hipótese da forma como condição necessária e suficiente. Na esteira dessa análise, para que a tenuidade seja considerada a forma do calor é preciso que funcione como uma condição necessária e suficiente do calor. Assim sendo, não poderíamos encontrar uma situação em que temos calor em corpos não-tênues; o que feriria a condição de necessidade. Além disso, não poderíamos também encontrar uma situação em que temos tenuidade seguida de não-calor; o que comprometeria a condição de suficiência. Ora, a condição de necessidade não foi satisfeita, pois é possível encontrar calor nos corpos densos, como o ouro. Não só isso: a condição de suficiência também não foi cumprida, já que encontramos corpos que são tênues e frios, a exemplo do ar gélido. Desse modo, para que a tenuidade fosse a forma do calor, teria que se apresentar como uma condição necessária e suficiente do calor. Como não preencheu essas condições, segue, portanto, por *modus tollens*, que a tenuidade não é a forma do calor.

Por mais que sejam importantes para a investigação da forma, as exclusões compõem, apenas, a parte negativa da indução. Como o próprio nome sugere, a etapa das *Exclusões* serve para descartar os possíveis candidatos à forma do calor. Ou seja, cada uma das instâncias numeradas na

tábua das *Exclusões* não está compreendida na forma do calor. É necessário, portanto, dedicar-se a uma etapa positiva, em que a forma do calor seja especificada. A referida etapa denomina-se *Primeira Vindima da Forma do Calor*. Após o exame das *Tábuas* e realizadas as devidas *Exclusões*, Bacon (1979) conclui que o *movimento* parece ser a forma do calor:

Desta primeira vindima, obtém-se a forma ou a verdadeira definição do calor (o calor em relação ao universo e não apenas em relação aos sentidos), que pode ser expressa brevemente da seguinte maneira: O calor é um movimento expansivo, reprimido e que atua sobre as partículas menores. A expansão pode ser definida: Pela natureza de expandir-se em todas as direções, mas que, apesar disso, se inclina um pouco mais para o alto. E o esforço sobre as partículas se define dizendo: Que não se trata de algo lento, mas apressado e impetuoso (NO II, xx).

Podemos encontrar, então, na *Primeira Vindima* um refinamento acerca das conjecturas sobre a forma do calor, em que são apresentadas hipóteses sobre a forma do calor que desfrutam de um estatuto epistêmico positivo, não sendo, apenas, conjecturas não rejeitadas na etapa de *Exclusão* (Urbach, 1987). Aqui temos uma versão do calor como um tipo particular de movimento, que é expansivo e “reprimido”. Além disso, essa etapa inicia conjecturas sobre causas físicas internas, que não são diretamente percebidas, como podemos indicar no trecho supracitado, em que Bacon destaca que o calor atua nas menores partículas da matéria.

Em linhas gerais, dizer que o movimento é a forma do calor significa: uma vez que o movimento está presente, está presente o calor; e uma vez que o calor está presente está presente o movimento. Ora, se o movimento estiver ausente não há calor. Na ausência de calor é certo que não há movimento. Se o movimento aumentar em intensidade, o calor aumentará, se o movimento diminuir em intensidade o calor enfraquecerá. Dado que temos um aumento ou diminuição do calor, é certo que temos um aumento ou diminuição do movimento. Por fim, não há possibilidade de encontrarmos uma situação em que temos movimento e não-calor, ou que temos calor e não-movimento. Em última análise, o movimento constitui uma condição suficiente e necessária do calor.

O conceito baconiano de causa formal e explicação científica: aproximações com o modelo básico de explicação científica

Em vista das discussões feitas até agora, podemos estabelecer algumas relações entre o conceito baconiano de causa formal e a noção de explicação científica. O que nos leva a indagar: a teoria da causalidade baconiana encoraja que estrutura de explicação científica? E mais: considerando a noção baconiana de causa formal, em termos de necessidade e suficiência, quais são as expectativas geradas pelo conceito de explicação científica?

