Por que as revoluções científicas não destroem os objetos técnicos?

Daniel Durante Pereira Alves*

* Professor do Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN (durante@ufrnet.br).

GT – Filosofia, História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia

Resumo

Parece um fato bastante trivial que quando uma teoria científica se torna obsoleta, por ter sido substituída por outra, isto não tem nenhuma consequência para os objetos técnicos compatíveis com a teoria antiga. Pretendo, neste ensaio, responder à questão bem menos óbvia de por que isto se dá. Como subproduto, apresento uma defesa da teoria da ciência de Thomas Kuhn. Para tanto, inicio mostrando como a teoria de Kuhn foi motivada por considerações sobre a história da ciência. Em seguida, defendo um pressuposto sobre como se dá a relação entre ciência e tecnologia. Continuo, apresentando uma distinção entre conteúdo factual e conceitual na ciência. E por fim, utilizo esta distinção e o pressuposto sobre a relação entre ciência e tecnologia para elaborar tanto a resposta à questão título quanto concluir o argumento em defesa da teoria da ciência de Kuhn.

Palavras-chave: tecnologia, ciência, revoluções científicas, substituição teórica, conhecimento factual, conhecimento conceitual.

Introdução

É inegável que a ciência, através da história, mudou de ideia e retratou-se inúmeras vezes. A terra, outrora centro imóvel do universo, tornou-se pequeno satélite de uma estrela insignificante. Os átomos de hoje, de indivisíveis só têm o nome. A combustão, que já foi liberação de flogisto, tornou-se consumo de oxigênio. No entanto, nenhuma destas revoluções científicas, por mais radical que tenha sido, afetou certos conhecimentos estabelecidos. Já sabíamos, no cosmo de Ptolomeu, prever com bastante exatidão os eclipses do sol e da lua. O novo cosmo copernicano inverteu completamente nossa visão do mundo, mas não abalou este conhecimento. Os instrumentos geolocalizadores adequados à astro-

nomia ptolomaica, como o astrolábio, continuaram funcionando, mesmo depois que a astronomia foi substituída (Ronan 1987). O universo mudou, mas a capacidade que tínhamos de prever eclipses e de nos localizarmos geograficamente através das posições dos astros não se perdeu. Da mesma forma, nossa capacidade de prever o tempo de queda dos objetos manteve-se, quando substituímos os fundamentos do universo mecânico de Newton pelos de Einstein. Consigo conceber a possibilidade de futuras revoluções radicais nas mais diversas áreas, mas não parece possível que as coisas que já sabemos sejam perdidas por causa destas revoluções. Eventuais mudanças na física ou na bioquímica não farão os aviões caírem ou os remédios pararem de fazer efeito. As revoluções científicas destroem nossas teorias e aspectos fundamentais de nossas concepções do mundo, mas parece que tanto nossa capacidade preditiva quanto nossos conhecimentos tecnológicos são imunes a elas. As revoluções científicas não destroem os objetos técnicos. Por que?

Pretendo, neste ensaio, responder a esta pergunta. Evidentemente, como o próprio título escolhido já indica, o ponto de partida da abordagem aqui exposta é a teoria da ciência de Thomas Kuhn presente em sua obra A Estrutura das Revoluções Científicas (Kuhn 2000). Que fique então bastante claro que os argumentos que serão aqui apresentados, antes de uma crítica à teoria de Kuhn são, ao contrário, um endosso a ela. Ou pelo menos um endosso a sua característica que considero mais fundamental: o respeito que a teoria de Kuhn tem pela história da ciência.

Mas ainda que você leitor seja um crítico da teoria de Kuhn, poderá, mesmo assim, tirar algum proveito do que se segue. Não importa muito, para a resposta que aqui será apresentada se, historicamente, as mudanças de fundamentos teóricos foram revolucionárias ou graduais, se teorias ou paradigmas rivais são ou não incomensuráveis, se a racionalidade científica é guiada por regras ou por valores cognitivos, se o conceito de paradigma está ou não bem estabelecido. Importa apenas o reconhecimento inescapável de que existem teorias obsoletas na ciência. Teorias que outrora fundamentavam nossas explicações do mundo natural mas que foram, no decorrer da história, substituídas por outras teorias incompatíveis com elas.

