

O modelo explicativo de Herbert Alexander Simon sobre a descoberta científica

The explicative model of Herbert Alexander Simon on the scientific Discovery

por [Carlos José Saldanha Machado](#)

Resumo: O objetivo desse artigo é ampliar a análise de alguns modelos explicativos sobre a invenção científica que publicamos ao longo dos últimos 5 anos, inclusive na DataGramaZero, através da identificação de perspectivas que tenham contribuído para o avanço do conhecimento sobre o tema. Escolhemos o modelo do Prêmio Nobel de Economia em 1978 Herbert Alexander Simon pelo fato de reunir dois pontos de vista dominantes no Século XX sobre o problema da invenção científica: um, centrado no mecanismo inventivo que se encontra na origem de uma descoberta, outro, nos mecanismos da inteligência que abandona a problemática do conhecimento. Após uma descrição e análise do modelo, concluímos enunciando algumas críticas ao ponto de vista do autor analisado e formulando uma questão de pesquisa a ser respondida num próximo artigo.

Palavras-chave: Descoberta científica; Herbert Simon; Invenção científica; Modelo explicativo; Sociologia da ciência.

Abstract: The objective of this article is to broaden the analysis of some explicative models on the scientific invention published during the last 5 years, including at DataGramaZero journal, through the identification of perspectives that could had contributed to the progress of the knowledge on the theme. We chose the model of the 1978 Economy Nobel Prize Herbert Alexander Simon because it combines two dominants points of view of the 20th Century regarding the scientific discovery issue. One was centered on the inventive mechanism found at the beginning of the discovery, while the other, in the mechanisms of intelligence that abandons the knowledge problematic. After the description and analysis of the model, we concluded with some critics to the author's point of view, analyzing and formulating a research question to be answered in a forthcoming article.

Keywords: Explicative model, Herbert Simon, Scientific discovery, Scientific invention, Sociology of science.

Introdução

O objetivo desse artigo é ampliar a análise de alguns modelos explicativos sobre a invenção científica que publicamos ao longo dos últimos 5 anos ([Machado, 2006b; 2005](#)), sobretudo na Revista DataGramaZero ([Machado, 2009, 2006a; Machado e Teixeira, 2007](#)), através da identificação de perspectivas que tenham contribuído para o avanço do conhecimento sobre o tema.

Escolhemos, então, um autor clássico do Século XX, o Prêmio Nobel em Economia [Herbert Alexander Simon](#) [1916 - 2001] ¹, pelo fato do seu modelo reunir dois pontos de vista, que caminharam em paralelo durante mais de cinquenta anos, sobre o problema da invenção científica: de um lado, uma perspectiva centrada na descoberta científica que interrogava o mecanismo inventivo que se encontrava na sua origem, transformando-a num processo irracional misterioso; de outro lado, uma perspectiva centrada nos mecanismos da inteligência que abandona a problemática do conhecimento.

Esse trabalho de aproximação foi possível porque Simon, cujas pesquisas nos campos da economia, da psicologia, da administração, da filosofia e da ciência da computação estavam voltadas para o entendimento dos processos decisório e de resolução de problemas nas organizações, se perguntou sobre como funciona o pensamento criativo numa problemática de pesquisa. Com Simon, caem definitivamente por terra as distinções estabelecidas entre o processo de pesquisa científica e o processo de pesquisa não-científica, o contexto de descoberta e o contexto de justificativa, a

descoberta científica e a artística.

A problemática do conhecimento é reencontrada, ao passo que a iluminação do ato inventivo encontra um princípio explicativo. Tais são os pontos fundamentais de seu pensamento sobre o tema a serem destacados nas duas próximas seções, antes de concluirmos o artigo enunciando algumas críticas ao modelo de Herbert Simon e formulando uma questão de pesquisa a ser respondida num próximo artigo.