Bacon (1979) concorda com Aristóteles (Trad. 1998) que o verdadeiro saber é o saber pelas causas (NO II, ii). Mas, como já referimos no início deste ensaio, as causas não têm igual peso na explicação dos fenômenos. Cabe lembrar que, na perspectiva baconiana, as causas eficientes e materiais oferecem explicações incompletas dos fenômenos:

E quem conhece apenas a causa eficiente e a causa material (que são causas instáveis e não mais que veículos que em certos casos provocam a forma), esse pode chegar a novas descobertas em matéria algo semelhante e para isso preparada, mas não conseguir mudar os limites mais profundos e estáveis das coisas (NO II, iii).

A importância dada à causa formal em comparação aos outros tipos de causa, pode ser interpretada à luz do modelo básico de explicação científica. Em outras palavras, podemos dizer, que a explicação científica baconiana em termos dos três tipos de causas aristotélicas parece ser compatível com o modelo hempeliano de explicação científica. De acordo com Hempel (1965), a explicação científica pode ser dividida em duas partes principais. A primeira, o *explanandum*, diz respeito à sentença que descreve o fenômeno a ser explicado. A segunda, o *explanans*, consiste no conjunto de sentenças que explicam o fenômeno de interesse, ou o *explanandum*. O *explanans* é composto basicamente de sentenças que descrevem as condições iniciais ou antecedentes que são imprescindíveis para a ocorrência de um determinado fenômeno. Além dessas condições, o *explanans* consiste de sentenças que podem ser entendidas como leis gerais, que podem especificar relações causais entre os eventos, e que são empregadas para explicar o *explanandum*. Assim, condições iniciais e leis gerais conjuntamente

compõem as sentenças que pretendem explicar o fenômeno em discussão (*explanandum*).

Dadas as referidas distinções, não seria implausível pensar que as causas eficientes e materiais funcionam como as condições iniciais ou antecedentes, e a causa formal como as leis gerais que descrevem relações causais de necessidade e suficiência. Isso parece corresponder à afirmação baconiana de que as causas materiais e eficientes são nada mais que veículos da forma, isto é, figuram como condições que, uma vez realizadas, provocam a forma; e também à designação da forma como uma lei (Bacon, 1979, NO II, ii) ou a “lei da ação ou movimento” (NO I, li). Desse modo, causas eficientes e materiais (condições iniciais), juntamente com a forma (lei) podem ser consideradas como os elementos que estruturam o *explanans*, e o *explanandum*, o fenômeno a ser explicado.

A hipótese de que a forma consiste na causa necessária e suficiente para a ocorrência de um dado fenômeno pode lançar alguma luz para entender a preferência desta última na ciência baconiana, em detrimento dos outros tipos de causa. Sob essa hipótese, as causas eficientes e materiais seriam limitadas para oferecer explicações completas dos fenômenos, pois elas preencheriam apenas um dos requisitos da definição de *causa*, a suficiência. As causas eficientes e materiais não são necessárias para produzir um determinado efeito. Elas são variáveis ou instáveis, ou seja, há conjuntos diversos, e não um único conjunto, de causas eficientes e materiais que podem resultar na ocorrência de um dado efeito. Por exemplo, a mistura de água e ar produz brancura. O ato de misturar ar e água (causa eficiente) e os elementos misturados (ar e água) não são necessários para o surgimento da brancura. A brancura pode ter sido resultado de outra operação e de outros elementos distintos da mistura de ar e água. Embora tenham sido suficientes para a constituição da brancura, a mistura (causa eficiente) de ar e água (causas materiais) não é necessária.

Diferente das causas eficiente e material, a presença da causa formal garante a produção do efeito, ou seja, ela é, ao mesmo tempo, necessária e suficiente. Isso significa que, se encontrarmos a devida proporção e tamanho das partículas, que tem como resultado a manifestação da brancura, poderemos produzir a brancura, dentro de certos limites, em outros corpos. E poderemos fazer isso empregando outros procedimentos, que não a mistura, e manipulando outras causas materiais, que não o ar e a água. Em última análise, as causas eficientes e materiais variam de caso a caso; o que

não se verifica em relação à causa formal (uma determinada configuração e atividade da matéria que expressa brancura).

