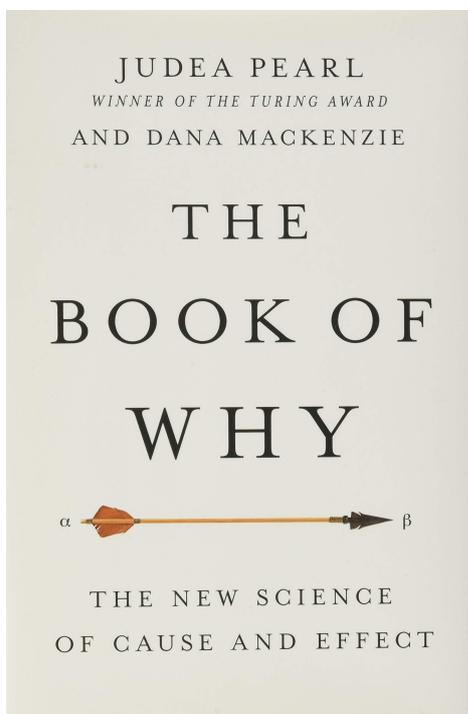


Recensão Crítica



Título: O Livro do Porquê: a nova ciência da causa e efeito

Autores: Judea Pearl e Dana Mackenzie

Editado: Círculo dos Leitores, 1ª edição, junho 2019

Recensador: Luís Cavique, luis.cavique@uab.pt

A mais recente obra de Judea Pearl e Dana Mackenzie, 'The Book of Why', no seu subtítulo promete desenvolver uma nova ciência para a causa e efeito. Judea Pearl é o autor das conhecidas redes bayesianas, ferramenta fundamental em Inteligência Artificial (IA), e galardoado com a maior distinção em ciências da computação, o Prémio Turing da 'Association for Computing Machinery' (ACM).

Este livro apresenta, numa versão de divulgação para o grande público, os conceitos introduzidos por de Judea Pearl no livro publicado em 2000 com o título 'Causality: Models, Reasoning, and Inference'. Adaptando-se às correntes atuais, os autores proclamam a Revolução Causal como o próximo passo para o 'Big Data' e a IA.

Nesta recensão iremos em primeiro lugar encontrar as maiores contribuições, ou curiosidades, em cada capítulo, e de seguida criticar a obrar no seu conjunto.

(cap. i) O livro começa por apresentar a Escada da Causalidade, numa versão popular dos três níveis hierárquicos da casualidade estabelecidos por Pearl: a observação, a intervenção e os mundos contrafactuais. No primeiro degrau encontramos a observação, onde é possível fazer previsões com base nos eventos passados. No segundo degrau a intervenção inclui a possibilidade de realizar experiências sobre os objetos de estudo. O planeamento de experiências e os testes A/B são exemplos desde segundo nível da causalidade. No terceiro degrau, os mundos contrafactuais ligam-se ao princípio fundamental da inferência causal, que traduz a impossibilidade de encontrar o resultado de uma experiência para a mesma pessoa,

no mesmo instante. Isto é, um paciente ou toma um medicamento ou toma um placebo. Se o paciente toma o medicamento numa intervenção (real), num mundo contrafactual, ou paralelo, ele irá eventualmente tomar um placebo. A questão contrafactual que se coloca é a seguinte: 'qual o resultado da intervenção se o paciente não tivesse tomado o medicamento?'.

(cap. ii) Os autores iniciam a história da causalidade com os diagramas de caminhos de Sewall Wright nos anos de 1920, que enuncia pela primeira vez que 'correlação não é causalidade'. Wright incorporou nos diagramas de caminhos as equações lineares $Y=aX+b$, ficando o valor de 'a' associado ao coeficiente do caminho. Pela mesma altura os sucessos dos matemáticos Karl Pearson (1857-1936) e Ronald A. Fisher (1890-1962) ficam respetivamente associados ao primeiro e segundo degrau da escada da causalidade. As ideias de Wright só irão ser reutilizadas, várias décadas depois, nos modelos SEM ('structural equation modelling'), largamente utilizado nas ciências sociais e popularizados nos anos de 1970 com o software LISREL. Os autores lamentam que os SEM tenham desvirtuado as ideias de Wright, quando reduzem todas as respostas à análise algorítmica dos dados.