Simulação dos processos cognitivos em ação na descoberta

O objetivo de Simon ao se debruçar sobre a problemática da invenção é de estudar “*diretamente*” os processos cognitivos combinado pelo pensamento humano ao ser conduzido a resolver problemas dados pelo seu meio ambiente. Este objetivo é tornado possível pelo computador, o único capaz “*de imitar os processos do pensamento humano tais quais são produzidos realmente [grifo nosso] no cérebro humano diante da resolução dos problemas (e de outras atividades cognitivas e de qualquer tipo)*” (Simon, 1977: 265). Um tal objetivo tem fins normativos: “somente uma compreensão aprofundada da maneira pela qual o espírito humano trabalha pode nos ajudar a encontrar alguns meios para melhorá-los” (Simon, 1984: 116).

Na sua démarche conceitual Simon não opera distinções entre as atividades de resolução de problemas correntes ou sendo efetuadas no contexto da pesquisa científica. De um lado, isso implica que o processo criativo é semelhante tanto na ciência normal quanto na ciência revolucionária, segundo a formulação de [Thomas Kuhn](#) (1962). Aliás, para Simon, as grandes descobertas são raras. De outro lado, a dimensão corriqueira dos processos cognitivos é suficiente para produzir um espaço de problemas suscetíveis de desembocar em novas descobertas científicas. Em resumo, “o segredo da inovação é que não há segredo. Ela se consome fazendo jogar combinações complexas de elementos simples” (Simon, 1960: 69). Eis porque Simon estima poder apreender, em princípio, com a ajuda de programas inteligentes, isto é, simulando com a aplicação de regras o funcionamento do espírito criador no domínio científico. É o programa de pesquisa que ele se lança com Langley, Bradshaw e Zytkov (ver [Simon](#), 1990; [Langley](#), 1987) e o amplia para o estudo da criação artística ².

Como a maior parte dos autores analisados por [Machado](#) (2009, 2006a, 2006b, 2005) e [Machado e Teixeira](#) (2007), o modelo da descoberta de Simon está intimamente ligado a sua concepção da natureza do conhecimento científico. Na linha do empirismo lógico, ele acredita que é possível alcançar o conhecimento do real, isolando fatos autenticamente empíricos, não distorcidos pelos prejulgamentos e viés do espírito humano. Os processos de descoberta científica não são outra coisa senão as descrições e a modelização dos dados empíricos ([Demailly](#), 1992). Como [Norwood Russell Hanson](#) (1924–1967), Simon pensa, opondo-se à [Popper](#) (1959), que existe uma lógica da descoberta.

Ele retoma o conceito de “retrodução” introduzido por [Charles Sanders Pierce](#) [1839–1914] e desenvolvido por Hanson em 1958. Para Simon, a lógica diz respeito ao processo de descoberta científica e, notadamente, à fase indutiva ou retrodutoria que chega à formulação das hipóteses. Eis porque, segundo ele, a descoberta das hipóteses, longe de ser um jogo do espírito consistindo em “impor à natureza as leis que nosso intelecto inventa livremente”, como o sustenta Popper, volta a deduzir a maneira que têm o real de manifestar as leis que autenticamente o governa. Simon tem dificuldade em admitir a existência de descobertas que decorreriam de uma teorização prévia por que os computadores não podem realizar tais proezas.

Toda sua concepção da ciência seria posta em questão se as hipóteses pudessem desfrutar, segundo [Bensch](#) (1986: 513), "*do supercilio de Zeus*", dito de outro modo, do nada. A lógica também diz respeito ao fato da hipótese ser o resultado a que chegou o processo de pesquisa, e não o quadro ou a inspiração na origem da observação dos fatos. Nesse sentido, Simon deixa a tradicional ética do por a prova e concebe uma epistemologia da descoberta ([Bensch](#), 1986: 291). Como diz [Demailly](#) (1992: 211), "*a progressão em direção à solução ou à descoberta vai depender do grau de seletividade da caminhada, evitando caminhos pouco promissores, e da qualidade das estratégias combinadas*". Simon sustenta, contra os *gestaltistas*, que os processos por ensaio e erro estão no coração da descoberta. Uma teoria da descoberta deve, pois, dar conta dos fracassos e dos sucessos.

