

Três Tipos de Histórias Contrafactuais

Oswaldo Pessoa Jr.
Depto. Filosofia – FFLCH – USP
opessoa@usp.br

1. Modelos Causais em História da Ciência

Na década de 1970, amadureceu um projeto de se fazer uma certa “ciência da ciência”, em que os dados empíricos viriam do trabalho de historiadores da ciência, e a parte teórica se originaria das “metateorias” de dinâmica científica de filósofos como Kuhn, Lakatos e Laudan. No entanto, esse projeto fracassou (Pessoa, 2004), em parte devido à dificuldade de se testarem as diferentes metateorias de maneira objetiva (a melhor tentativa foi a de Donovan, Laudan & Laudan, 1988). Uma possível solução para esse impasse seria o uso da computação para armazenar informações históricas e rodar programas que pudessem testar as diferentes teses metateóricas. Mas como representar informação histórica em linguagem computacional?

Uma abordagem simples seria ler a narrativa de um historiador da ciência e representar seus aspectos mais salientes. Consideremos, por exemplo, o seguinte trecho:

A resolução desses problemas foi muito facilitada quando Robert Bunsen, em meados da década de 1850, introduziu uma lâmpada que fornecia uma chama quente de baixa luminosidade intrínseca; com esse “bico de Bunsen”, espectros de chama podiam ser observados contra um fundo com um mínimo de contaminantes, e a análise espectral foi assim geralmente facilitada. Em particular, William Swan, usando o bico de Bunsen, pôde mostrar convincentemente em 1856 que as fortes linhas D podiam ser atribuídas ao sódio, sendo que a presença generalizada destas linhas é devido à contaminação geral com pequenas quantidades deste elemento. Foi contra esse pano de fundo que Bunsen e Kirchhoff levaram adiante suas pesquisas colaborativas em 1859-1860 (Siegel, 1976, p. 568-9).

O autor escreve sobre certos *problemas*, que estimularam a construção de um *instrumento*, que foi importante para a confirmação de uma *hipótese* (que as fortes linhas D são devidas ao sódio), que por sua vez foi importante para as *descobertas* de Bunsen e Kirchhoff. O historiador escreve sobre problemas, instrumentos, descobertas, ideias, teorias, leis etc., e cada um desses avanços é mais ou menos relevante para o aparecimento e confirmação de outros avanços científicos. Destaquemos então tais “unidades de conhecimento científico” e representemos cada uma delas em nossa base de informação. Diversos nomes têm sido dados a essas unidades (contribuições, realizações, manifestações, novidades, memes cognitivos), mas adotaremos uma versão forma mais curta, “avanços”, mesmo que estes possam não ser uma contribuição positiva para o progresso da ciência (Pessoa, 2004). Um avanço é qualquer conhecimento científico que é passado explicitamente ou tacitamente entre cientistas. O protótipo de um avanço é uma ideia, mas há outros tipos de avanços teóricos, como explicações, leis, problemas, desenvolvimento de teoria, assim como avanços experimentais, como dados,

experimentos e instrumentos. Outros tipos de avanços incluem a comparação entre teoria e experimento, teses metodológicas, afirmações metafísicas, projetos, conhecimento tácito e até manifestações culturais (quando são relevantes para a atividade científica).

Uma segunda característica do discurso do historiador é que os avanços são conectados de certas maneiras: eles influenciam o aparecimento de outros avanços, e também afetam o grau de aceitação de outros avanços. Tal conexão é por vezes tomada como sendo uma relação lógica, e muitas vezes é o raciocínio lógico do cientista que o leva a novos avanços. Mas os avanços se influenciam mutuamente de maneiras mais gerais, e tomaremos tal influência como sendo *causal*. A construção do bico de Bunsen foi essencial para a descoberta de Swan de que as linhas D provêm do sódio; em outras palavras, sem o bico de Bunsen, Swan não teria confirmado aquela debatida hipótese. Assim, o bico de Bunsen pode ser considerado uma “causa” da descoberta de Swan, no sentido expresso pela chamada definição contrafactual de causalidade. Essa definição foi dada em uma passagem isolada de Hume (1980 [1748], seção VII, p. 166), para o caso de uma condição necessária: “Ou em outras palavras, *quando, não existindo o primeiro objeto, jamais existiria o segundo*”.

