

LEANDRO CARLOS ODY

TEORIA E HISTÓRIA NA GEOLOGIA

Florianópolis
2005

LEANDRO CARLOS ODY

TEORIA E HISTÓRIA NA GEOLOGIA

Dissertação submetida ao Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Área de concentração: Epistemologia

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Andres Caponi

Florianópolis
2005

Leandro Carlos Ody

TEORIA E HISTÓRIA NA GEOLOGIA

Banca examinadora:

Prof. Doutor Gustavo Andrés Caponi – UFSC – Orientador
Prof. Doutor Alberto Oscar Cupani – UFSC – Examinador
Prof. Doutor Décio Krause – UFSC – Examinador
Prof. Doutor Marco Antônio Frangiotti – UFSC – Suplente

Florianópolis
2005

AGRADECIMENTOS

A realização desse trabalho não foi um ato individual, mas contou com a ajuda de outras pessoas, a meu ver, indispensáveis nesse processo.

Quero agradecer, em primeiro lugar, a meu orientador, prof. Dr. Gustavo Andres Caponi, pelos conselhos e sugestões ao longo do trabalho. Estendo meus agradecimentos aos demais professores doutores do Departamento de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, especialmente aos professores Alberto Oscar Cupani, Décio Krause, Luiz Henrique Dutra e Sara Albieri.

Agradeço, em especial, ao professor Rualdo Menegat, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelas conversas que tivemos sobre o tema da dissertação e pelas sugestões que lançaram luzes sobre os questionamentos acerca da problemática trabalhada.

Também agradeço ao CAPES, instituição que deu suporte financeiro à minha pesquisa durante boa parte do seu desenvolvimento e que, sem dúvida, foi de extrema importância para a qualidade do trabalho.

Agradeço à minha família (a meu pai, Clari Bernardo Ody, à minha mãe, Zélia Polli Ody, e a meus irmãos, Juliano e Marciano) por suportarem comigo a dor da saudade e da ausência. Que as minhas conquistas sejam também as conquistas de vocês.

Finalmente, agradeço a todas as demais pessoas que, de uma ou de outra forma, ajudaram a tornar este trabalho uma realidade. Em especial, aos meus colegas que passaram vários minutos do seu tempo a trocar idéias comigo.

Com a finalidade de compreender a natureza dos problemas e conceitos geológicos, se deve aprender a viver com incerteza até um grau não imposto por problemas que implicam sistemas fechados, variáveis isoladas, experimentos verificáveis e tratamento estatístico de um grande número de acontecimentos observáveis.

A escala na geologia varia do submicroscópico ao planetário e desde a estrutura dos cristais até a estrutura da Terra.

Talvez o fator mais importante no progresso da geologia foi o desenvolvimento de um “bastidor geológico da mente”, que se adquire quase por necessidade no esforço cotidiano do pensamento acerca dos imensos períodos de tempo, unidades muito grandes de matéria e a interação de variáveis complexas.

Harthur F. Hagner

*No meio do caminho tinha uma pedra
tinha uma pedra no meio do caminho.*

Carlos Drummond de Andrade

Resumo

Ao longo deste trabalho, buscamos responder à seguinte questão: “é a geologia uma ciência teórica ou uma ciência histórica?”. Para chegarmos a um posicionamento razoável quanto a essa questão, buscamos resgatar a concepção de ciência teórica e de ciência histórica no pensamento de autores como Karl Popper, George Gaylord Simpson e David Hull. A aproximação que podemos fazer entre a idéia desses autores acerca da distinção entre os dois tipos de ciência nos leva a tomar algumas posições com relação à ciência da geologia e a classificá-la como teórica ou como histórica com base no tipo de questão de interesse do geólogo. Essas questões poderiam ser separadas entre questões acerca de leis gerais, estruturas teóricas explicativas e definições gerais de processos geológicos de um lado e explicações de fatos particulares, singulares, irrepetíveis e que caracterizam narrações históricas de outro lado.