Como ele diz em *Models of Discovery*: "*Einstein fez muitas tentativas de busca de solução que fracassaram, e um processo seletivo de tentativas ocupou um lugar fundamental durante a década onde ele se debatia com o problema da velocidade da luz*" ([Simon](#), 1977: 289). Dito de outra forma, como resume [Boyer](#) (1986: 513): "ou se deveria encontrar mais tentativas e erros tanto no caso das descobertas criativas quanto nas descobertas rotineiras, ou as heurísticas dos indivíduos criativos são mais potentes que as dos outros. As descobertas são devidas " *a um misto de chance, ardor e obstinação para a pesquisa e à heurísticas particularmente potentes*".

Nessa perspectiva, Simon deve explicar a origem das hipóteses, minimizadas por Popper, que valoriza somente o procedimento da validação reduzindo, assim, seu aparecimento, aos misteriosos mecanismos de incubação e de iluminação. Não há, pois, de um lado, distinção entre os modos de pensamento holístico (*intuitivo*) e analítico, isto é, entre o caso onde as soluções são encontradas imediatamente e sem pesquisas conscientes e os casos que requerem análises e pesquisas conscientes prolongadas ([Simon](#), 1984: 9). O problema de Claparède, que analisamos em artigo anterior ([Machado](#), 2009), é aqui resolvido. Esta faculdade de ir diretamente à resposta é analisável em termos "de capacidades deliberativas". A única diferença está ligada à impressão subjetiva que libera a resolução de tipo holístico.

Simon demonstra que tudo pode ser explicado pelos mecanismos de familiarização e de esquecimento seletivo que estão na base das heurísticas de todo processo de resolução de problema. Esses dois mecanismos são as manifestações das relações funcionais das memórias a curto e a longo prazo. O primeiro mecanismo trabalha sem tirar os olhos para não perder o rumo, e o segundo rejeita o acabado. O segundo armazena suas rejeições na desordem. O pesquisador é guiado por um mapa das caminhadas precariamente mantidas na memória imediata. Quando ele se encontra diante de um impasse, ele pode abandonar esta via e esquecer o mapa das caminhadas inicialmente adotadas.

No momento em que explora outra via, ele guarda em sua memória permanente as informações armazenadas quando da primeira tentativa como o saber rudimentar do mapa da caminhada inicial; novas estruturas simbólicas podem então reorganizar de outra maneira esses elementos e dar lugar a novos mapas de caminhada. Esse trabalho de reorganização pode chegar à iluminação ([Demailly](#), 1992: 216-217). Um tal esquema tem, aliás, ressonância com as concepções de Poincaré, Galton e Taine que analisamos em artigo anterior ([Machado](#), 2009). Mas, como lembra [Schalanger](#) (1983: 108), "*um funcionamento preciso transposto ao pensamento humano não é da mesma ordem que uma ilustração figurada*".

O terceiro ponto importante da concepção da descoberta de Simon, é que não há razão para supor

que os processos psicológicos utilizados pelos re-inventores desorganizados sejam bem diferentes daquelas do primeiro inventor. *"Eis porque, o programa Bacon, utilizando os mesmos dados que aqueles que dispunham os primeiros inventores (Kepler e Ohm) chegam às mesmas leis, ele (re)descobre. Bacon demonstra que a organização dos processos necessários para fazer descobertas científicas é essencialmente a mesma daquela requerida pela maioria dos sistemas de resolução de problema"* ([Simon](#), 1984: 14).

