

O Que é Ciência?

A natureza da ciência tem sido objeto de um vigoroso debate ao longo dos séculos – um debate conduzido por cientistas, filósofos, historiadores e outras partes interessadas. Nunca se chegou a um consenso sobre a definição de ciência, e mesmo sobre a necessidade e a possibilidade de definir ciência.

De maneira geral, assumindo o risco da supersimplificação, pode-se dividir as tentativas de definição de ciência em duas grandes classes: (1) aquelas para as quais a definição de ciência não pode deixar de lado as relações da ciência com a sociedade, com os meios de produção e com o meio ambiente; e (2) aquelas que se interessam apenas pela parte conceitual e metodológica da ciência, sem se preocupar com o contexto e as condições em que ela ocorre ou se desenvolve.

Pode-se tentar expressar essas duas visões antagônicas sobre ciência da seguinte maneira (Lindberg, 1992):

1. Ciência é aquilo que faz com que os seres humanos ganhem controle sobre seu ambiente. Segundo esta concepção, a ciência estaria fortemente associada com as tradições artesanais e a tecnologia e teria se originado na pré-história quando os seres humanos descobriram como trabalhar os metais e a agricultura.
2. Existem duas coisas distintas: ciência e tecnologia. A ciência é constituída por um corpo de *conhecimentos teóricos* e a tecnologia se preocupa em aplicar esses conhecimentos teóricos à solução de *problemas práticos*. Segundo esta concepção, deve-se distinguir, por exemplo, a *tecnologia* envolvida na construção de aviões, navios e automóveis da *ciência* da mecânica, da fluidodinâmica e das outras disciplinas teóricas usadas para fundamentar essas construções.

Ainda segundo Lindberg (1992), aqueles que adotam o segundo ponto de vista – vendo a ciência como conhecimento teórico –, geralmente não estão dispostos a considerar que todas as teorias (independentemente das suas características ou conteúdos) sejam científicas. Isto implica que, se eles querem excluir certos tipos de teorias eles devem propor critérios pelos quais se deve julgar uma teoria como científica e outra como não-científica. A história tem mostrado que esta não é uma tarefa fácil, tanto pelas questões

metodológicas envolvidas como pelo fato de que a própria noção de ciência tem se alterado ao longo da história.

Vamos dar um exemplo ilustrativo (Dunbar, 1996). Considerem os povos agricultores da Antiguidade (mesopotâmicos, egípcios, etc). Para eles, quais seriam os fatores que influenciavam no bom crescimento das suas plantações? Existe um número enorme de fatores possíveis:

1. A quantidade de chuva,
2. A temperatura,
3. O vento,
4. O tipo de solo,
5. A inclinação e o aspecto da terra,
6. O mês em que foi feita a plantação,
7. O signo do zodíaco no momento da plantação,
8. O número de pássaros migratórios naquele ano,
9. O número de sacrifícios feitos ao deus apropriado,
10. O número de dias desde o começo do mundo.

Estes são só alguns dos fatores mais considerados ao longo da história. Observem que não há nada de intrinsecamente errado com qualquer uma dessas possibilidades: elas são *hipóteses* científicas perfeitamente boas.

Sabemos atualmente que os primeiros cinco fatores realmente influenciam no crescimento de uma plantação. O sexto, o sétimo e o oitavo não estão relacionados ao crescimento da plantação, mas se correlacionam com variáveis que influenciam no seu crescimento; e os dois últimos são quase certamente irrelevantes.

Coloquem-se, no entanto, na situação dos povos da Antiguidade. Eles estavam muito mais acostumados a observar o céu noturno do que nós. Para eles, a variação anual das posições das estrelas visíveis a olho nu era um fenômeno muito presente em suas vidas. Portanto, a observação de que sempre que se iniciava uma plantação sob certo signo zodiacal ela cresceria vigorosa e daria uma boa colheita, ao contrário de quando se iniciava uma plantação sob outro signo qualquer, deve ter causado um forte impacto sobre eles.

