

Rigler, F.H & R.H. Peters. 1995. Science and Limnology.
Ecology Institute, Alemanha

Tradução 'rápida' deste capítulo por Adriano S. Melo (Ecologia, UFG)
Para uso dos alunos de Biologia e Ecologia da UFG.
Disciplinas Epistemologia e Filosofia da Ciência.
Abril 2010

III Ciência Normal e Pseudociência

"É prática comum os cientistas ignorarem as evidências que se mostrem incompatíveis com o sistema aceito do conhecimento científico, na esperança de que acabarão por revelarem-se falsas ou irrelevantes. A sábia negligência dessas evidências previne que laboratórios científicos fiquem eternamente mergulhados em um turbilhão de esforços incoerentes e inúteis para avaliar falsas alegações."

Michael Polanyi
[*Personal Knowledge* (1958)]

A abordagem de Popper tem muitas virtudes, mas sua ciência é um ideal abstrato. Quando Popper ilustra suas idéias, ele usa figuras heróicas como Newton e Einstein. Popper dá, portanto, um objetivo pelo qual lutar, mas não um retrato do que a maioria dos cientistas reais fazem. Sua definição normativa da ciência deve ser contrabalanceada com uma descrição que reflita melhor a realidade da ciência como uma atividade humana. Thomas Kuhn apresentou uma descrição deste tipo.

Os verdadeiros cientistas, aqueles que fazem ciência no dia-a-dia, também são pessoas reais. Eles querem reconhecimento, eles sentem a pressão da sociedade, e sofrem várias limitações de intelecto, temperamento, recursos e oportunidades. Essas pessoas provavelmente compreendem 99,9% de todos os cientistas que já viveram, e este capítulo examina seus trabalhos. Ele começa com uma revisão da magistral obra de Kuhn sobre a natureza cotidiana da ciência, e termina por considerar a recepção de desafios pela comunidade científica, à luz das idéias de Kuhn. Este livro, como muitos textos contemporâneos na área, usa a palavra "ciência" tanto no sentido prescritivo de Popper quanto no sentido descritivo de Kuhn, mas o contexto deve tornar clara a minha intenção.

A Ciência "Normal" de Kuhn

Em 1962, Thomas Kuhn publicou o que pode ser um dos livros mais importantes sobre ciência neste século e, certamente, aquele que teve uma contínua influência em mim desde que li pela primeira vez em 1968. *A Estrutura das Revoluções Científicas* continua o processo de desenraizamento de nossa fé na ciência como uma busca intelectual austera da verdade maior sobre mais fenômenos. Mas ao invés de uma reanálise da filosofia por trás do empreendimento científico, Kuhn oferece uma reanálise histórica.

Muitas histórias da ciência tratam pesquisas anteriores tanto como tentativas infrutíferas ou como passos intermediários necessários para alcançar as idéias contemporâneas. Kuhn rejeitou essa abordagem. Em vez disso, ele oferece um modelo novo e que não é lisonjeiro em relação ao que os cientistas realmente fazem e fizeram.

Um modelo histórico da ciência. Kuhn postula que qualquer ramo da ciência anda em círculos entre longos períodos de "ciência normal", quando os cientistas seguem uma tradição dominante ou "paradigma", e curtos períodos de crise e mudança revolucionária, quando o paradigma é chacoalhado e, finalmente, substituído. Kuhn também postula uma fase inicial pré-paradigmática antes da disciplina emergir. Esta fase parece um começo adequado para a revisão do seu modelo (Fig. 8).

Ciência pré-paradigmática. Os primeiros membros de uma disciplina científica estão em considerável desvantagem, porque a disciplina ainda não pode ser bem definida. Não há livros-texto para descrever o assunto da disciplina, não há cursos para dar respostas-modelo às questões-modelo, não há sociedades científicas para identificar a orgulhosa tradição que os membros contemporâneos da disciplina devem respeitar e promover, não existem manuais de métodos, nem qualquer revisão de questões importantes.

Os fundadores de um campo estão livres tanto das orientações quanto das limitações da tradição. Como resultado, há geralmente uma grande confusão e muitos tropeços na disciplina nascente. A terminologia é inconsistente, os métodos são suspeitos, e mesmo a pertinência de várias observações é questionável. Por outro lado, o campo é muito aberto, porque não existe uma tradição constritora. Diferentes escolas de pensamento competem e o fermento intelectual é real. Na ausência de especialistas, pesquisadores são provenientes de várias disciplinas existentes. Para falar um com o outro, eles devem divulgar suas novas idéias em linguagem acessível, e visto que as contribuições não podem assumir uma base intelectual comum, os livros são dispositivos honoráveis de comunicação. Observações relevantes são muitas vezes tão simples, que a nova disciplina ainda é aberta aos leigos com escolaridade.