O leitor crítico de Kuhn pode ter duas atitudes com relação a este fato. Pode retirar de suas reflexões sobre a ciência as teorias obsoletas, tratando-as como erros e considerando-as a-científicas. Neste caso, este ensaio constitui-se em um argumento direto contra esta posição, do qual antecipo a conclusão: as teorias obsoletas são tão científicas quanto as teorias atuais mais prestigiadas pois, ainda que substituídas, elas continuam efetuando, hoje, as mesmas tarefas preditivas e explicativas que efetuavam no passado, não havendo nenhuma diferença essencial entre elas e as nossas melhores teorias atuais. Evidentemente que seja para poder concordar comigo sobre isso, seja para me refutar, o leitor crítico de Kuhn com esta atitude de negação da cientificidade das teorias obsoletas terá que me conceder alguns minutos de seu tempo, lendo o texto até o fim. É, também, exatamente neste sentido que entendo este ensaio como um endosso à teoria de Thomas Kuhn, uma vez que ao usar os objetos técnicos para argumentar em favor da cientificidade das

teorias obsoletas, estou reforçando, com elementos empiricamente testáveis, um argumento em favor de um dos pontos fundamentais de sua teoria.

A outra atitude do leitor crítico de Kuhn é conceder a atribuição de cientificidade às teorias obsoletas, mas criticar Kuhn em outros aspectos de sua abordagem. Também a este leitor apresento uma defesa da teoria de Kuhn, embora menos direta. Eu talvez concorde com este leitor quando ele critica algumas interpretações apressadas que Kuhn faz de eventos da história da ciência, ou quando critica ambiguidades nos conceitos de paradigma e de revolução, entre outras críticas específicas perfeitamente aceitáveis. No entanto, a este leitor, pretendo oferecer argumentos que reforçam o modelo geral da teoria da ciência de Kuhn, principalmente a noção de paradigma e o caráter contingente e substituível dos paradigmas, independentemente de se as suas substituições são revolucionárias ou graduais.

Por fim, o que ofereço a todos os leitores, independentemente de suas concepções e filiações teóricas sobre a ciência, e apesar do título acima referir-se explicitamente às revoluções científicas de Thomas Kuhn, é uma resposta à seguinte questão, bastante trivial, mas que muitas vezes passa despercebida de nossas considerações: por que os antigos objetos técnicos cujas construções eram explicadas por teorias científicas que hoje são obsoletas continuam funcionando, a despeito de suas explicações serem infundadas de acordo com as nossas melhores teorias atuais?

Para responder a esta pergunta iniciarei mostrando que a teoria da ciência de Thomas Kuhn apresenta-se como uma resposta bastante plausível a certos pressupostos relacionados à história da ciência. Em seguida apresentarei também em forma de pressuposto uma concepção sobre a relação entre ciência e tecnologia. Por plausível que seja este pressuposto, ele exige mais tratamento, que adio por ora, de modo a que este texto não seja injusto com a comunicação oral com tempo bastante limitado da qual ele é uma versão um pouco mais elaborada. Não me furto, porém, à obrigação de apresentar, em outro momento, o devido desenvolvimento e argumentação desta ideia. Em seguida apresento uma distinção entre dois tipos de conteúdo presentes no conhecimento científico: o conteúdo descritivo-factual e o conteúdo explicativo-conceitual. Do relacionamento destes dois tipos de conhecimento com o pressuposto assumido sobre a relação entre ciência e tecnologia sairá nossa resposta à questão título e também o fio condutor do argumento em defesa da teoria da ciência de Thomas Kuhn.