Não obstante a variação das causas e eficientes (em quantidade e espécie) para a produção do efeito cabe lembrar, ainda, que elas são consideradas por Bacon (1979) o veículo da causa formal. Dito de outro modo, a combinação da causa material e eficiente “ativa” a causa formal, ou seja, elas criam as condições para que uma forma específica de organização da matéria (causa formal) opere manifestando invariavelmente o efeito. Seguindo o exemplo, a conjunção de ar e água propicia condições para que uma dada atividade e proporção existentes entre as menores partículas de um corpo sejam responsáveis pelo aparecimento da brancura. Novamente: a água e o ar podem conjugar-se de uma tal maneira que criam condições favoráveis à produção de um determinado movimento das partículas da matéria responsáveis pelo aparecimento de corpos alvos. A brancura ocorreu conforme o aparecimento de uma dada configuração expressa pela causa formal, e em razão do cumprimento de certas condições antecedentes, como as causas materiais e eficientes.

Do ponto de vista da face teórica da ciência, a forma adquire um estatuto explicativo primordial. Bacon (1979) esperava que a ciência avançasse em estágios cada vez maiores de universalidade, eventualmente alcançando as formas de propriedades mais fundamentais que representam um alto grau de generalidade. A forma, nesse contexto, seria o princípio ou lei capaz de explicar as várias manifestações dos fenômenos: “Está fora de dúvida que tais coisas, ainda que heterogêneas e diversas entre si, coincidem na forma ou lei que ordena o calor, o vermelho ou a morte” (NO II, xvii). Assim, o que realmente importa à ciência baconiana é a descoberta da forma, pois ela permite explicações científicas que mostram a relação invariável de uma dada causa (formal) com o seu efeito. Ao passo que explicações com base exclusivamente em causas eficientes e materiais ofereceriam generalizações fundamentadas em condições diversas e instáveis.

A importância da forma como princípio explicativo também ganha força quando consideramos a meta da face operativa da ciência baconiana, que é engendrar ou introduzir uma nova natureza em um dado corpo. A descoberta da forma abre novos caminhos para a produção de um efeito desejado.

Mas o que conhece as formas abarca a unidade da natureza nas suas mais dissímeis matérias e, em vista disso, pode descobrir e provocar o que até agora não se produziu, nem pelas vicissitudes naturais, nem pela atividade experimental, nem pelo próprio acaso e nem sequer chegou a ser cogitado pela mente humana. Assim é que da descoberta das formas resultam a verdade na investigação e a liberdade na operação (Bacon, 1979, NO II, iii).

Bacon (1979) sugere que há propriedades íntimas da matéria, que se conhecidas, levam, inexoravelmente, a um determinado resultado. Em outras palavras, a causa formal é única na produção de um efeito, ou seja, a maneira que a natureza opera em direção a um certo fenômeno é exclusiva. Em última análise, a forma seria o receituário de uma ação científica bem-sucedida. Por exemplo, sempre que a brancura é produzida, as coisas brancas devem ter passado por processos ou transformações microscópicas idênticas. Tal garantia da ocorrência de um efeito dada pela causa formal não é conseguida diante da causa eficiente, somente. As causas eficientes (e também as materiais) da brancura, por exemplo, variam conforme a circunstância; o que segundo Bacon, não garantiria a manifestação segura de um dado efeito.

Conclusão

Neste ensaio tentamos esclarecer o conceito baconiano de causa formal através das noções de necessidade e suficiência. Considerando a divisão aristotélica das causas, discutimos que apenas a causa formal satisfaz essas condições, ao passo que as causas materiais e eficientes realizam apenas uma delas, a suficiência. Tendo em vista a estreita relação entre explicação científica e conhecimento das causas, o exame do conceito baconiano de causa formal contribuiu para conjeturarmos pelo menos duas coisas: com que tipo de estrutura ou modelo de explicação científica contemporâneo Bacon poderia filiar-se; e qual seria o objetivo da explicação científica, na perspectiva desse filósofo.