A ciência normal. Em algum momento os investigadores atingem um mínimo de consenso sobre a natureza da área. Eles abraçam alguma opinião sobre como seu pedaço de universo funciona, pelo menos em termos gerais, e esta visão dita as avenidas razoáveis de investigação. Trabalhando dentro desta visão de mundo, seus praticantes desenvolvem padrões para o ensino, pesquisa e divulgação. Eles acabam por aceitar certas questões como significativas e ignorar outras como irrelevantes. Eles produzem líderes intelectuais, livros-texto, cursos e academias científicas, que por sua vez promovem teorias específicas, aplicações, instrumentação e métodos.

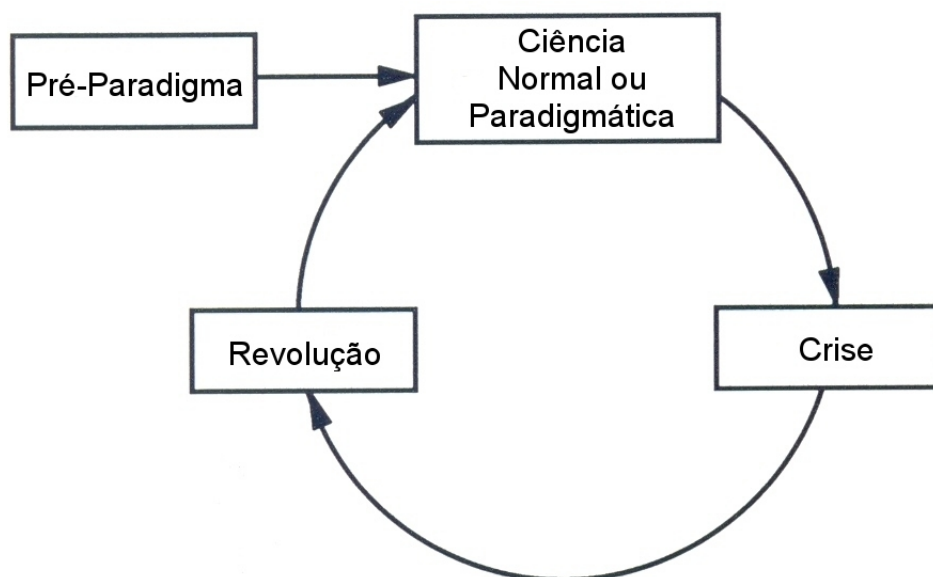


Fig. 8. Uma representação esquemática do modelo de revoluções científicas de Kuhn

Na terminologia de Kuhn, estas tradições científicas representam um paradigma ou uma série de paradigmas para a nova área. Paradigmas são o que nos referimos quando falamos da astronomia de Copérnico, a física newtoniana, ou a biologia evolutiva. Esses paradigmas não apenas dizem aos cientistas o que esperar do mundo, eles também definem temas legítimos para futuras pesquisas e os métodos para essas pesquisas. Na opinião de Kuhn, os livros servem para propagar os paradigmas da área, e o propósito do treinamento científico é doutrinar a nova geração de cientistas a pensarem e agirem como seus professores. Uma vez que o paradigma esteja tão estabelecido que os profissionais da área tenham um programa de investigação bem definido, o campo pode ser dito estar na fase de "ciência normal".

Antes de Kuhn, o ponto de vista aceito era de que a ciência avança como uma luta entre teorias concorrentes (Platt 1964). A teoria vencedora seria consistente com todos os fatos relevantes, enquanto a perdedora não. Kuhn argumenta, em vez disto, que provas em contrário estão disponíveis para todas teorias em qualquer momento, mas que apesar disto os cientistas se unem ao redor de sua favorita. A ciência normal, portanto, gera consenso entre pesquisadores, não confronto. Poderíamos perguntar por que a ciência não acaba por estagnar. A resposta para essa questão diferencia Kuhn de outros observadores da ciência.

Kuhn sugere que um paradigma emergente é muito limitado no seu escopo e precisão. É muitas vezes mais bem sucedido do que seus concorrentes apenas na resolução de alguns problemas que um grupo de cientistas reconhecidos acham que sejam particularmente críticos. Ele ganha dos concorrentes e estabelece-se não necessariamente porque ele resolve mais problemas, mas porque ele promete resolver mais. O fascínio dos cientistas é que a nova teoria forneça mais perguntas a serem resolvidas.