A teoria da ciência de Thomas Kuhn e a história

A Estrutura das Revoluções Científicas, de Thomas Kuhn, que em 2012 completou exatos 50 anos, foi a resposta do autor a uma inabilidade que importantes abordagens filosóficas sobre a ciência tinham para explicar e enquadrar como científicos vários dos eventos da história da ciência mais significativos. As principais críticas de Kuhn ao falsificacionismo (POPPER 2001), por exemplo, baseiam-

-se no fato de que muitos dos mais importantes eventos da história da ciência violam o falsificacionismo (KUHN 2000, 108). Se o falsificacionismo fosse a prescrição da boa ciência, então muitos dos importantes passos dados na história da ciência não seriam boa ciência. O objetivo de Kuhn era, portanto, "esboçar um conceito de ciência (...) que [pudesse] emergir dos registros históricos da própria atividade de pesquisa" (KUHN 2000, 20).

Sabemos, destes registros, que a ciência muda e se revisa, que teorias tornam-se obsoletas no decorrer da história. A astronomia ptolomaica foi substituída pela copernicana, a teoria flogística da combustão foi substituída pela teoria do oxigênio, apenas para citar dois exemplos. Mas o que pensar das teorias científicas obsoletas? Há duas possibilidades:

1. As teorias obsoletas são erros. São mitos a-científicos.
2. As teorias obsoletas são tão científicas quanto as atuais.

Se juntarmos a alternativa (1), a concepção de que as teorias obsoletas são mitos a-científicos, à ideia de que estas teorias foram produzidas segundo fundamentos metodológicos e racionais que são essencialmente os mesmos que continuamos a utilizar até hoje, então a alternativa (1) nos levaria a duvidar destes fundamentos e da razão, afinal eles nos levaram ao erro, à obsolescência.

Kuhn, conhecendo aspectos tanto da física teórica contemporânea quanto da história da ciência,[1] não via divergência essencial entre os fundamentos metodológicos e racionais que os antigos cientistas utilizaram para obter suas teorias obsoletas com relação aos que utilizamos hoje em nossas mais avançadas teorias. O que fizemos no passado é tão racional e "científico" quanto o que fazemos hoje. Este talvez seja o principal pressuposto de Thomas Kuhn. Pressuposto que, se aceito, dá um grau de plausibilidade bastante alto à sua abordagem.

E a grande vantagem deste pressuposto é que ele não é inteiramente filosófico ou aporético. Ele é, em alguma medida, uma hipótese empiricamente testável. Podemos, através da pesquisa histórica, examinar os fundamentos metodológicos e racionais das teorias obsoletas e com isso corroborar ou refutar o pressuposto de Thomas Kuhn. Considero este fato um grande mérito de seu trabalho. O presente texto pretende, inclusive, reforçar o argumento sobre a testabilidade da hipótese de que as teorias obsoletas são racionais utilizando-se para isso da concretude e materialidade da tecnologia. Voltarei a este ponto nas considerações finais.

Kuhn quer, na verdade, salvaguardar a racionalidade da ciência e a adequação do método científico. E este ponto, a meu ver, é bastante importante para afastar algumas das críticas de irracionalista e relativista que ele recebeu. Ele então rejeita a alternativa (1), teorias obsoletas são mitos a-científicos, e adota a alternativa (2), as teorias obsoletas são tão científicas quanto as atuais.

[1] Kuhn era um estudante de doutorado em Física quando descobriu e se encantou com a história da ciência, decidindo, inclusive, mudar de área. (Kuhn 2000, 9)

A consequência de assumir (2) é que temos que considerar científicos conjuntos incompatíveis de crenças, pois tanto as teorias obsoletas, quanto as que as substituíram são científicas. Se a combustão é liberação de flogisto, então ela não é consumo de oxigênio. Se a terra gira em torno do sol, então ela não é o centro do universo. No entanto, ambas as teorias químicas e ambas as astronomias, ainda que conflitantes, são científicas. Então (2) envolve o abandono da ideia de que o desenvolvimento científico é um processo de acréscimo cumulativo.