Relações causais em sistemas sociais são sempre complicadas, e dificilmente se pode isolar uma condição necessária e suficiente. Assim, uma causa é melhor concebida como uma “condição INUS” (Mackie, 1965), o que equivale a dizer, em nosso exemplo, que muitas outras causas agiram concomitantemente com o bico de Bunsen para levar Swan à sua descoberta, e que provavelmente um outro conjunto suficiente de condições (não incluindo o bico de Bunsen) poderia ter levado à sua descoberta. Outro enfraquecimento dessas relações causais é que um conjunto de condições enseja apenas um aumento da *probabilidade* de que um cientista chegará a um certo avanço em um certo intervalo de tempo. O número imenso de influências causais que agem ao acaso em um cientista, mas que não podem ser descritos pelo modelo, são considerados “ruído” ou flutuações aleatórias, cuja dispersão é incorporada em funções de distribuição probabilística (Pessoa, 2006).

Uma terceira característica da presente descrição da ciência é a “força causal” de um avanço, ou a potencialidade de um avanço influir no aparecimento de outros avanços (mediado, é claro, pelos cérebros e mãos dos cientistas). Esta força causal geralmente varia com o tempo. Um avanço teórico pode surgir como uma simples consideração de uma ideia, depois se tornar uma proposta de hipótese, posteriormente ser defendida explicitamente, em seguida ser considerada plausível, após o qual ganhar bastante evidência favorável, depois apoio intenso, até ganhar larga aceitação. Esses estágios podem ser considerados “graus de aceitação” de uma hipótese, e a força causal de uma ideia cresce à medida que aumenta sua aceitação.

Uma hipótese pode também receber apoio negativo, em diferentes graus, e isso afeta a sua força causal (que pode ser anulada, ou pode causar o abandono de outros avanços).

Considerações semelhantes podem ser aplicadas para um avanço experimental, como um instrumento. Um instrumento pode ser construído com base em um novo princípio, mas de início sua performance pode ser ruim, depois sua resolução (ou outra medida de qualidade) pode melhorar, levando a um aumento do uso do instrumento. A noção de força causal (a capacidade de um avanço levar ao surgimento de outros avanços) também se aplica nesta situação. Mas, para um instrumento, a força causal depende não só do grau com que ele é usado ou vendido (o que é análogo ao grau de aceitação de uma ideia), mas também em suas medidas de qualidade: uma melhor resolução experimental permite dados mais precisos, o que aumenta a possibilidade de se descobrir novos avanços (fenômenos ou leis).

Levando em conta a força causal de um avanço, pode-se perguntar o que leva a uma alteração no grau de aceitação de uma ideia ou na qualidade de um instrumento. Geralmente são o surgimento de outros avanços, ou uma alteração na força dessas causas. Ou seja, avanços não só causam o aparecimento de outros avanços, mas também causam alterações nas forças causais destes outros avanços (Pessoa, 2010).

2. Histórias Contrafactuais da Ciência

Extraímos do discurso do historiador um modelo da ciência em que avanços são ligados por relações causais probabilistas. Ao definir a causalidade em termos contrafactuais, introduzimos automaticamente a controvertida noção de história “contrafactual” ou “virtual”. Uma situação contrafactual é uma situação possível que não aconteceu. Será que é necessário introduzir possibilidades contrafactuais na descrição causal da história? Pode-se sempre escolher evitar enunciados contrafactuais. Porém, se o relato faz menção a causas históricas, pode-se argumentar que este enunciado causal equivale à postulação de um cenário contrafactual. Por exemplo, se alguém afirmar que a causa principal do declínio da ciência na França, em torno de 1830, foi a sua estrutura organizacional centralizada, então ele estará implicitamente afirmando que se tal estrutura *tivesse sido* transformada em uma estrutura mais descentralizada, como nos países germânicos, então a ciência francesa *teria* prosperado melhor.