(cap. iii). Pearl utiliza com frequência os DAG ('direct acyclic graphs') e as probabilidades condicionadas em vez de funções ou regressões lineares, mantendo as ferramentas utilizadas nas redes bayesianas. Ao desenhar uma seta de X para Y existe uma probabilidade ou uma função que especifica a alteração de Y se X for alterado. O primeiro degrau da causalidade da relação $X \rightarrow Y$ é expresso por $P(Y|X)$. Para o segundo degrau é introduzido o novo operador 'do' que exprime a intervenção, $P(Y|do(X))$. Finalmente, para o terceiro degrau da causalidade, a dimensão contrafactual é representada por Z' na probabilidade condicionada $P(Y|X, Z')$.

(cap. iv, v) Um dos maiores problemas da causalidade são as chamadas relações espúrias ou variáveis de confusão ('confounders'). Se associarmos à relação $X \rightarrow Y$, uma terceira variável Z, esta pode ser um mediador entre X e Y, ou um confundidor que influencia as duas variáveis. O caminho da 'porta de trás' é qualquer caminho de X para Y que começa por uma seta a apontar para X, i.e. $X \leftarrow Z$. As variáveis X e Y serão desconfundidos se bloquearmos o a porta de trás, dado que os referidos caminhos $X \leftarrow Z \rightarrow Y$ correspondem a correlações espúrias. Exemplificando: em certas regiões quando faz mais calor, as pessoas saem para passear e comer gelados, existindo também mais roubos. Será que os gelados (X) causam roubos (Y)? Ou existirá uma terceira variável, o calor (Z), que influencia as duas primeiras? Neste caso a variável Z é um confundidor. Os autores exemplificam com o caso das acaloradas discussões acerca do tabagismo em meados do século passado.

(cap. vi) Para além dos confundidores existe uma terceira forma de combinar três variáveis, o colisor ('collider'), $Z \rightarrow Y \leftarrow X$. O colisor cria uma associação espúria entre X e Z, este fenómeno é também conhecido por enviesamento da seleção ('selection bias'). Os autores relacionam os vieses com paradoxos, detalhando o conhecido paradoxo de Simpson. Exemplificam ainda recorrendo a curiosas representações gráficas aos aparentes malefícios do exercício para com os níveis de colesterol. Os aparentemente simples DAG, a problemática dos confundidores e a abundância de paradoxos, deixam o leitor preso à leitura e ansioso por respostas.

(cap. vii) Subindo ao segundo degrau da escada da causalidade, a intervenção corresponde a uma experiência com grupos de teste e controlo escolhidos aleatoriamente. Para responder à questão 'qual o efeito de X em Y?', Pearl usa a forma $P(Y \mid \text{do}(X))$. A propósito dos desenvolvimentos do operador 'do', Pearl refere os chamados 'doutoramentos instantâneos', oferecidos a estudantes excepcionais capazes de demonstrar um pequeno conjunto de novos teoremas.

(cap. viii) Infelizmente, nem sempre é possível realizar intervenções, como os testes A/B, dadas várias limitações éticas ou operacionais. Esta é a razão para entrar no terceiro degrau da escada da causalidade. Para dar resposta a este problema Donald Rubin na década de 1970 desenvolve a dimensão contrafactual das relações de causa e efeito. Os autores tratam o tema dos contrafactuais na lei, dado que durante séculos os juristas procuram um teste direto de culpabilidade do réu chamado 'but-for causation' ou causa-objetiva. Os conceitos contrafactuais dão lugar à criação dos SCM ('structural causal models'), suportados por grafos acíclicos, que passam a ser mais explicativos que os SEM ('structural equation modelling').