Para povos que vivem em uma dada região geográfica, o uso dos signos do zodíaco ou a chegada de pássaros migratórios podem ser regras muito efetivas para se decidir quando iniciar uma plantação. Uma dessas regras, por exemplo, seria: se as sementes forem plantadas no dia do equinócio da primavera, quando o sol entrar em Touro, então haverá uma colheita farta no verão. Regras desse tipo são confiáveis e reprodutíveis, isto é, elas podem ser testadas ano após ano e sempre dão praticamente os mesmos resultados (quando não dão, isso pode ser atribuído a algum outro fator como a ira de um deus, por exemplo). Elas também permitem previsões muito precisas. Os egípcios, por exemplo, usavam um calendário astronômico para prever as cheias anuais do Nilo com uma precisão difícil de ser melhorada atualmente. O enorme sucesso dessas regras, portanto, pode fazer com elas sejam tomadas como mais do que apenas correlações entre fenômenos (como consideramos hoje em dia), mas como fornecendo uma explicação causal para eles.

As regras práticas para prever as cheias do Nilo e a época certa para se iniciar uma plantação usadas pelos antigos egípcios funcionavam bem para o seu tempo e lugar. Mas elas teriam sido desastrosas se fossem seguidas pelos povos do sul da África, por exemplo, naquele mesmo período. Além do mais, elas não poderiam ajudar os próprios egípcios da época atual, pois a precessão do eixo de rotação da Terra ao longo dos séculos (precessão dos equinócios) fez com que a sequência dos signos do zodíaco comece atualmente na constelação de Peixes, enquanto que na época da construção das grandes pirâmides (c. 2500 a.C.) ela começava em Touro (posteriormente, no período de Ramsés II – c. 1250 a.C. –, ela começava em Áries e, no futuro, por volta de 2600 d.C., começará em Aquário).

Este exemplo mostra que, quando o objetivo é estudar a história da ciência, mesmo que se consiga encontrar uma definição de ciência válida para a época atual e que satisfaça a todos, ainda assim temos que nos deparar com o problema de definir o que era ciência para os povos das épocas passadas.

Ao longo da história, a noção de ciência mudou em conteúdo, forma, método e função. Portanto, se quisermos fazer justiça para com os nossos predecessores, devemos tomar o passado pelo que ele foi. Isto significa que devemos resistir à tentação de vasculhar o passado à procura de exemplos ou precursores da ciência moderna.

Devemos respeitar as maneiras pelas quais as gerações passadas abordavam a natureza, reconhecendo que, embora elas possam ser diferentes da maneira moderna, elas não são menos dignas de interesse, pois fazem parte da nossa ancestralidade intelectual.

Esta é a única maneira adequada de se entender como nós nos tornamos o que somos. Segundo o historiador da ciência David Lindberg (1992), “o historiador necessita de uma definição muito ampla de “ciência” – que permita a investigação da vasta gama de práticas e crenças que ficaram para trás e que nos ajude a entender a moderna atividade científica. Devemos ser amplos e inclusivos, ao invés de estreitos e exclusivos; e devemos esperar que, quanto mais para trás formos, mais amplos devemos ser”.

Um aspecto do exemplo acima que só pode ser devidamente apreciado à luz do nosso conhecimento atual sobre ciência é o que diz respeito à chamada metodologia científica. O que quer que seja a ciência, sabemos hoje em dia que ela precisa ser feita e avaliada segundo o que chamamos de *método científico*. O método científico, definido sem muito rigor, apregoa que uma teoria científica precisa ser testada sob diferentes condições experimentais e em diferentes lugares, devendo ser capaz de explicar os fenômenos conhecidos e de fazer previsões testáveis sobre novos fenômenos.

O problema da metodologia científica constitui um tema de estudo da filosofia da ciência e um resumo das principais tentativas de se definir ciência pela sua metodologia será feito na próxima aula.

Voltando às tentativas de definição de ciência e às duas visões antagônicas apresentadas no início desta aula, veremos a seguir dois textos¹ escritos por físicos que ilustram essas duas visões.

O primeiro foi escrito pelo físico britânico e pensador de orientação marxista John Desmond Bernal, um dos pioneiros na aplicação de cristalografia de raios-x à biologia molecular; e o segundo foi escrito pelo físico teórico italiano Carlo Rovelli, um dos criadores da chamada gravidade quântica em loop.

¹ As traduções dos textos para o português, do inglês e do francês, foram feitas por mim.