A ciência normal de Kuhn é uma operação de limpeza que acontece conforme os cientistas tentam alcançar as promessas de seu paradigma. "Cientistas normais" são aqueles que tentam espremer a natureza de modo que esta se encaixe no molde conceitual fornecido por seu paradigma. Como nenhuma teoria é perfeita, eles muitas vezes tem que ignorar, rejeitar ou simplesmente não ver observações anômalas. Assim, os cientistas normais muitas vezes parecem estar se esforçando para confirmar suas teorias, não para testá-las. Kuhn sugere que mesmo grandes figuras agem como cientistas normais durante a maior parte de suas carreiras, e apenas raramente como revolucionários. Ele acredita que os bons cientistas devem sempre manter uma "tensão essencial" entre conservadorismo e radicalismo (Kuhn 1977). Como resultado, a ciência normal é o negócio que ocupa a maioria dos cientistas durante a maior parte de suas vidas.

Kuhn identifica três classes de atividades que caracterizam a ciência normal. Algumas vezes quando pesquisadores parecem estar testando a teoria estão na verdade procurando por casos de confirmação e tentando mostrar o quão útil é o paradigma. Outras vezes, podem estar observando certos fenômenos com mais cuidado e precisão do que havia sido feito antes, pois o paradigma sugere que tais esforços podem conduzir a novas descobertas. Por exemplo, depois de Newton, medições mais acuradas da posição das estrelas e dos planetas permitiu a descoberta de outros corpos celestes; depois de Dalton, estimativas mais acuradas dos pesos atômicos permitiram a descoberta dos isótopos; e depois de Darwin, um estudo cuidadoso da hereditariedade levou à teoria genética. A terceira atividade da ciência normal procura resolver as ambiguidades iniciais da teoria e falhas.

Segundo Kuhn, os cientistas normais não revolucionam o campo e provavelmente nunca serão famosos. A resposta de Kuhn à pergunta óbvia sobre o motivo de fazerem seus trabalhos é perturbadora e ainda ecoa a visão de Barzun sobre a ciência como um entretenimento. Os cientistas normais de Kuhn fazem seus trabalhos porque gostam de quebra-cabeças. Eles possuem uma questão que é certificada como válida pelo paradigma, eles possuem um conjunto de regras que o paradigma indica como meio de encontrar a solução, e eles possuem uma boa parte da solução que o paradigma já fornece. A motivação para a ciência é a mesma para a arte,

história, música, e todas as outras atividades que mantêm a humanidade ocupada: a nossa própria curiosidade desinteressada, talvez a única atividade verdadeiramente humana.

Crise e revolução. A ciência normal de Kuhn semeia as sementes de sua própria destruição. Chega-se a um momento em que a ciência normal deixa de fornecer quebra-cabeças suficientemente interessantes, de modo que alguns cientistas apontam para anomalias anteriormente ignoradas como uma indicação de que o velho paradigma está em crise e começam a procurar conforto e gratificação em outros lugares. Durante este período de incerteza, as anomalias podem fornecer forragem para investigações no âmbito do velho paradigma e, portanto, alguns pesquisadores rearticulam teoria e prática para explicar as anomalias já bem problemáticas. Apesar disto, conforme mais cientistas se tornam interessados em observações que não se encaixam, o antigo paradigma começa a se fragmentar. Uma abordagem alternativa ou paradigma em algum momento acaba aparecendo e promete terreno mais fértil para pesquisas futuras. O velho paradigma é abandonado, o novo toma o seu lugar, e uma nova geração de cientistas normais iniciam o ciclo novamente.

Kuhn termina com a questão do progresso científico. Em uma revolução científica Kuhniana, alguns problemas que o velho paradigma investigava podem ser descartadas como desinteressantes. Kuhn interpretou essas mudanças de interesse como indicações de que diferentes paradigmas são incomensuráveis. Assim, paradigmas sucessivos não podem ser comparados de forma justa, e não há nenhuma base para afirmar que novos paradigmas são melhores do que os antigos.

O modelo de Kuhn faz da ciência um assunto muito humano e muito diferente da disciplina intelectual dos filósofos. Sua ciência é apenas "o que os cientistas fazem", e está muito mais perto de nosso uso cotidiano da palavra do que dos exemplos heróicos de Popper. No entanto, as diferenças entre Kuhn e Popper são menores do que possam parecer (Kuhn 1977). Em particular, o modelo de Kuhn é consistente com a conclusão do filósofo de que não podemos reconhecer a verdade em ciência. De fato, dado o ceticismo da filosofia científica moderna, provavelmente sentimos que compreendamos menos da natureza do que a maioria de nossos antecessores.