ABSTRACT

In this work we seek to answer the following question: is geology a theoretical or rather a historical science? To reach a conclusion, we start by reconstructing the conception of theoretical and historical science as we find in authors such as Karl Popper, George Gaylord Simpson and David Hull. The similarities we find in these authors concerning the science of geology lead us to classify it as theoretical or as historical depending upon the kind of interest the geologist has. These questions could be divided between questions related to general laws, explaining theoretical structures and general definitions of the geological processes on the one hand and explanations of particular, singular and unique facts that characterize the historical narratives on the other hand.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
I – A GEOLOGIA COMO CIÊNCIA DE DOIS OBJETIVOS	13
II – A DISTINÇÃO ENTRE CIÊNCIA TEÓRICA E CIÊNCIA HISTÓRICA NA PERSPECTIVA POPPERIANA	27
1 – O modelo nomológico de explicação.....	28
2 – Popper e a distinção entre ciência teórica e ciência histórica	38
3 – A Geologia como ciência histórica	46
III – IMANÊNCIA, CONFIGURAÇÃO E A QUESTÃO DOS MODELOS NA GEOLOGIA	54
1 – O imanente e o configuracional na definição do teórico e do histórico	55
2 – Os modelos e a geologia como ciência de conteúdo teórico próprio.....	66
IV – EXPLICAÇÕES NARRATIVAS E A DISTINÇÃO ENTRE NOMES PRÓPRIOS E NOMES COMUNS	77
1 – Explicações narrativas	77
2 – A distinção entre nomes próprios e nomes comuns na concepção de David Hull ..	83
3 – Nomes próprios e nomes comuns: o histórico e o teórico na ciência geológica	88
CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

INTRODUÇÃO

Distinguir ciência teórica e ciência histórica não é um tema novo a ser apresentado neste trabalho. Há tempos, filósofos, cientistas, pensadores da ciência em geral, se preocupam em classificar as mais diversas ciências nesses dois grupos. Tal debate pode ser considerado um tema clássico dentro da filosofia da ciência e não são raros os autores que se preocupam com os critérios que permitem estabelecer esta distinção.

Se não é tão raro encontrarmos comentários acerca do tema em geral, isso não se repete em se tratando de ciências específicas. Dificilmente encontramos textos significativamente desenvolvidos e que abordam a classificação de uma ciência como teórica ou como histórica. É o caso da geologia. Tanto esta como outras ciências aparecem como casos, como exemplos ilustrativos que ajudam aos pensadores que separam ciência teórica e ciência histórica a tornar tal distinção mais clara. Química, física, biologia, geologia, entre outras ciências aparecem como exemplos que caracterizam ou uma ou outra – em geral, são exemplos de ciências ou completamente teóricas ou completamente históricas.

A geologia, como uma ciência complexa, tanto em termos de objeto e área de abrangência, quanto por sua ligação com várias outras áreas do conhecimento, é um bom exemplo para analisarmos o problema geral da distinção proposta, delimitado em uma ciência específica. Como ocorre de fato, para construir suas explicações, a geologia precisa, muitas vezes, dos conhecimentos de áreas como a física, a química, a biologia, entre outras. Mas, mesmo assim, essa ciência não deixa de ter seus próprios marcos teóricos que lhe servem de fundamento para suas explicações.

Afinal, a geologia, como uma ciência atualmente independente e estruturada, que se preocupa com extenso e diverso campo de estudo, é uma ciência teórica ou uma ciência histórica? Ao longo de sua história, à geologia atribuiu-se diversos objetos de análise e, a partir deles, se definia a mesma como sendo predominantemente teórica ou predominantemente histórica. Frente ao mesmo problema filosófico, que critérios podemos tomar, hoje, para classificá-la como teórica ou como histórica?