A filosofia da ciência tem que dar conta da cientificidade das teorias. De todas elas. Tanto das atuais, quanto das obsoletas, porque os métodos, a racionalidade, e o tipo de atividade envolvida nas teorias obsoletas é essencialmente o mesmo que continuamos a praticar. A filosofia da ciência que podemos extrair da Estrutura das Revoluções Científicas foi a tentativa de explicar, argumentar, por ordem e racionalidade a estes dois pontos de partida bastante difíceis de acomodar:

As teorias obsoletas são tão racionais e científicas quanto as que fazemos hoje.

Conjuntos incompatíveis de crenças, teorias incompatíveis, podem ser conjuntamente científicos. A racionalidade/cientificidade admite a incompatibilidade.

Deste contexto emerge teoria de Kuhn. A ciência normal paradigmática, seguida de crise e revoluções científicas são a resposta de Kuhn a este desafio.

Relações entre ciência e tecnologia

No entanto, ainda que as revoluções científicas coloquem os cientistas em um outro mundo, que tornem obsoletas teorias antigas e que inviabilizem a ideia de ciência acumulativa, há algumas coisas que elas não conseguem destruir. Não perdemos nossa capacidade de prever os eclipses da lua e do sol quando mudamos da astronomia ptolomaica para a copernicana. Similarmente, não perdemos nossa capacidade de prever que sem a presença de ar, nenhum combustível se inflama, quando mudamos da teoria flogística para a moderna teoria da combustão. E mais, os objetos técnicos, que têm seu funcionamento fundamentado nas capacidades preditivas das teorias científicas, continuam funcionando mesmo depois que uma revolução científica torna obsoleta a teoria que explica as predições que os fundamentam.

Mesmo antes de tentarmos explicar este fato, parece não haver dúvidas de que nenhuma revolução científica, por mais radical que seja, estragará as coisas que já sabemos, ou fará parar de funcionar as coisas que já funcionam. Da mesma forma que não perdemos a capacidade de prever os eclipses do sol, quando trocamos o geocentrismo pelo heliocentrismo, nenhuma revolução científica fará os aviões caírem, ou os celulares pararem de funcionar, ou o coquetel anti-AIDS perder seus efeitos, ou o meu grampeador levar menos de 0,4 segundos para cair de minha escrivaninha ao chão. As revoluções científicas não interferem na característica mais fundamental das teorias científicas: a sua capacidade preditiva. (ALVES 2007)

E é exatamente a capacidade preditiva da ciência que a liga à tecnologia. Podemos entender a tecnologia justamente como a materialização (ou realização, ou corporificação) de nossa capacidade preditiva. Seja o coquetel anti-AIDS, seja um avião, uma ponte, meu celular, a lombada da esquina, a mola que mantém a porta do banheiro fechada, meus óculos, um manejo adequado do solo para o plantio de algodão,... Seja qual for a técnica/tecnologia/aparato ela se fundamenta em nossa capacidade de prever o futuro, de saber antecipar o que ocorrerá em determinadas circunstâncias controladas e atuar conforme este conhecimento.

Seria preciso falar mais sobre isso. Mas eu precisaria de mais tempo. Vou deixar isso aqui como um pressuposto meu, mas um bastante plausível. O pressuposto de que os conhecimentos científicos que fundamentam o projeto, a construção e o funcionamento dos objetos técnicos são exclusivamente as predições científicas.

E é justamente esta capacidade preditiva que as teorias obsoletas parecem manter. Não que elas não tenham falhas ou anomalias. Elas têm. Quando as olhamos retrospectivamente, daqui do futuro, vemos que apesar de acertos, elas têm erros preditivos e portanto as consideramos não confiáveis. Mas isso é injusto. Se as olharmos com a perspectiva do passado, colocando-nos no seu tempo, veremos que o que há são acertos e problemas científicos a pesquisar. Exatamente o que ocorre hoje com as nossas melhores teorias. E a despeito de seus erros/problemas, estes acertos nos davam capacidades preditivas que fundamentavam as tecnologias de então e que se mantém, mesmo depois das teorias terem sido substituídas.

Mas por que isto ocorre? Por que mesmo mudando o mundo parece que há certos conhecimentos imunes às revoluções científicas?