Críticas ao modelo de Kuhn. Apesar da riqueza e até mesmo da genialidade do livro de Kuhn, alguns aspectos de seu modelo parecem menos sólidos. Embora não seja minha intenção rever sua posição completamente, não posso deixar o tema sem apontar algumas deficiências.

O modelo implica que todas as ciências passam por um estágio pré-paradigmático. No entanto, essa fase seria muito difícil de se identificar em qualquer área de interesse humano. Teorias e paradigmas existiram na maioria dos domínios muito antes do surgimento da ciência. Por exemplo, antes de haver uma biologia evolutiva ou uma geologia uniformitarista, houve um paradigma criacionista, e parece que paradigmas deste tipo existiram desde a aurora da humanidade. Talvez uma fase pré-paradigma seja apenas uma ilusão que se vê em retrospecto.

Outra crítica foca na utilização que Kuhn faz dos trabalhos científicos dos cientistas normais como evidência de sua tese. Estes trabalhos frequentemente contêm testes confirmatórios de paradigmas dominantes. As palavras dos autores sugerem que eles estão satisfeitos pelo fato de seus testes apoiarem o paradigma e que fizeram seu trabalho para proteger esse paradigma. Entretanto, quando pesquisadores escrevem um artigo, sua lógica poderá ter que ser reformulada para se ajustar aos resultados. As introduções, portanto, apresentam uma imagem idealizada e lisonjeira de previsão científica, porque outro tipo de introdução confundiria o propósito do trabalho e mesmo o leitor. Se um cientista quiser desesperadamente derrubar um paradigma e falhar, o artigo final quase certamente descreverá o trabalho como um teste bem sucedido das idéias dominantes na área (Medawar 1990). Kuhn pode ter exagerado nas interpretações destas representações políticas equivocadas como indicação de suporte irracional ao paradigma dominante entre os cientistas.

A minha crítica final é mais geral. O livro de Kuhn é curto e legível, mas isso foi conseguido, em parte, pela exclusão de alguns exemplos. Testes de suas idéias são, portanto, difíceis de conceber pois ele fornece pouquíssimos modelos. De fato, quando se tenta identificar um paradigma, uma crise, uma fase pré-paradigma, ou mesmo uma área da ciência normal, os conceitos intuitivamente atraentes de Kuhn acabam por serem surpreendentemente difíceis de serem aplicados. Descobrimos que existem paradigmas dentro de paradigmas, que hierarquias de normalidade, crises e revoluções fazem com que qualquer identificação da fase atual da ciência seja ambígua. Episódios aparentemente coerentes, portanto, são fáceis de encontrar porque o modelo é amplo e as observações maleáveis. Por razões semelhantes, testes críticos são raros (Cohen 1985).

O modelo de Kuhn, portanto, não está livre de problemas. Talvez isto seja apropriado para um paradigma em potencial da natureza da ciência. Afinal, problemas iniciais é o que o modelo prevê.

"Pseudociência"

A análise de Kuhn ajuda resolver um desafio sempre presente dos pesquisadores. Isso explica porque a maioria de nós dedica a vida à resolução de detalhes aparentemente menores da natureza, ao invés de abordar questões glamurosas e de amplo interesse para a sociedade. Por que não usamos nossas bancadas de laboratório para estudos de abduções alienígenas, medicina holística, percepções extra-sensoriais, ou aparições espectrais? A resposta de Kuhn é que nossa tradição científica rotula a investigação destes temas como imprópria. Esse material pode ser chamado de "pseudociência", mesmo quando passa pelo critério de demarcação de Popper, pois está fora do modelo kuhniano no qual a ciência é em grande parte o que os cientistas normais fazem.

Nesse sentido, a pseudociência é algo que pretende ser ciência, mas que a comunidade científica estabelecida não aceita como tal. Assim definida, pseudociência não é o domínio de lunáticos delirantes. Por exemplo, Gregor Mendel falou à Sociedade de História Natural de Brunn em duas ocasiões em 1865 sobre suas experiências com a herança de plantas; ele publicou este trabalho no ano seguinte e informou o importante cientista Karl von Naegli sobre a importância do trabalho em 1867. Apesar disto, em relação ao mundo da ciência pertinente, Gregor Mendel não existia. Ninguém prestou atenção ao seu trabalho até 1900, quando foi redescoberto simultaneamente por três botânicos (De Vries, Tschermak e Correns) e Mendel se tornou o pai da genética.