Tradução de trechos selecionados da Introdução de *Science in History: Volume 1, The Emergence of Science*, J. D. Bernal, Cambridge, MA: MIT Press, 1971.

(...)

Antes de começar essa investigação, algo deve ser dito sobre o significado e o escopo da ciência. Agora pareceria que o mais natural e conveniente seria começar com uma definição de ciência.

(...)

Minha experiência e conhecimento me convenceram da futilidade e do vazio de tal curso. A ciência é tão velha, ela passou por tantas mudanças em sua história, está tão ligada em cada um de seus pontos com outras atividades sociais, que qualquer tentativa de definição, e houve muitas, pode apenas expressar mais ou menos de forma inadequada um dos aspectos, em geral um dos menores, que ela teve em algum dos seus períodos de desenvolvimento.

(...)

Para uma atividade humana que é, ela mesma, apenas um aspecto inseparável do processo singular e não repetível da evolução social, a ideia de definição não se aplica estritamente.

Mais do que qualquer outra ocupação humana, a ciência é, por sua própria natureza, mutável. E também, como um dos últimos feitos da humanidade, ela é a que muda mais rapidamente. A sua existência separada é também recente. Na aurora da civilização ela era apenas um aspecto do trabalho do mágico, do cozinheiro ou do ferreiro. Foi só a partir do século dezessete que ela passou a ter um status independente; e essa independência pode durar por apenas uma fase temporária. No futuro bem pode ser que o conhecimento e o método científico permeiem de tal maneira toda vida social que a ciência venha uma vez mais a não ter existência distinta. Como uma definição é intrinsecamente impossível, a única maneira de passar o que está sendo dito neste livro por ciência é fazer uma descrição extensiva (...)

A ciência pode ser tomada, (1) como uma instituição; (2) como um método; (3) como uma tradição cumulativa de conhecimento; (4) como um dos principais fatores na manutenção e no desenvolvimento da produção; e (5) como uma das mais poderosas influências que moldam nossas crenças e atitudes em relação ao universo e ao ser humano. (...) Ao listar estes diferentes aspectos da ciência eu não pretendo implicar que existem tantas “ciências” diferentes. Com qualquer conceito de escopo tão amplo em

termos de tempo, conexão e categoria, a multiplicidade de aspectos e referências deve ser a regra. A palavra ciência ou científico tem alguns significados diferentes de acordo com o contexto em que é usada. (...) Dos aspectos listados acima, aqueles da ciência como instituição e fator na produção pertencem quase exclusivamente aos tempos modernos. O método da ciência e sua influência sobre as crenças datam dos tempos da Grécia antiga, se não de antes. A tradição do conhecimento passado de pai para filho, de mestre para aprendiz, é a própria raiz da ciência, existindo desde as épocas mais antigas da humanidade e muito antes de que a ciência pudesse ser considerada como uma instituição, ou de que um método pudesse ter se desenvolvido de maneira separada do senso comum e das tradições populares.

Tradução de um trecho selecionado da aula 1 do curso “O Nascimento da Ciência”, lecionado por Carlo Rovelli na Universidade do Mediterrâneo, Marselha, França (<http://www.cpt.univ-mrs.fr/~rovelli/NS.html>, acessado em 08/08/2012).

Discussão. O que é a ciência?

Possíveis elementos de resposta:

1. Explicação da multiplicidade de fenômenos com base em poucas hipóteses simples que podem justificar todas as manifestações da matéria.
2. Leis, modelos, teorias. Uma lei ou modelo descreve a natureza. Ela descreve o “como” de um dado fenômeno. Uma teoria explica a natureza. Ela explica o “porque” de um fenômeno ou de um conjunto de leis. Uma teoria é um arcabouço conceitual que explica as observações e leis existentes e prevê novos fenômenos e leis.
3. Matemática. Modelos matemáticos.
4. Observação da natureza. Conhecimento por experiência (e não por introspecção). Observações com espírito crítico: separar os elementos essenciais de um fenômeno dos fatores perturbadores (não essenciais). Encontrar similaridades entre fenômenos diferentes.

5. Experimentos. Não são apenas observações, mas interrogações ativas. Criações (montagens, designs) de situações particulares de onde se pode tirar conclusões (ensinamentos) gerais. Manipulações “ativas” para buscar a verdade, para descobrir novos fenômenos.