Conteúdo descritivo e conteúdo explicativo[2]

A ciência parece possuir dois tipos de conteúdo, um que é cumulativo e imune às revoluções científicas, que vou chamar de descritivo-factual, mas ao qual às vezes, também me refiro como preditivo, empírico, ou, como prefere meu ex-aluno Arthur V. Lopes, a quem atribuo esta classificação, fenomênico. Em Física, a Cinemática e a Termodinâmica são exemplos de teorias cujo conteúdo é quase que exclusivamente descritivo. A cinemática descreve os movimentos dos corpos, mas não explica por que os corpos movem-se da maneira que ela descreve. O outro tipo de conteúdo, a que chamarei de explicativo-conceitual, é aquele que explica e dá estrutura ao conteúdo descritivo da ciência. É este o tipo de conteúdo que é substituído nas revoluções científicas, que é incerto e contingente, é teórico, conceitual ou, como prefere Arthur, hipotético. Ele corresponde às ideias mais abstratas das quais não temos experiência fenomênica e que organizam racionalmente as

[2] Apresentei esta distinção entre conteúdo descritivo e conteúdo explicativo pela primeira vez em Alves (2007), onde refletia sobre as relações entre o conhecimento científico e o determinismo. O texto desta seção, portanto, não é completamente original. É uma versão reescrita com alterações do trecho de Alves (2007) onde apresento originalmente esta mesma distinção.

descrições científicas. As teorias científicas definidoras de paradigmas são exemplos claros de teorias que apresentam alto grau de conteúdo explicativo, tais como a Mecânica de Newton, as Astronomias de Ptolomeu e Copérnico, ou a Teoria da Evolução de Darwin. É a mecânica, por exemplo, que explica o movimento que a cinemática apenas descreve.

Se pensarmos, por exemplo, nas astronomias ptolomaica e copernicana, uma pergunta salta aos olhos. Como é possível a duas teorias tão radicalmente diferentes concordarem na descrição de tantos fenômenos? O eclipse total do sol de novembro de 2012 na Austrália, a órbita dos planetas, os eclipses da lua...

Reparando bem, percebemos que suas divergências são exclusivamente no conhecimento explicativo-conceitual e suas convergências no conhecimento descritivo-factual. Tanto a astronomia de Ptolomeu quanto a de Copérnico não são meramente descritivas. São também explicativas. Ambas vão além dos fenômenos que podemos observar e perceber e incluem elementos que explicam estes fenômenos. Mas se focarmos apenas no que podemos observar e perceber, poderíamos fazer um mapa celeste e nele descrevermos os movimentos da Lua, Sol, planetas e estrelas. E com relação a este mapa, a única divergência entre as duas teorias é que, em cada uma delas, usamos cálculos diferentes para chegarmos a resultados muito semelhantes. Elas concordam com a posição dos planetas e estrelas no mapa e preveem com acuidade semelhante suas posições futuras.

E a principal informação empírica que temos, aqui da terra, dos fenômenos astronômicos, é exatamente o posicionamento e contínuo deslocamento dos astros no mapa celeste. Ptolomeu acrescentou conteúdo explicativo-conceitual a estes fenômenos. Colocou engrenagens, esferas celestes e epiciclos que não vemos, mas que explicam e dão estrutura ao que vemos. Copérnico, por seu turno, também acrescentou estruturas não perceptivas aos fenômenos celestes. Afinal de contas, algum de vocês já experimentou a sensação do movimento de rotação da Terra? Eu me sinto bem parado agora, enquanto escrevo. Não temos acesso a nenhuma informação empírica ou experiência fenomênica perceptível que comprove o movimento de rotação da Terra. Há o pêndulo de Foucoault, mas mesmo ele não comprova que a terra roda. A rotação da terra é apenas uma explicação possível para o fenômeno da oscilação do pêndulo (SOMERVILLE 1972).