O que estou sugerindo é que de 1865 a 1900 o trabalho de Mendel foi pseudociência, pois foi tratado como pseudociência. Por 35 anos ninguém o reconheceu como ciência. Ele foi simplesmente ignorado. Não há nada de incomum em relação ao tratamento recebido por Mendel. A maioria das novas idéias sobre a ciência são ignoradas. Ninguém fica animado com elas, ninguém as cita, elas apenas desaparecem sem ninguém perceber. Esse é o destino da maioria das pseudociências.

Um outro exemplo demonstra o outro extremo da resposta científica à pseudociência. Em 1910, o meteorologista alemão Alfred Wegener ficou convencido que, 200 milhões de anos atrás, todos os continentes estavam unidos em um único super-continente chamado Pangéia. Wegener promoveu esta teoria durante muitos anos e gerou um animado debate entre os geólogos até 1929. Naquele ano, no Congresso de Geologia, a teoria de Wegener foi oficialmente declarada ser falsa, e assim tornou-se pseudociência para os geólogos. Curiosamente, houve uma ampla aceitação da teoria de Wegener entre os biólogos, mesmo depois de ela ter sido rejeitada pelos geólogos; isto mostra que uma teoria pode ser pseudociência sob uma tradição enquanto ainda é ciência em outra área. Pode não haver certo ou errado na ciência, mas uma distinção muito similar é mantida entre o que a maioria dos cientistas declaram como interessante ou desinteressante. Esse é o ponto destes exemplos de pseudociência.

Um ano depois de sua teoria ter sido declarada falsa, Wegener desapareceu na Groenlândia, onde foi testar sua teoria. A teoria não morreu. Uma série de novas descobertas, como a falta de sedimentos em algumas partes do fundo do oceano e as imagens espelhadas de

magnetismo fóssil em ambos os lados das cristas meso-oceânicas, acabaram forçando uma completa reavaliação. Hoje, a "nova" teoria das placas tectônicas é universalmente aceita.

Este tratamento cruel e injusto de novas hipóteses é simplesmente o que se deve esperar. Segundo Kuhn, nós cientistas passamos a maior parte de nossas carreiras tentando tapar os furos de nossas teorias, modificando e remendando-as na esperança de que um dia elas vão se ajustar aos fatos. Enquanto a teoria mantém a promessa de poder ser remendada, enquanto ela continuar a fornecer quebra-cabeças interessantes para nos manter entretidos, não há chance de que a maioria dos cientistas irão rejeitá-la. Vamos aderir ao paradigma estabelecido tão tenazmente como uma criança se agarra a um brinquedo favorito.

Nós não vamos rejeitar uma teoria favorita simplesmente porque alguém nos mostra alguns fatos embaraçosos. Nem vamos aceitar uma nova teoria simplesmente porque alguns rebeldes a propõem. Há um tempo para a nova teoria, e este tempo é quando a nossa velha teoria cessou de nos entreter, parou de gerar novos, mas solúveis, quebra-cabeças. Isto nos obriga a olhar para as observações anômalas que tínhamos previamente ignorado como pseudociência. Assim, Mendel era um pseudocientista em 1865, mas em 1900 a sua vez havia chegado. Nós estávamos prontos para um novo brinquedo.

O reverso desta reação a uma nova teoria é também parte da recepção de pseudociências. Enquanto estamos satisfeitos com o paradigma dominante, a teoria que ele representa move gradualmente para a aceitação como uma verdade universal. Como tal, o paradigma nos diz que tipo de experiências podemos fazer, quais métodos devemos usar, quais cânones de evidência vamos aceitar, e qual forma de publicação deveremos usar.

As reações iniciais às teorias de Mendel ou Wegener podem ser interpretadas como conservadorismo míope que acabou por ser corrigido por pensadores com visão de futuro. Nesse caso, os exemplos mostrariam a adequação da auto-correção do conhecimento científico, apesar do relativismo da verdade científica e a dominância do paradigma. Esta explicação alternativa parece propor que, embora a ciência tenha sempre sido equivocada no passado (pois nenhuma teoria do passado sobreviveu inalterada), a ciência moderna está certa. Eu prefiro a explicação relativista, não só por evitar a arrogância, mas por tornar o conservadorismo científico do passado mais racional e compreensível. Os conservadores não eram ignorantes discípulos do erro, mas cientistas conscientes trabalhando sob premissas diferentes das que usamos hoje. A lição que devemos aprender com Mendel e Wegener é que devemos ser mais desconfiados em relação às nossas conclusões sobre a validade das teorias científicas.