Com respeito à estrutura da explicação científica, argumentamos que a designação baconiana da forma como lei, e das causas materiais e eficientes como veículos da forma, parece ter afinidades com o modelo de explicação hempeliano: a forma poderia ser interpretada como a lei geral, e as causas

materiais e eficientes como as condições iniciais. Assim, a forma (lei geral) e as causas materiais e eficientes (condições iniciais) comporiam as sentenças *explanans* que explicam o fenômeno interesse.

Já com relação aos objetivos da explicação científica, se ouvirmos as palavras de Bacon (1979), as explicações científicas deveriam buscar a causa formal dos fenômenos. Uma vez encontrada a forma, poderíamos obter explicações completas, isto é, explicações que descrevem relações inexoráveis de necessidade e suficiência causal entre eventos. Em contraste, explicações que buscam apenas a causa eficiente, promoveriam um conhecimento incompleto (leia-se, variável ou não exclusivo) dos eventos. O que nos leva a pensar que o alcance da explicação científica seria muito estreito, se pensado somente em termos de causas eficientes. Notemos que a causa eficiente corresponde de maneira mais próxima à noção tradicional de explicação causal: quando respondemos por que alguma coisa aconteceu, geralmente, mencionamos algum outro evento ou agência que operou de tal maneira a produzir o efeito. Ora, ampliar o escopo da explicação científica admitindo a importância da causa formal sugere a busca por fatores ou processos microscópicos que, uma vez encontrados, explicariam (de maneira completa, segundo Bacon) as manifestações ou efeitos dos fenômenos de interesse. Dessa forma, podemos dizer que, na perspectiva baconiana, um fenômeno está explicado quando descobrirmos a lei geral que governa o seu comportamento, isto é, a sua causa formal.

Ora, a recomendação baconiana não é uma tarefa nada fácil para a ciência. O próprio Bacon reconheceu que a descoberta da forma consiste em um ideal que deve ser alcançado gradualmente, à medida que o conhecimento científico avança. Mas a dificuldade de encontrar as causas ou formas não deveria desestimular o investigador. Ao contrário, essa meta altamente ambiciosa deve motivar o pesquisador a uma busca incessante, inventando novos experimentos e avançando as teorias. Em outras palavras, é na busca por esse ideal que a ciência progride.

Não se deve desistir da investigação enquanto as propriedades e as qualidades que se encontram nas coisas, e podem ser consideradas espantosas na natureza, não fiquem reduzidas ou compreendidas segundo alguma forma ou lei certa, de maneira a ficar indicado que todo fenômeno irregular e singular depende da alguma forma comum; e que o milagre,

enfim, seja colocado na dependência de apenas algumas diferenças específicas bem determinadas, e num grau e numa proporção raríssimos, e não na dependência da própria espécie. Mas atualmente as preocupações dos homens não vão mais longe que a determinação de tais coisas, como se fossem segredos e significativas manifestações da natureza, como se se tratasse de fatos sem causa, e assim acabam sendo consideradas como exceções das regras gerais (Bacon, 1979, NO II, xxviii).

Referências Bibliográficas

- Aristóteles. *Metaphysics (Livro V)*. In: Barnes, J. (Org.), *The complete works of Aristotle*, Vol. 2, Princeton, NJ: Princeton University Press, pp. 1599-1619, 1998.
- Aristóteles. *Posterior Analytics*. In: Barnes, J. (Org.), *The complete works of Aristotle*, Vol. 1. Princeton, NJ: Princeton University Press, pp. 114-166, 1998.
- Bacon, F. *Novum Organum*. São Paulo: Abril Cultural, 1979. (Coleção Os Pensadores.)
- Hempel, C. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press, 1965.
- Mill, J.S. *A System of Logic Ratiocinative and Inductive*. New York: Hafner Publishing Company, 1950.
- Oliva, L. Algumas considerações sobre o conceito de forma em Bacon. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 13, 33-44, 2003.
- Salmon, W. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton: Princeton University Press, 1984.
- Urbach, P. *Francis Bacon's Philosophy of Science: An account and a reappraisal*. La Salle: Open Court, 1987.

E-mail: carolinapsicologia@hotmail.com
E-mail: markcass@estadao.com.br

Recebido: maio/2007
Aprovado: dezembro/2007