Em suma, cenários contrafactuais na história são sempre especulativos, mas o mesmo ocorre para a postulação de causas. Nas ciências duras, uma afirmação causal pode ser testada ao se explorarem diferentes resultados de um experimento, para cada valor dos parâmetros controlados pelo cientista. Esses experimentos mapeiam as possibilidades de resultados da situação experimental, de forma que se pode dizer que as histórias possíveis (que descrevem os resultados dos experimentos) são todas *factuais*, e que a “história” da situação experimental repete-se muitas vezes. No caso da história social, repetições de conjuntos de condições relevantes são bastante raras, de forma que atribuições de causas são difíceis de serem testadas, permanecendo especulativas, assim como as afirmações contrafactuais.

No caso da história da ciência, repetições de condições relevantes não são tão raras, e constituem as chamadas “descobertas independentes”. Em nosso estudo de modelos causais, as descobertas independentes são especialmente interessantes, pois correspondem a dois (ou mais) caminhos possíveis que são *factuais* (não contrafactuais). “Quase descobertas” são também interessantes, como no caso de Thomas Melvill, pioneiro na análise química com chamas, em 1852, mas que morreu no ano seguinte com 27 anos de idade. O historiador da ciência Harry Woolf (1964, p. 628) comentou que Melvill “estava claramente no caminho de uma descoberta importante na ciência”, o que incluiria a descoberta das linhas escuras no espectro solar. Tal avanço poderia assim ter ocorrido em torno de 1760, num cenário contrafactual, quatro décadas antes de sua descoberta em nosso mundo *factual* (que ocorreu em 1802, com Wollaston, e independentemente com Fraunhofer, em 1814).

Ao se trabalhar com modelos causais, pode-se escolher incluir tais informações contrafactuais ou não. É altamente provável que se Melvill não tivesse morrido, ele teria chegado ao mencionado avanço. No entanto, há um problema em se incluir informação do tipo “se não tivesse morrido” no banco de dados históricos do modelo causal: pois poder-se-ia incluir igualmente informação do tipo “se tivesse morrido”. No exemplo apresentado, poderia também

acontecer que o jovem Fraunhofer tivesse morrido quando a oficina de vidraçaria na qual trabalhava desmoronou em 1801. Se quisermos manter a história *factual* como a média do conjunto de mundos possíveis considerados (o que seria a nossa melhor estimativa, em termos estatísticos), então cenários contrafactuais deveriam ser introduzidos em pares balanceados (como o par “se tivesse morrido” e “se não tivesse morrido”) (isso *não* foi feito em Pessoa, 2008).

Os seres humanos possuem uma intuição muito boa para imaginar situações contrafactuais (Roese & Olson, 1995), assim como para imaginar causas, o que está ligado ao valor adaptativo, na evolução biológica, para se prever o futuro. Historiadores da ciência muitas vezes tecem afirmações contrafactuais, geralmente de maneira marginal, mas recentemente mais atenção tem sido dada a afirmações contrafactuais na história da ciência (ver Radick, 2008).

Assumindo uma visão objetivista da ciência, é natural supor que certos avanços surgem inevitavelmente, como a tese de que o DNA é uma dupla hélice. Argumentaremos na seção seguinte que é isso que permite que se possam postular histórias contrafactuais da ciência.

As histórias contrafactuais que são exploradas na presente abordagem são muito próximas da história *factual*, e boa parte da pesquisa investiga as consequências de atrasos ou antecipações de um avanço. Nas diversas histórias possíveis que são postuladas, cada avanço mantém sua identidade, ou seja, desprezamos as mudanças de significado ocasionadas por diferentes contextos; o que muda de história possível para história possível é a ordem em que os avanços aparecem (seu caminho causal).

Um cenário contrafactual é uma situação possível que de fato não aconteceu. Mas o que seria uma situação “possível”? Para nossos propósitos, não seria toda classe de possibilidades lógicas, conforme é considerado na metafísica de mundos possíveis, mas sim o que às vezes é chamado de “possibilidades temporais” (ou possibilidades “causais”). Partimos da hipótese de que o futuro é “aberto”, e de que diferentes possibilidades futuras são parcialmente dependentes de nossas escolhas e de eventos aleatórios no mundo físico. (Se o universo for estritamente determinista, então haveria somente um cenário temporalmente possível para o futuro, e somente um história possível.)