Hávamos dito anteriormente que a perspectiva de Simon tem dificuldade em dar conta do fato de que uma descoberta possa ser o fruto de teorias prévias. Isso, é porque, acrescenta ele, Bacon *"faz somente um só tipo de descoberta: suas descobertas são todas induzidas à partir de dados (data driven). Bacon é verdadeiramente um puro sistema de indução baconiano"* ([Simon](#), 1984: 14). Muitas das descobertas são feitas, segundo Simon, desta maneira. Segundo sua concepção da natureza do conhecimento científico, as leis descobertas por Bacon são mais leis descritivas que leis explicativas. Mas, para não ficar fechado em somente um tipo de descoberta produtora de leis, Simon lembra que um programa A.M concebido pelo pesquisador J. Lenat *"possui não somente heurísticas para gerar novos conceitos, mas também critérios para avaliar o interesse de um conceito, o que lhe permite guiar sua pesquisa em direção à conceitos de grande interesse"* ([Simon](#), 1984: 15).

O programa de Bacon funciona, pois, sobre as seguintes bases: ele combina heurísticas que aumentam a seletividade da exploração dos dados e organiza esses dados em estruturas de lista que facilitam seu cruzamento. Simon vai mais longe ainda. O pensamento criativo que trabalha nas ciências, cujo funcionamento é compreendido segundo o modo de resolução de um problema, opera de maneira similar no campo artístico. O que tenderia a provar que o mecanismo criativo é o mesmo em diversos domínios. *"A análise do protocolo de um compositor revela processos de resolução de problemas que se tornaram familiares nas pesquisas sobre atividades mais estruturadas: a análise fim-meio, a pesquisa seletiva, a extração de informação por re-cognição. O resultado é criativo porque representa uma estrutura nova e interessante constituída de materiais familiares, as tonalidades, as formas rítmicas, as escalas clássicas e cromáticas"* ([Simon](#), 1984: 13). Se no modelo de Arthur Koestler, analisado em artigo anterior ([Machado](#), 2009), o irracional da criação artística se pretendia extensiva ao domínio científico, com Simon se opera o processo inverso: a racionalidade operatória na descoberta científica é semelhante a do domínio artístico.

A problemática de Simon coloca, portanto, no coração da pesquisa científica os fatores cognitivos: a reconstrução de espaço de problemas, a seleção da informação pelo jogo de regras heurísticas, etc. O pensamento criativo misterioso e inefável contra o qual se edificava o pensamento científico *"retorna ao lar"*, central, desnudado, e sem mistério: a simulação permitiu nivelar seu funcionamento. Como diz [Demailly](#) (1992: 158), *"a banalidade dos processos cognitivos autoriza precisamente uma abordagem pelo artificial que permite explicá-los, por a descoberta científica ao alcance de outro sistema de tratamento de informação que o homem"*.

Crítica ao modelo de Simon à guisa de conclusão

Ao término desse artigo nossa crítica ao modelo de Simon se voltará para dois pontos essenciais. O primeiro, diz respeito ao fato da concepção de Simon acabar com o individualismo. Sua concepção dos fatos científicos, na linhagem do empirismo lógico, promove a imagem de indivíduos intercambiáveis. Independentemente da crítica a essa visão da ciência, é mais o que decorre dela que se constitui no objeto de nosso distanciamento, isto é, o que ela implica: diante dos mesmos dados e

munidos dos mesmos princípios reguladores que Kepler, nós teríamos inventado a terceira lei.

O programa Bacon o torna possível, obrigando Simon a acrescentar que *(re)descobrir* envolve os mesmos processos criativos. Simon junta-se à posição “*das descobertas simultâneas*” tal qual é concebida pelo sociólogo da ciência Robert Merton [1910-2003] (cf. [Machado](#), 2006b). Mas, como diz [Boyer](#) (1986: 510), em resposta a tal concepção, “... *os princípios que guiaram Leibniz e Newton não eram os mesmos, e eles inventaram simultaneamente o cálculo diferencial. E pode-se atribuir essa descoberta a ambos.*” Ocorre que essa crítica junta-se à concepção de indivíduos intercambiáveis. Se Newton não o tivesse encontrado, Leibniz o teria.