Não estou defendendo o geocentrismo. No entanto, não é inconcebível que possamos ter uma astronomia geocêntrica que seja compatível com as demais ciências físicas. O único problema é que uma mudança tão profunda e central em nossas estruturas de entendimento exigiria tantas outras mudanças de concepções, tantas alterações em outras teorias já aceitas, que simplesmente não vale a pena. Melhor concentrar esforços em descobrir novos aspectos da realidade do que gastar tanto trabalho e energia numa mudança deste tipo. Mudanças deste tipo (as revoluções científicas) só valem a pena quando o paradigma que sustenta as teorias está em crise. Quando anomalias resistem persistentemente aos ataques dos cientistas. Mas este não é o caso do heliocentrismo.

Então, podemos separar os conteúdos da ciência em dois grupos: os conhecimentos descritivos-factuais e os explicativos-conceituais. Estes dois tipos de conteúdo são partes essenciais do conhecimento científico. Sempre que em alguma área ou disciplina um dos tipos prevalece sobre o outro, os cientistas sentem um incômodo, ou porque precisam explicar melhor os fenômenos que descrevem, quando falta conteúdo explicativo e sobra descritivo, ou porque precisam verificar se suas ideias correspondem aos fatos, quando falta conteúdo descritivo-factual e sobra explicativo-conceitual.

O conhecimento explicativo não afeta a tecnologia

Nossa tecnologia relaciona-se com ambos os tipos de conhecimento. No entanto, não é o conhecimento explicativo-conceitual que garante e fundamenta o funcionamento dos aparatos. Ele apenas os explica. O conhecimento que garante o seu funcionamento é o nosso conhecimento descritivo-factual. Não são as nossas explicações mecânicas de por que os corpos movem-se da maneira como se movem que nos dão capacidade de prever o tempo de queda dos objetos. Para fazermos isso bastam as equações descritivas da cinemática. Se a única dependência da tecnologia com relação à ciência é dada pela capacidade preditiva que a ciência nos fornece, então o conhecimento explicativo não afeta a tecnologia. O único tipo de conteúdo científico que interfere na tecnologia é o conteúdo descritivo-factual. E este é imune às revoluções científicas. Por isso, nenhuma revolução científica destrói os objetos técnicos. Eu não preciso saber por que (conhecimento explicativo) determinados fenômenos ocorrem de acordo com determinadas leis. Basta que eu saiba que (conhecimento descritivo) eles ocorrem segundo certas leis para eu ser capaz de produzir aparatos.

Nossa questão principal já está respondida. Poderíamos terminar por aqui, mas vocês poderiam continuar se perguntando:

1. Qual é a peculiaridade do conhecimento descritivo-factual que o faz imune às revoluções científicas e parece o tornar eterno?
2. Qual é a peculiaridade do conhecimento explicativo-conceitual que o faz sensível às revoluções científicas, tornando-o contingente e perecível?

Minha resposta mais honesta para (1) seria: Não sei. Sei apenas que tem sido assim. Se quisermos, no entanto, dar um fundamento a este posicionamento eu diria que ele se baseia numa confiança bastante forte, mas para muitos ainda injustificada, na regularidade da natureza. A natureza não tem se mostrado caprichosa ou voluntariosa, mas regular. A própria natureza não muda quando mudamos nossos paradigmas e teorias. Ela continua seguindo a mesma regularidade. Por isso continuamos capazes de prever o que já sabíamos prever. Podemos considerar, metaforicamente, que o conhecimento descritivo-factual é o que a natureza nos diz. Depende só dela. E como a natureza tem se comportado regularmente, o conhecimento descritivo-factual tem se mantido.