Velikovsky. Meu último exemplo de pseudociência não usufruiu da reabilitação de Mendel ou Wegener. Ele sempre foi considerado pseudociência e parece provável que assim permaneça. Meu objetivo quando cito este assunto não é defender uma causa perdida, mas ilustrar a resistência da ciência à novos paradigmas, as vantagens e desvantagens de tal resistência, e alguns dos erros que caracterizam uma revolução científica fracassada.

Immanuel Velikovsky nasceu na Rússia em 1895. Ele estudou no exterior, mas retornou a Moscou para estudar medicina, tendo posteriormente praticado a medicina e psiquiatria em Tel Aviv. Depois de 15 anos, ele iniciou um estudo sobre Akhenaton, Édipo e Moisés, durante o qual as semelhanças nas lendas de diferentes civilizações o convenceu de que uma catástrofe global ocorreu por volta de 1450 ac. Ao procurar a causa de tal evento, ele descobriu que tanto os astrólogos babilônios quanto os hindus jamais fizeram menção ao planeta Vênus, mesmo sendo um dos objetos mais brilhantes no céu. Ele concluiu que Vênus não existia durante o início da história humana.

A teoria. A partir dessas e muitas outras observações, todas derivadas de textos antigos, Velikovsky desenvolveu a seguinte teoria e publicou em *Worlds in Collision* (Velikovsky 1950). Nosso sistema solar tinha inicialmente um planeta a menos do que temos hoje. Em algum momento antes de 1500 ac, houve uma explosão violenta em Júpiter e que deu à luz um enorme cometa que se tornou o planeta Vênus. Em torno de 1450 ac este cometa passou próximo da Terra, produzindo marés enormes, aquecimento global, descargas elétricas e uma chuva de hidrocarbonetos. Estes eventos são associados com o êxodo dos judeus do Egito. O cometa, em seguida, desapareceu no espaço, para retornar somente em torno de 747 ac, quando colidiu com Marte. Esta colisão levou o cometa a ter uma órbita e se tornar o planeta Vênus, mas alterou tanto a órbita de Marte que em 687 ac Marte quase colidiu com a Terra, causando outras catástrofes

globais. Embora não tenham sido tão devastadoras como o evento de 1450 ac, elas foram suficientes para inclinar o eixo da Terra em 10°.

De acordo com Velikovsky, esta teoria explica muitos mitos e lendas, explica a ausência de Vênus desde o início de registros astronômicos, e explica alguns dos depósitos de petróleo na terra (resultantes da cauda de hidrocarbonetos do planeta). Ele também acreditava que a teoria previa que (a) Vênus seria quente, (b) sua atmosfera conteria hidrocarbonetos, e (c) Júpiter emitiria ondas de rádio. Nenhuma destas previsões nem outras estão muito claramente citadas no livro. No entanto, Velikovsky acreditava que ele havia feito estas e outras previsões, e que todas tinham se mostrado corretas (Anon. 1972).

Velikovsky deu prosseguimento a *Worlds in Collision* com um segundo livro, *Earth in Upheaval* (Velikovsky 1955), em que reuniu um grande número de observações biológicas e geológicas que ele acreditava serem consistentes com a sua teoria. Ele colocou diante do leitor uma série de fatos, tanto bem conhecidos quanto obscuros, sobre montes enormes de ossos no Ártico, esqueletos de baleias no alto de montanhas, pedras perdidas encontradas centenas de quilômetros de distância de sua matriz rochosa original, comida na boca de mamutes que foram rapidamente congelados na Sibéria, etc. Essas observações serviam para três finalidades. Em primeiro lugar, Velikovsky quis nos convencer de que muitas observações não se enquadravam na teoria geológica vigente. Em segundo lugar, ele queria que aceitássemos que houve um cataclisma mundial recente, e que mudássemos a data da última idade do gelo de modo que ficasse coerente com a hipótese de aproximação de Vênus em 1450 ac. Finalmente, ele queria nos convencer de que a evolução biológica não poderia ter ocorrido por mutação e seleção natural, como Darwin propôs, mas que ela aconteceu através de extinções em massa causadas pelos cataclismas, seguidas de especiação rápida através de múltiplas mutações provocadas pelo calor e pela radiação associada aos cataclismas.