Nessa concepção de Simon não há, portanto, mais nenhuma singularidade: o que um indivíduo faz, um computador pode fazê-lo. Simon esvazia a materialidade dos instrumentos, grande desafio das práticas de pesquisa que vem sendo estudada pelos pesquisadores do *Social Studies of Sciences* (p. ex. [Clarke e Fujimura](#), 1992). Os elementos constitutivos da invenção não são mais nem situados, nem *historicizados*, nem circunstanciais, a invenção não é mais um momento. O indivíduo é reduzido a processos elementares que não nos permitem explicar os processos contraditórios que atuam em um mesmo indivíduo, como o havia tão bem mostrado o pai da medicina experimental, Claude Bernard (ver [Machado](#), 2009).

O segundo ponto da nossa crítica reside na constatação de que é “*fácil*” encontrar a solução quando os dados estão lá, na sua frente. Nós estamos num contexto de resolução de um problema fechado. Mas, precisamente, a originalidade do inventor provém de sua capacidade de encontrar o que permitirá a nova combinação. Eis porque a questão da singularidade é fundamental: o que nós queremos compreender é, ao mesmo tempo, as escolhas das questões sobre as quais os cientistas decidem focalizar e o que fazem os descobridores que os outros não fazem ([Guimberteau](#), 1991). A seleção de dados pertinentes está precisamente no coração do problema do inventor. Como explicar, então, num tal modelo, que Galileu tenha podido inventar com dados falsos? (cf. [Feyerabend](#), 1979).

Concluiremos, então, esse artigo com uma questão formulada por [Boyer](#) (1986: 515) que nos parece fundamental: “*toda questão é de saber o que prova eficientemente uma tal simulação. Ela pode permitir, por exemplo, a predição de uma descoberta importante, isto é, de fazê-la?*”. Tal questão encontra eco nos estudos sobre a criatividade que se perguntam em que medida a valorização, isto é, o emprego combinado de mecanismos criativos, pode suscitar o novo. A resposta a essa questão será dada num próximo artigo que analisará algumas obras canônicas que nasceram nos Estados Unidos nos anos cinquenta e sessenta e afirmam de forma clara que a criatividade tem um valor profundamente positivo que precisa ser valorizada.

Notas:

[1] Laureado com o Prêmio Nobel de Economia em 1978 pelas suas pesquisas realizadas na área de tomada de decisões no interior das organizações econômicas, Simon desenvolveu também vários temas relacionados ao campo da ciência da computação (p. ex., inteligência artificial, interação computador-homem, sistemas de processamento de informação e avaliação do impacto social da tecnologia computacional sobre as pessoas e as organizações), onde um deles nos interessa porque vai ao encontro do tema da invenção científica: o uso de computadores no estudo (modelagem) de problemas filosóficos referentes à inteligência e à epistemologia. Para uma visão de conjunto da

biografia de Herbert Simon, ver : http://en.wikipedia.org/wiki/Herbert_Simon. Para uma consulta da sua bibliografia, ver: <http://www.psy.cmu.edu/psy/fAculty/hSimon/hsimon.html>

A título de ilustração, nessa linha de pesquisa merece destaque Simon, Weber e Perkins (1989).

[2] Outros trabalhos no campo das ciências cognitivas que se juntam na mesma época a esse programa são [Nowak e Thagard](#) (1989); [Thagard](#) (1993) e o número especial da Social Studies of Science (vol 14, N°4) de novembro de 1989 sobre computer discovery and the sociology of scientific knowledge.

Bibliografia

BENSCH, A. (1986). Une épistémologie de la découverte. Les bases théoriques de la simulation chez H.A. Simon, In: Demailly, A. e Moigne, J.-L. Le, (sous la direction de), Sciences de l'Intelligence Sciences de l'Artificiel, Lyon: Presses de l'Université de Lyon, pp. 282-299.

BOYER, A. (1986). D'où viennent les idées justes?: H. A. Simon, K. Popper et l'heuristique, In: Demailly, A. e Moigne, J.-L. Le, (sous la direction de), Sciences de l'Intelligence Sciences de l'Artificiel, Lyon: Presses de l'Université de Lyon, pp 501-513.