Aceito isso, podemos definir um cenário possível como *uma possibilidade futura em algum instante t_0 do passado*. De acordo com esta definição, uma história contrafactual deve ser definida em relação a um tempo de ramificação t_0 no passado (o instante em que a situação contrafactual se “ramificou” da história *factual*). A probabilidade atribuída a um estado de coisas contrafactual geralmente muda de acordo com o tempo de ramificação escolhido.

Pode-se perguntar se seria causalmente possível que bactérias fossem descobertas na Terra sem o uso de microscópios ópticos. Suponha que não houvesse nenhuma maneira de produzir vidro na Terra; então, seria plausível especular que as bactérias teriam sido descobertas de outra maneira, através de outro caminho que não envolvesse microscópios ópticos. Porém, não há nenhum instante t_0 no passado a partir do qual um mundo possível sem vidro pudesse se ramificar (a não ser, talvez, se voltássemos a um instante muito próximo do Big Bang). Portanto, tal cenário não é “causalmente” possível, apesar de ser fisicamente possível (no sentido de que não viola nenhuma lei física) e logicamente possível.

A noção de uma “árvore de histórias possíveis” é útil na filosofia da ciência também para esclarecer diferentes concepções de progresso científico, como a mais tradicional convergência para a verdade (Popper, etc.) e a mais relativista concepção de seleção da teoria mais apta (Kuhn) (ver Pessoa, 2009).

3. Cenários Contrafactuais em Diferentes Campos

Há pelo menos três tipos diferentes de análises contrafactuais que podem ser feitas em ciências históricas. A mais consagrada vem da área de história econômica, iniciando-se com o trabalho de Robert William Fogel (1964) sobre ferrovias e o crescimento econômico dos Estados Unidos no século XIX. Havia uma concepção tradicional de que as ferrovias teriam sido indispensáveis para o progresso norte-americano no séc. XIX, ou seja, que elas teriam sido causa necessária para este progresso. Fogel examinou esta tese, calculando minuciosamente os custos e a eficiência de outras alternativas, e concluiu que se a tecnologia ferroviária não estivesse disponível na época, haveria uma alternativa igualmente eficiente que era o transporte por hidrovias. Segundo seus cálculos, o produto interno bruto de fato atingido nos Estados Unidos com ferrovias em 1º de janeiro de 1890 teria sido atingido *sem* ferrovias (mas com hidrovias) apenas três meses depois! A opção por hidrovias aproveitaria os rios e lagos navegáveis, os canais já construídos, e requeria a construção de vários novos canais. A industrialização acabaria sendo mais estimulada em regiões diferentes das do nosso mundo atual.

O que permite que se façam cálculos econômicos sobre cenários contrafactuais é a possibilidade de se fazerem previsões quantitativas razoavelmente precisas sobre o futuro. Por exemplo, o governo pode abrir hoje uma licitação em busca de uma alternativa energética, e diferentes projetos de engenharia poderão ser apresentados, cada qual com um cenário possível para o futuro. Depois que um deles é escolhido e implementado, os projetos não concretizados terão se tornado histórias contrafactuais (dado que foram possibilidades futuras em um instante passado). A avaliação retrospectiva que fazemos hoje de um projeto escrito em um instante t_0 do passado permite também uma melhor avaliação do correspondente cenário contrafactual do que a avaliação que se tinha do cenário futuro em t_0 , já que hoje conhecemos o desenrolar factual da conjuntura mundial desde então.

Esses dois elementos, *previsibilidade* e *avaliação retrospectiva*, tornam bastante plausível a avaliação contrafactual na história econômica e tecnológica.

Um segundo tipo de análise contrafactual é feito na história da ciência e da matemática. Aqui, a postulação de cenários contrafactuais é menos precisa do que na história econômica, pois não temos como prever o futuro da ciência, ao contrário do relativo controle que se tem na engenharia, tecnologia e economia. No caso da ciência, podemos talvez prever aspectos ligados à política científica e tecnológica, mas não podemos prever quais novas descobertas serão feitas.