A recepção da teoria de Velikovsky. Na época, Velikovsky parecia ainda mais radical do que ele parece hoje em dia. Suas teorias sobre especiação rápida precederam por uma geração o interesse contemporâneo nas taxas descontínuas de especiação, que hoje chamamos de "equilíbrio pontuado" (Eldredge e Gould 1972). Sua crença de que acontecimentos celestes podem causar mudanças substanciais na história natural terrestre antecedeu em 30 anos as teorias atuais sobre a extinção em massa e impactos de meteoritos (por exemplo, Melosh et al. 1990). E sua explicação sobre acontecimentos na história da humanidade tendo como causa mudanças dramáticas no ambiente não-humano também estava muito à frente de seu tempo.

Velikovsky conseguiu desafiar os paradigmas fundamentais de quatro campos simultaneamente. Não surpreendentemente, ele não foi bem recebido. A maioria dos cientistas simplesmente ignorou totalmente seu trabalho. Alguns escreveram críticas contundentes de seu livro. Cinco desses críticos nunca leram o livro. Outros cientistas exerceram tanta pressão sobre a editora do livro (MacMillan) que esta acabou transferindo os direitos do livro para Doubleday and Company, que era menos susceptível a tais pressões por não publicar livros-texto. A condenação inadequada do autor e suas idéias pela sociedade científica e acadêmica (de Grazia et al. 1966, Rose 1972, Stove 1972) fez de Velikovsky uma espécie de herói durante a década de 1960. A venda de seus livros o fez um milionário e ele acabou sendo nomeado para o Instituto de Estudos Avançados de Princeton, onde Einstein havia trabalhado. Mas ele nunca encontrou respeitabilidade científica para si ou para suas teorias.

Por que a teoria de Velikovsky falhou em ganhar apoio? Se aceitarmos a visão de Thomas Kuhn sobre a ciência, fica claro que Velikovsky fez uma série de erros fatais. Ele não conseguiu apresentar evidências cientificamente aceitáveis, ele não apresentou seu trabalho da forma apropriada, e tentou revolucionar campos que não estavam prontos para mudança.

As fontes de dados de Velikovsky foram os textos antigos, inclusive a Bíblia. Para ele, observações tais como a separação do Mar Vermelho por Moisés e a queda de maná que alimentou os israelitas eram fatos anômalos que o paradigma dominante não podia explicar. Para a maioria dos cientistas, essas histórias eram simplesmente irrelevantes; eles não eram, de forma alguma, fatos. A maioria dos cientistas via a história de sua disciplina como uma libertação de tais idéias. Cientistas não citam livros sagrados; eles usam as teorias da física, os conceitos da matemática, a fina resolução de espectrômetros e potentes telescópios. As fontes de Velikovsky pareciam um grande passo para trás. Um trabalho sério de ciência seria empacotado com tabelas,

gráficos e equações, mas Velikovsky escreveu 400 páginas sem incluir nenhum destes. Pelos padrões da ciência, mas não o seu, Velikovsky não apresentou qualquer dado.

Velikovsky também falhou em não examinar qualquer outra explicação para as observações que ele apresentou. Embora nós cientistas não possamos esperar sermos imparciais em relação a nossas criações intelectuais, esperamos que estas sejam examinadas criticamente pela consideração de alternativas. Velikovsky passou este ônus para o leitor e assim sacrificou a sua própria credibilidade.

Velikovsky também usou o estilo errado para apresentar suas idéias. Em comparação com a escrita seca e impessoal do pesquisador profissional, sua prosa parecia jornalismo sensacionalista. Além disso, Velikovsky escolheu publicar em livros populares, ao invés de em revistas científicas. Os cientistas desenvolveram normas formais de comunicação, o trabalho científico e a monografia (Kinne 1988), e desconfiam profundamente das pessoas que ignoram esses padrões.