CLARKE, A. and FUJIMURA, J. (1992). The right Tools for the Job. At Work in Twentieth-century Life Sciences. Princeton: Princeton University Press.

DEMAILLY, A. (1992). Les processus d'organisation dans l'alcoolisme, les rassemblements et la recherche scientifique. Une approche psychosociale inspirée des oeuvres de H.Simon et R. Pagès. Tese de doutorado, Universidade Paris VII.

FEYERABEND, P. (1979). Contre la méthode ou esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance. Paris : Seuil.

GUIMBERTEAU, B. (1991). Cognitive Psychology and the Study of scientific discovery. Theory and Psychology, 1: 223-244.

HANSON, N. R. (1958), Patterns of discovery, Cambridge: Cambridge University Press.

KUHN, T. S. (1962), The Structure of Scientific Revolutions, Chicago: The University of Chicago Press.

LANGLEY, P.; SIMON, H.A; BRADSHAW, G. L; ZYTKOW, J. M. (1987). Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes. Massachusetts: The M.I.T Press.

MACHADO, C.J.S. (2005). As diferentes maneiras de se estudar a invenção científica. Ciência e Cultura, 57(1): 29-31. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n1/a15v57n1.pdf>

MACHADO, C.J.S. (2006a). As relações entre tecnologia, inovação e sociedade.

DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação, 7(1), fev/06. Disponível em:
http://dgz.org.br/fev06/Art_02.htm

MACHADO, C.J.S. (2006b). A invenção científica segundo o modelo da sociologia dos cientistas e os Social Studies of Science. *Ciência e Cultura*, 58(3): 4-5. Disponível em:
<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v58n3/a02v58n3.pdf>

MACHADO, C.J.S. (2009). A descoberta científica para alguns autores clássicos do século XX. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, 10(1), fev/09. Disponível em:
http://dgz.org.br/fev09/Art_05.htm

MACHADO, C.J.S.; TEIXEIRA, M. de O. (2007). Descoberta, invenção e inovação segundo os estudos sociais anglo-saxões e europeus das ciências. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, 8(2), abr/07. Disponível em: http://dgz.org.br/abr07/Art_03.htm

NOWAK, G. and THAGARD, P. (1990). Newton, Descartes and Explanatory Coherence; The conceptual structure of the geological revolution, in: SHARAGER, J. and LANGLEY, P. (eds.), *Computational Models of Discovery and Theory Formation*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers, pp. 274-309.

POPPER, K. (1959[1935]), *The Logic of Scientific Discovery*, London: Hutchinson.

QUIN, Y. and SIMON, H. A. (1990). Laboratory Replication of Scientific Discovery Processes, *Cognitive Science* 14: 281-312.

SCHLANGER, J. (1983). *Penser la bouche pleine*. Paris: Fayard.

SIMON, H. (1977). *Models of discovery*, Dordrecht: D.Meidel Publishing Compagny.

SIMON, H. A., (1984). L'Unité des arts et des Sciences : la psychologie de la pensée et de la découverte, *AFCET INTERFACES*, n° 15: 1 -16.

SIMON, H.A. (1960). *The New Science of Management Decision*. New York, NY: Harper and Row.

SIMON, H.; WEBER, R.J. and PERKINS, D.N. (1989). How to invent artifacts and Ideas. *New Ideas in psychology*, 7(1): 49-72.

SOCIAL STUDIES OF SCIENCE (1989), 14(4): Special issue Symposium on Computer Discovery and the sociology of Scientific Knowledge.

THAGARD, P. (1989): Explanatory Coherence, *Behavioral and Brain Sciences*, 12: 435-502.

THAGARD, P. (1993). Societies of Minds: Science as Distributed Computing. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 24(1): 49-67.

Sobre o autores / About the Author:

Carlos José Saldanha Machado

csaldanha@icict.fiocruz.br

Antropólogo, Professor do Programa de Pós-Graduação em Informação e Comunicação em Saúde do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica da Fundação Oswaldo Cruz do Ministério da Saúde.