Neste trabalho buscamos definir a geologia como sendo uma ciência em parte teórica, em parte histórica. Trata-se de uma distinção que se pode estabelecer na medida em que definimos quais são os objetivos almejados pelo geólogo e quais são as diferenças entre ciência teórica e ciência histórica. Basicamente a distinção que aqui apresentamos é relativa aos tipos de problemas que o geólogo se propõe a investigar. Esses problemas poderiam ser separados entre questionamentos acerca de leis gerais, estruturas teóricas explicativas e modelos gerais de processos geológicos de um lado e explicações de fatos particulares, singulares, irrepetíveis e que caracterizam narrações históricas de outro lado. Os primeiros, relativos ao que é geral, seriam do interesse da ciência teórica. Os segundos, relativos ao que é particular, seriam próprios do estudo da ciência histórica.

Nossa investigação fundamenta-se na concepção de ciência histórica e de ciência teórica presentes em autores como Karl Popper (1980 e 1997), George Gaylord Simpson (1970) e David Hull (1998). A aproximação que podemos fazer entre as idéias desses autores acerca da distinção entre os dois tipos de ciência nos leva a tomar algumas posições com relação à ciência da geologia e a classificá-la como teórica ou como histórica com base no tipo de questões com que o geólogo se detém. A geologia seria teórica ou histórica dependendo da ênfase ou grau de importância que ela atribui a um ou a outro tipo de questão. Sendo assim, se o objetivo principal da geologia está na reconstrução da história da Terra, mesmo através do uso de estruturas explicativas gerais, ela é uma ciência histórica; se a ênfase do estudo da geologia recai na elaboração de estruturas explicativas gerais, mesmo utilizando os eventos históricos como meio para este fim, ela é uma ciência teórica.

Almejamos chegar a uma definição mais segura com relação ao que vem a ser uma atividade científica teórica e o que significa pautar-se por questões científicas históricas. Nossa análise se restringe à geologia, mas poderia ser estendida às outras ciências. Para esclarecer até que ponto a geologia é teórica e até que ponto é histórica, precisamos, em primeiro lugar, definir o que é uma ciência teórica e o que é uma ciência histórica. Tendo essa problemática em mente é que fomos em busca de autores que tratassem da questão e que pudessem proporcionar uma aplicação dessa análise à geologia. Pensadores como Popper, Simpson, Hull, entre outros, apresentam alguns critérios que estabelecem a distinção entre esses dois tipos de ciência. Cada um desses autores nos apresenta peças importantes para a resolução de nosso problema. Cada um deles trabalha de forma independente, mas suas análises podem ser somadas umas às outras, estabelecendo-se, dessa forma, um diálogo entre os mesmos, formando-se, com isso, uma análise mais profunda do que vem a ser a distinção geral entre o histórico e o não histórico ou teórico.

Os pensadores que tratam desse problema comungam da idéia de que a diferença entre ciência teórica e ciência histórica está no objeto de interesse de cada uma delas. Para Popper, a distinção está no interesse por leis universais ou por fenômenos particulares, objetos de interesse, respectivamente, da ciência teórica e da ciência histórica. Para Simpson, a diferença entre as ciências está no interesse pelo imanente ou pelo configuracional. Para Hull, o que distingue o interesse pelo teórico ou pelo histórico é a dedicação ao estudo daquilo que é definido por nomes comuns ou a dedicação ao estudo daquilo que é definido por nomes próprios. Em resumo, para todos eles, a ciência teórica trata daquilo que é geral e a ciência histórica trata daquilo que é particular, único. Mesmo tendo a essência da distinção em comum, os autores que aqui apresentamos tratam do mesmo problema com argumentos diferentes. A forma de se chegar às conclusões é peculiar em cada um deles. Aquilo que é considerado “geral” e “particular” em cada uma das argumentações também é diferente. Nosso esforço será no sentido de partir de um primeiro autor, de uma primeira argumentação e percorrer um caminho progressivo que nos leve a uma posição mais clara em relação à distinção entre ciência teórica e ciência histórica. Para isso nos utilizaremos daquilo que consideramos válido em cada

argumentação em relação à distinção proposta. Juntando as peças importantes de cada uma delas, pretendemos chegar a conclusões que nos permitam considerar a geologia ou como teórica, ou como histórica; e se a mesma puder ser considerada ambas, até que ponto ela pode ser teórica e até que ponto ela pode ser histórica.