(cap. ix) Neste capítulo é finalmente apresentado um mecanismo para encontrar o 'porquê' das relações de causa-efeito e que norteia a obra. Os autores começam por referir uma das primeiras experiências controladas, realizada pelo médico James Lind em 1747, que administrou seis diferentes tratamentos a marinheiros com escorbuto, tendo chegado à relação que os citrinos curavam os pacientes. Podemos criar a relação Citrinos \rightarrow Escorbuto. Aqui, cabemos perguntar porque é que os citrinos evitam o escorbuto. A resposta só chegaria nos anos de 1930 com a descoberta da vitamina C. No caminho (Citrinos \rightarrow Vitamina_C \rightarrow Escorbuto) a variável Vitamina_C é um mediador do efeito. A análise da mediação é, portanto, a ferramenta que permite melhor compreender a associação de duas variáveis. Em 1986, Baron e Kenny definiram um conjunto de princípios para detetar a medição entre três variáveis, tendo-se tornado um dos 33 artigos mais citados de sempre.

(cap. x) Um dos êxitos recentes da IA foi ter ganho ao campeão humano de AlphaGo, contudo, nenhum humano consegue explicar a razão por que joga tão bem. O 'porquê' está não é explicado pela IA. Pearl refere que nos anos de 1980 os investigadores de IA se dividiam em 'neats' (os que queriam sistemas transparentes) e os 'scruffies' (os que apenas queriam algo que funcionasse), tendo Pearl sempre optado por ser 'neat'. A obra termina com apelos à IA benéfica e transparente.

A obra reveste-se de um enorme interesse, recheada de grandes e pequenas histórias que contribuíram para o estudo da causalidade.

Nos últimos dois capítulos, os autores definem como encontrar o 'porquê' e razão do 'porquê' das relações de causa-efeito. O mecanismo de mediação é uma poderosa ferramenta para melhor explicar os 'porquês' das relações entre variáveis. Sendo a utilidade do conhecimento dos 'porquês' atribuída à IA inteligível, e interpretável, como forma de os humanos melhor compreenderem as decisões os algoritmos. Desta forma, a promessa apresentada no título da obra está cumprida.

Já relativamente à promessa enunciada no subtítulo, a nova ciência da causa e efeito, parece excessiva dado que a causalidade tem múltiplos autores de várias escolas, desde o início do século passado. O estudo da causa-efeito com origem na filosofia, tem

contribuições diversas áreas e subárea como a estatística, as ciências sociais, a econometria e mais recentemente a bioestatística. Contudo, a obra dá uma visão integrada de todas estas contribuições o que a torna altamente meritória.

Com o objetivo de criar uma nova ciência, Pearl é especialmente duro para com os matemáticos mais clássicos, acusando-os de construírem modelos que sumarizam dados sem a capacidade criar relações causais.

Pearl usa as ferramentas que conhece bem, que usou nas redes bayesianas, as probabilidades e os DAG, para explicar a causalidade, sem evidenciar a utilidade das equações lineares.

No que diz respeito ao impacto na IA, os autores veem a aprendizagem automática no primeiro degrau da escada da causalidade. A visão integradora da causalidade com os paradigmas da IA interpretável é muito inspiradora, e por si só enuncia um novo rumo na IA.

O salto da inferência causal para a ciência da causalidade está na forma como colocamos a questão de investigação. Na inferência causal perguntamos 'e se' ('what-if') e na ciência da causalidade questionamos 'porquê' ('why').

Relativamente ao público-alvo do livro, a obra está longe de ter uma leitura rápida. A terminologia é variada, a interpretação dos DAG é complexa e o cálculo com contrafactuais é exigente, criando o ambiente propício à criação da controversa teoria da causalidade.

Em síntese, a causalidade envolve a ordenação no tempo, uma associação/correlação entre as variáveis e uma relação lógica explicativa que rejeite qualquer relação espúria. Assim, julgo que eu posso concluir que causalidade não é só correlação, mas depende dela. Reutilizando o os conceitos da obra, direi que à ciência da causa-efeito cabe encontrar o melhor mediador entre a correlação e a causalidade.

Bibliografia complementar

Angrist J.D., J.-S. Pischke (2014), 'Mastering Metrics: The Path from Cause to Effect', Princeton University Press.

Hernán M.A., Robins J.M. (2020), 'Causal Inference: What If', Boca Raton: Chapman & Hall/ CRC.

Pearl, J. (2000), 'Causality: models, reasoning, and inference', Cambridge University Press.