Já minha resposta para (2) é menos frustrante, embora seja igualmente contestável. O conhecimento explicativo-conceitual não é algo que a natureza nos tenha dito, nos tenha ensinado. Ele faz parte daquilo que nós levamos para o conhecimento através dos conceitos com os quais questionamos a natureza. Enquanto o conhecimento factual é a contribuição da natureza para o conhecimento, o conhecimento explicativo-conceitual é a nossa contribuição. Constitui-se através da linguagem com a qual tanto inquirimos a natureza como lemos suas respostas. Também metaforicamente podemos considerar que a natureza apenas responde às perguntas que lhe fazemos. E na mesma linguagem em que as perguntas são feitas. Esta linguagem, somos nós que colocamos no conhecimento. Somos nós que escolhemos. É ela que estabelece e delimita os conceitos e fundamentos com os quais construímos o conhecimento explicativo da ciência. Mas, vindo de nós, sendo uma escolha nossa, estes conceitos são contingentes, corrigíveis, não-verificáveis, substituíveis. As revoluções científicas ocorrem para que troquemos os conceitos com os quais inquirimos a natureza quando estes começam a mostrar ineficiência. Em resumo, o conhecimento explicativo-conceitual é substituível porque ele é a nossa contraparte no conhecimento e não a da natureza. Por sorte o conhecimento conceitual não fundamenta a tecnologia, apenas a explica, e por isso não contamina os objetos técnicos com sua perecibilidade.

Conclusão

Preciso, agora, prestar contas ao leitor de algumas promessas que fiz na introdução. Eu afirmei que este ensaio constituía-se em um argumento contra a posição de que as teorias obsoletas são a-científicas, que foram erros e que por isso nossas teorias filosóficas sobre a ciência não precisam levá-las em consideração. Ora, defendi, aqui, que o conhecimento científico, seja o ligado a teorias obsoletas seja o obtido por nossas teorias atuais mais sofisticadas, divide-se em dois tipos de conteúdo, o factual e o conceitual, e que apenas o conteúdo conceitual pode ser substituído e tornar-se obsoleto, o conteúdo factual não. Este último, que fundamenta nossas predições e também a construção dos objetos técnicos, tem resistido a todas as revoluções científicas e parece eterno. Esta constatação aproxima bastante as teorias obsoletas das atuais e evidencia, por vários motivos, que as teorias obsoletas são tão científicas quanto as atuais. Vejamos: primeiro, porque ambos os tipos de teoria, as atuais e as obsoletas, estruturam-se da mesma forma com relação a estes dois tipos de conteúdo. Segundo, porque podemos, hoje, verificar as capacidades preditivas das teorias obsoletas e constatar que as predições que eram bem sucedidas no passado, continuam bem sucedidas hoje. O grau de confiabilidade delas não se alterou pelo fato de terem sido substituídas. O que hoje encaramos como erros das teorias obsoletas, era encarado, no passado, como problemas científicos a pesquisar. A situação das melhores teorias atuais é a mesma. Junto com seus acertos preditivos temos os problemas científicos que elas suscitam. Muitos serão solucionados e outros, talvez, no futuro, venham a ser caracterizados como erros,

se algum dia as substituirmos por outras teorias incompatíveis e resolvermos estes problemas a partir de outros conteúdos conceituais. Terceiro, porque os objetos técnicos que as capacidades preditivas das teorias obsoletas nos permitiam construir continuam funcionando hoje. Em resumo, não há nenhuma diferença entre o que podemos fazer com as teorias atuais com relação ao que podemos fazer com as teorias obsoletas. Ambas respondem aos mesmos interesses do conhecimento científico de previsão, manipulação e controle. Além disso, não há mais certeza nas teorias atuais que nas obsoletas. Da mesma forma que o conteúdo conceitual das teorias obsoletas foi substituído, o conteúdo conceitual das teorias atuais não é seguro. Está aberto a eventuais substituições futuras.