Há porém uma característica distintiva no desenvolvimento da ciência e da matemática, que é sua *objetividade*. De maneira simplificada, a ciência natural é uma tentativa de espelhar a realidade, e tal realidade (que é invariante através de mundos possíveis) restringe o aparecimento de avanços científicos. Em termos mais gerais, sem este comprometimento com o realismo científico (mas apenas com a objetividade), podemos dizer que há “atratores” na ciência, matemática e tecnologia (sejam esses atratores a realidade natural, a consistência da teoria, categorias subjetivas, determinações materiais, ou o que quer que seja) que restringem a formulação dessas disciplinas. Em quase todos os mundos causalmente possíveis, ramificando digamos após o ano de 1800, os cientistas teriam descoberto que a molécula responsável pela hereditariedade tem a estrutura de uma dupla hélice, então nesse sentido há um atrator comum agindo nessas possíveis histórias da ciência.

Com a vantagem que temos hoje de poder fazer uma análise retrospectiva do passado, sabemos (em larga medida) o que os cientistas do passado estavam próximos de descobrir. Isso permite que imaginemos que consequências teriam pequenas modificações nas circunstâncias e escolhas envolvendo os cientistas. Podemos conjecturar quais poderiam ter sido os diferentes caminhos levando a uma descoberta, como no exemplo a quantização de energia, examinado em Pessoa (2000). Podemos investigar que consequências teriam surgido se um avanço aparecesse antes ou depois da época em que de fato apareceu.

Mas qual seria a utilidade de se postularem histórias contrafactuais da ciência, de gerá-las com o auxílio de um computador? Mesmo sem a postulação de cenários contrafactuais, muito poderia ser feito com modelos causais detalhados, como testar diferentes teses metateóricas. Mas se pudéssemos gerar cenários contrafactuais que fossem plausíveis para a intuição do historiador, isso indicaria que a teoria da ciência por trás desses modelos é bem construída, e este é o fim último do presente projeto: contribuir para uma teoria da ciência plausível e testável.

Um terceiro tipo de análise contrafactual ocorre na história social, política e cultural, na abordagem conhecida como “história virtual”. Aqui, porém, as restrições são muito mais fracas do que nos dois tipos anteriores: aqui não há uma racionalidade econômica que permita prever com algum detalhe as escolhas coletivas dos agentes, e nem um atrator forte como na ciência, matemática e tecnologia. Por exemplo, o que teria acontecido se o tiro que matou John F. Kennedy tivesse errado? Nosso conhecimento do comportamento humano nos diria, com segurança, que ele teria imediatamente se escondido e deixado Houston, mas e depois? O número de cenários possíveis aumenta imensamente. Alguns eventos, como a eleição presidencial de 1964, pareceriam previsíveis: neste cenário contrafactual, Kennedy teria uma alta probabilidade de ser reeleito. Mas, depois disso, os Estados Unidos teriam permanecido na Guerra do Vietnã? Muitos historiadores opinaram sobre esta questão, mas um consenso não foi atingido (ver Kunz, 1997). O melhor que se poderia fazer é atribuir uma probabilidade em torno de $\frac{1}{2}$ para cada alternativa, mas isso não seria muito útil, pois eventos subsequentes também seriam imprevisíveis.