6. Estudo das regularidades da natureza.

7. A ciência faz predições. O papel das predições é duplo. Primeiro, elas nos são muito úteis. Exemplos? Um engenheiro usa a teoria para calcular se uma ponte vai cair ou não, dadas as dimensões dos pilares de concreto. As predições sobre a resistência do concreto nos poupam da necessidade de chegar ao resultado por tentativa e erro. Mas as predições também têm outro papel muito importante: as teorias científicas são *testadas* por suas predições. Exemplo: Einstein e a deflexão da luz pelo sol. Isto é muito importante: se uma teoria não faz predições ela não é verdadeiramente científica.

8. Hipóteses. Suposições, conjecturas, hipóteses de trabalho, que se aceitam provisoriamente como verdadeiras e a partir das quais se desenvolve de maneira dedutiva um raciocínio, uma lei ou uma teoria matemática. Em efeito, para ser científica uma teoria deve ser tal que seja possível provar que ela é falsa, com observações (*Princípio de falsificação* de Popper). Por exemplo, a teoria de que “a lua é habitada por pequenos seres inteligentes que podem ler nossos pensamentos e que se escondem todas as vezes que da terra se faz uma pesquisa sobre a lua e que fogem para o espaço profundo todas as vezes que uma nave espacial se aproxima da lua” não é testável.

9. A ciência muda. Dinamismo da ciência: evolução. Quando uma teoria não pode mais explicar as novas observações, os pesquisadores tentam construir uma nova teoria. Isso torna-se cada vez mais difícil à medida que nosso conhecimento aumenta, pois a nova teoria deve ser capaz de explicar não apenas os novos fenômenos, mas também os velhos fatos que as velhas teorias explicavam.

10. A ciência oferece um olhar sobre o mundo, uma linguagem para descrever o mundo, uma maneira de compreender o mundo, de estruturar e de pensar o mundo. Uma visão do mundo. Mas é uma visão do mundo que muda.

11. A ciência está baseada sobre a discussão. O critério de verdade não é um livro, a autoridade de uma pessoa ou de uma instituição, a tradição, o poder, o dinheiro, ... Não há dogmas, deve-se abandonar os preconceitos, deve-se ter espírito crítico. Os critérios de verdade são dois: convencer os outros (com explicações mais simples e mais convincentes dos fenômenos) e fazer predições corretas.

12. A ciência põe em dúvida as certezas adquiridas. Exemplo: a terra é o centro do mundo.

13. A ciência não tem uma verdade “final”. Pode-se sempre melhorar nossa compreensão.

Portanto, o método científico é caracterizado por:

- Observação da natureza
- Experimentos
- Busca de regularidades na natureza
- Hipóteses simples para explicar
- Dúvida e abandono de preconceitos (a terra é o centro do mundo)
- Abertura a ideias novas
- Modelos matemáticos (teorias)
- Predições (testes da teoria)
- Discussão
- Evolução dos modelos
- Nova visão e interpretação do mundo, mas uma visão mutável
- Colocação em dúvida de ideias e certezas adquiridas
- Certeza limitada (sempre há algo a compreender)

Atenção:

Há diferentes tipos de ciências, que reúnem todos ou somente alguns dos elementos acima. As ciências ditas “duras”, como a física, a química e a astronomia, possuem todas as características mais típicas da ciência. Não deve-se dar menos valor às outras ciências (...)

Ciência em sentido estrito: física, química, biologia, cosmologia, astronomia, ...

Ciência em sentido amplo: geografia, economia, medicina, ...

Referências

Bernal, J.D. *Science in History: Volume 1, The Emergence of Science*, J. D. Bernal, Cambridge, MA: MIT Press, 1971

Dunbar, R. *The Trouble with Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.

Lindberg, D. C. *The Beginnings of Western Science: the European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 B.C. to A.D. 1450*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

Rovelli, C. *La Naissance de la Science* (<http://www.cpt.univ-mrs.fr/~rovelli/NS.html>). Acessado em 08/08/2012 às 23h10.

Questão: A ciência teria um fim? Leitura: *O Fim da Ciência: uma discussão sobre os limites do conhecimento científico*, John Horgan. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. Trechos selecionados do capítulo 1 do livro foram colocados na página da disciplina.