Também afirmei na introdução que ofereceria aqui um argumento que reforça o modelo geral da teoria de Kuhn, o conceito de paradigma e o seu caráter contingente e substituível. O conceito de paradigma é, realmente, bastante complexo, envolve o que Kuhn chamou de matriz disciplinar, envolve aspectos sociológicos da comunidade de cientistas, conhecimento tácito adquirido na formação dos pesquisadores e envolve, sobretudo, uma determinada concepção hipotética sobre a natureza do fenômeno estudado. É justamente esta concepção hipotética sobre o fenômeno que se traduzirá no conhecimento explicativo-conceitual. A face cognitiva do paradigma, que representa o seu aspecto mais central, se configura no conhecimento explicativo-conceitual. Ele tanto organiza e estrutura a teoria quanto representa a porção que depende de escolhas linguísticas e conceituais, e por isso consiste na porção hipotética e contingente do conhecimento científico. É a porção que depende de nós, depende da linguagem com a qual questionamos a natureza e lemos suas respostas e depende dos conceitos com os quais enquadramos os fatos que a empiria nos apresenta. Sendo dependente de escolhas arbitrárias nossas, o conteúdo explicativo-conceitual que configura o paradigma é contingente, revisável, substituível, incerto, suscetível a revoluções. Enquanto o conteúdo conceitual consegue fazer avançar o conhecimento de conteúdo descritivo-factual, o paradigma se mantém e a atividade científica é aquela característica da ciência normal. Quando os problemas de pesquisa se mostram persistentes, não solucionáveis, os cientistas arriscam-se em cogitar modificações do conhecimento conceitual e a atividade científica se transforma naquela característica da ciência extraordinária. O que Kuhn chama de revolução científica culmina com a consolidação de uma teoria alternativa incompatível com uma abordagem anterior que se torna por isso obsoleta. Se esta mudança é abrupta, gestáltica ou gradual, se mais do que incompatíveis os paradigmas rivais são incomensuráveis, são questões com as quais Kuhn se comprometeu mas que, ainda que as respostas mais plausíveis sejam contrárias às que ele adotou na Estrutura das Revoluções Científicas, o modelo geral de sua teoria mostra-se, a despeito disso, bastante adequado para descrever a atividade científica, e a distinção entre conteúdo factual e conceitual que apresentei aqui ajuda a perceber esta adequação.

Por fim, eu prometi que responderia à questão título deste artigo, que pode também ser formulada sem apelo ao vocabulário de Kuhn nos seguintes termos: por

que os objetos técnicos antigos, cuja construção baseia-se nas capacidades preditivas de teorias obsoletas, continuam funcionando, a despeito de as explicações de seus fundamentos serem equivocadas de acordo com as nossas melhores teorias atuais?

A resposta que apresentei aqui também se baseia na distinção entre conteúdo factual e conteúdo conceitual, e no reconhecimento de que o conteúdo factual é a contrapartida objetiva do conhecimento, de responsabilidade da natureza, enquanto que o conteúdo conceitual é a contrapartida sob nossa responsabilidade, limitado e constrangido por nossas escolhas da linguagem e dos conceitos através dos quais inquirimos a natureza e interpretamos suas respostas. Os objetos técnicos sobrevivem às trocas teóricas, às revoluções científicas, porque o que é substituído nestas trocas é apenas o conteúdo explicativo-conceitual, que é falível e contingente justamente por ser a contrapartida do conhecimento que depende de nossas escolhas. O conhecimento descritivo-factual tem se mostrado regular e eterno, justamente por ser a contrapartida que está sob a responsabilidade da natureza. E é este tipo de conteúdo que se configura na capacidade preditiva que a ciência nos dá. Como o único tipo de dependência que a tecnologia tem com relação à ciência estabelece-se através da capacidade preditiva que a ciência fornece à tecnologia, então o conhecimento que fundamenta a construção, funcionamento e o uso da tecnologia não é o conceitual, mas o factual. E como o conteúdo factual e a capacidade preditiva que ele fornece são a parte do conhecimento imune às substituições de teorias, as revoluções científicas não destroem os objetos técnicos.

Referências

Alves, D. D. P. (2007). Ciência e Determinismo. *ComCiência* 89.

Kuhn, T. (2000). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva.

Popper, K. R. (2001). *A Lógica da Pesquisa Científica* (9 ed.). São Paulo: Cultrix.

Ronan, C. A. (1987). *História Ilustrada da Ciência*. I – Das Origens à Grécia. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Somerville, W. B. (1972). The Description of Foucault's Pendulum. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 13, 40.