Mais poderia ser dito sobre a história virtual, mas consideremos um último caso de raciocínio contrafactual, que surge na biologia evolutiva. Biólogos como Stephen Jay Gould (1989, cap. 5), Stuart Kauffman e Richard Dawkins (2004, pp. 482-93) examinaram a questão de como poderia transcorrer a evolução biológica na Terra se se voltasse a “fita da evolução” até um instante do passado, e variações aleatórias fizessem os seres vivos evoluir em diferentes direções. O consenso é que as espécies que apareceriam na Terra seriam bem diferentes das atuais, e que o que definimos como a espécie humana não apareceria para ramificações em tempos anteriores a alguns milhões de anos atrás. O paleontólogo Dale Russell e o geólogo S. Conway Morris especularam sobre o que poderia ter acontecido se um grande meteoro não tivesse caído na Terra há 65 milhões de anos atrás, extinguindo os dinossauros. Talvez um descendente do troodont se tornasse tão inteligente quanto somos no mundo atual, e a esta altura estaria fazendo filosofia da ciência! Notemos neste caso, porém, que apesar da grande divergência que há na variação biológica (mesmo que sujeita a restrições), é razoável supor que seres inteligentes eventualmente habitariam a Terra, o que é um exemplo de evolução convergente. Pode-se dizer que nichos ambientais agem como atratores para o desenvolvimento de estruturas biológicas, ou “tipos ecológicos”. A postulação de histórias evolutivas contrafactuais dependeria de conhecimento sobre quais variações são possíveis e sobre como agem as pressões seletivas (conhecimento este que já foi alcançado em larga medida). No entanto, o número de ramos possíveis seria imenso,

ao contrário do caso do aparecimento de avanços relevantes na história da ciência, e do caso das possibilidades racionais na história econômica, mas semelhantemente à história virtual e ao desenrolar de jogos esportivos.

Referências Bibliográficas

DAWKINS, R. **The Ancestor's Tale**. London: Weidenfeld & Nicolson, 2004.

DONOVAN, A.; LAUDAN, L. & LAUDAN, R. (orgs.). **Scrutinizing Science: Empirical studies of scientific change**. Dordrecht: Kluwer, 1988.

FOGEL, R.W. **Railroads and American Economic Growth**. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1964.

GOULD, S.J. **Wonderful Life**. New York: W.W. Norton, 1989.

HUME, D. **Investigação sobre o Entendimento Humano**. Trad. L. Vallandro. In: Os Pensadores. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, p. 133-204, 1980 [1748].

KUNZ, D. Camelot continued: What if John F. Kennedy had lived? In: FERGUSON, N. (org.), **Virtual History**. London: Picador, p. 368-91, 1997.

MACKIE, J.L. Causes and conditions. **American Philosophical Quarterly**, v. 2, p. 245-64, 1965.

PESSOA JR., O. Histórias contrafactuais: o surgimento da física quântica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 14, n. 39, p. 175-204, 2000.

———. Unidades de conhecimento na teoria da ciência. **Philosophos**, Goiânia, v. 9, p. 207-24, 2004.

———. Modelos causais em história da ciência. **Cadernos de Ciências Humanas – Especiaria**, Ilhéus, v. 9, n. 16, p. 383-95, 2006.

———. Descobertas independentes por caminhos diferentes: o caso da lei da reversão espectral (1848-59). In: MARTINS, R.A.; SILVA, C.C.; FERREIRA, J.M.H. & MARTINS, L.A.P. (orgs.), **Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de trabalhos do 5º Encontro**. Campinas: AFHIC, p. 347-56, 2008.

———. Scientific progress as expressed by tree diagrams of possible histories. In: C.A. MORTARI, C.A. & DUTRA, L.H.A. (orgs.), **Anais do V Simpósio Internacional Principia**. Florianópolis: Núcleo de Estudos da Linguagem – Universidade Federal de Santa Catarina, p. 114-22, 2009.

———. The causal strength of scientific advances. A sair em: VIDEIRA, A.A.P. & KRAUSE, D. (orgs.), **Brazilian Studies in the History and Philosophy of Science**. Boston Studies in the Philosophy of Science. New York: Springer, 2010.

RADICK, G. Introduction: Why what if? *Isis*, v. 99, p. 547-51, 2008.

ROESE, N.J. & OLSON, J.M. (orgs.) **What Might Have Been: The Social Psychology of Counterfactual Thinking**. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1995.

SIEGEL, D.M. Balfour Stewart and Gustav Robert Kirchhoff: Two Independent Approaches to “Kirchhoff’s Radiation Law”. *Isis*, v. 67, p. 565-600, 1976.

WOOLF, H., 1964, The beginnings of astronomical spectroscopy. In: COHEN, I.B. & TATON, R. (orgs.). **L’Aventure de la Science - Mélanges Alexandre Koyré**. Vol. 1. Paris: Hermann, p. 619-34, 1964.