Não só Velikovsky deixou de apresentar sua teoria de forma eficaz, mas também optou por apresentá-la na hora errada. Segundo Kuhn, uma nova teoria só pode ser eficaz quando o velho paradigma estiver em um estado de crise, quando deixar de fornecer uma fonte abundante de quebra-cabeças solúveis. Infelizmente para Velikovsky, seus livros apareceram quando as ciências tradicionais tinham mais quebra-cabeças do que cientistas para resolvê-los. A astronomia ainda estava extasiada com o gigante telescópio em Monte Palomar, e rádio-telescópios estavam à vista; a teoria de evolução estelar ainda estava fresca, a fornalha nuclear era nova, e as consequências do desvio para o vermelho (*red shift*) estavam sendo exploradas. Os geólogos também estavam deleitando-se com as muitas novas ferramentas: perfuração de poços profundos para a estratigrafia, magnetometria, levantamentos sismográficos, e em breve fotos de satélite e sensoriamento remoto; intelectualmente, eles lidavam com a evolução dos tipos de rocha e a descoberta de novos minerais, e estavam à beira de uma nova teoria das placas tectônicas, uma teoria que viria explicar muitas das objeções de Velikovsky. A biologia estava ainda mais saudável. A cromatografia e a microscopia eletrônica rapidamente levaram ao desenvolvimento da biologia molecular; evolucionistas estavam perseguindo as possibilidades da nova síntese entre genética, história natural, seleção e biologia molecular. Com a ciência normal oferecendo tanto, os cientistas não sentiam a necessidade de um novo paradigma radical.

Finalmente, e talvez mais importante, Velikovsky falhou em dar uma descrição clara e inequívoca de sua teoria. Ele indica a sua beleza, como um dançarino atrás de sete véus, mas os véus nunca são abaixados. A teoria nunca é apreendida. Tal imprecisão é inaceitável sob qualquer padrão científico.

Testando a teoria de Velikovsky. O modelo de Kuhn explica a falta de interesse na teoria de Velikovsky, mas não a razão da teoria ter sido ridicularizada ao invés de ser submetida a testes científicos. Portanto, eu levanto outras duas questões: "A teoria de Velikovsky pode ser falsificada?" E se assim for, "Por que ela não foi testada?"

Eu acredito que a teoria de Velikovsky pode ser testada e que se tivesse sido, seria falsificada. Em uma discussão sobre os anéis em troncos de árvore em relação ao catastrofismo, Velikovsky tenta convencer o leitor de que nenhuma árvore sobreviveu ao cataclisma de 1450 ac e que aconteceram violentas mudanças climáticas em 747 e 687 ac. Para atingir seu primeiro objetivo, ele descreve a datação de sequoias gigantes da Califórnia, e conclui que "a mais antiga destas iniciou sua vida a partir do ano 1300 antes da era atual". Isto foi proposto como prova de que nenhuma árvore sobreviveu à "grande catástrofe do meio do segundo milênio". Ele descartou de consideração a árvore mais antiga de todas – a *General Sherman* - pelo fato desta não ter sido cortada. No entanto, todos sabem que se pode avaliar a idade de uma árvore sem cortá-la. De fato, a árvore *General Sherman* tinha sido avaliada em 1946 e sua data de germinação estimada em 1550 ± 500 anos ac. Assim, há uma boa chance de que esta árvore seja anterior ao grande cataclismo de Velikovsky. Desde a publicação de Velikovsky, evidências ainda melhores contra o grande cataclismo foram encontradas. Diversos pinheiros de pinhas com cerdas (*bristlecone pine*) tiveram suas idades avaliadas e parecem ter iniciado suas vidas entre 2050 e 2950 ac.

Uma segunda categoria de dados de anéis de árvores pode ser usada para testar a teoria de Velikovsky. O crescimento anual varia com o clima, e portanto grandes mudanças na largura dos anéis anulares podem indicar alterações climáticas. Velikovsky encontrou evidência de tais

mudanças que poderiam representar os cataclismos de 747 ac e 687 ac (Douglas 1919), mas esqueceu de mencionar que mudanças ainda maiores ocorreram muitas vezes na vida destas árvores. Além disso, ele negligenciou a menção de que flutuações muito grandes no crescimento anual de árvores são correlacionadas com pequenas diferenças de temperatura média e precipitação no registro recente. Assim, devemos concluir que não há nenhuma evidência para qualquer distúrbio importante durante todo o período de 750 a 660 ac. Evidências semelhantes para a ausência de cataclismos podem ser obtidas a partir do registro deixado nos sedimentos de lagos.

Se a teoria de Velikovsky pode ser falsificada com observações como estas, é preciso saber porque isto não foi feito. Posso falar por mim, mas não por outros. Eu não me preocupei em publicar estes testes ou ainda planejar outros pois essas idéias pareciam muito fúteis. Qual a razão de alguém querer testar algo que ninguém acredita (ao menos ninguém cuja opinião científica seja razoável)? Se alguém propor que Marte é feito de queijo Edam, qual seria a graça de cientistas tentarem testar esta teoria? Que posição eles ganhariam na avaliação de seus pares ou na história da ciência? Como Polanyi sugeriu, a prática normal do cientista é "sábua negligência".