No primeiro capítulo de nosso trabalho, através do resgate das idéias uniformitaristas e catastrofistas, buscaremos expor a origem, dentro da geologia, do problema que estamos investigando. Trata-se de uma diferenciação de interesses entre os primeiros investigadores modernos dos fenômenos geológicos que atribuem à geologia um caráter predominantemente teórico ou predominantemente histórico. Nos capítulos II, III e IV, reconstruiremos, respectivamente, os argumentos de Karl Popper, George Gaylord Simpson e David Hull com relação à distinção entre ciência teórica e ciência histórica e analisaremos a geologia sob cada um desses pontos de vista.

Partindo das primeiras idéias que deram origem à discussão que separa o interesse pelo teórico e o interesse pelo histórico dentro da geologia, passando pelas clássicas distinções entre esses dois tipos de ciência e tentando analisar a geologia sob esses pontos de vista, tentaremos responder questões do tipo: “é a geologia uma ciência teórica ou uma ciência histórica?”, “o que separa o teórico e o histórico?”, “é viável estabelecer uma distinção rígida entre ciências de um tipo e de outro?”. Dessa forma, manteremos a unidade temática ao longo da dissertação com o intuito de chegar a conclusões bem fundamentadas e com uma seqüência que permita ao leitor entender o processo argumentativo que será apresentado.

I – A GEOLOGIA COMO CIÊNCIA DE DOIS OBJETIVOS

Antes do século XVII, a geologia era uma matéria dispersa e dividida. As atividades relacionadas a esse campo de investigação direcionavam-se, quase que exclusivamente, à reconstrução histórica da terra. O primeiro grande passo rumo à consolidação da geologia como ciência autônoma, fundamentada na razão e nas observações empíricas, se dá em 1780 com a publicação de *Theory of the Earth*, de James Hutton. Por seu esforço em elaborar uma teoria que explicava a regularidade dos processos presentes na terra, Hutton passou a ser chamado “pai da geologia”.

Porém, até o século XIX, a geologia continuou sendo uma ciência que se preocupava, fundamentalmente, com reconstruções históricas – as pesquisas estavam voltadas para a reconstrução da história da Terra, movidas pelo entusiasmo dos pensadores que viam a possibilidade de desenvolver um conhecimento sistemático do passado remoto. Por ser de difícil leitura, o *Theory of the Earth* de Hutton não difundiu muito as idéias de seu autor. Foi nas primeiras décadas do século XIX, mais precisamente a partir de 1830, com a publicação de *Principles of geology*, de Charles Lyell, que as teorias da geologia começam a ganhar popularidade e maior conhecimento. Surge a separação de interesses entre os investigadores da terra: de um lado aqueles que estavam interessados na narração de eventos particulares e na reconstrução da história da terra; de outro lado, aqueles que buscavam a elaboração de teorias, de padrões explicativos em relação aos fenômenos geológicos. A partir da separação de interesses entre os geólogos, entre os objetivos almejados por eles, também se estabelecia a separação entre geologia histórica e geologia teórica.

Raquel Laudan, no início do livro *From Mineralogy to Geology*, trata do problema da separação entre geologia histórica e geologia teórica. A questão surge quando se busca definir os objetivos buscados pelos pesquisadores; nos termos dela, objetivos históricos ou causais. E esse problema remonta ao início da ciência da Geologia. Segundo Laudan, os geólogos podem ter dois objetivos: ou contar a história da terra, narrar eventos singulares, ou elaborar esquemas explicativos a partir da constatação de regularidades nos fenômenos geológicos e estabelecer padrões de explicação. Com relação à divisão de objetivos entre os geólogos, Laudan (1993, p.2) diz o seguinte:

Um é histórico: a geologia procura descrever o desenvolvimento da terra desde os seus primórdios até sua forma presente. O outro é causal: a geologia procura mostrar as causas que operam para formar a terra e produzir seus distintos objetos. Essa distinção corresponde à distinção entre “geologia histórica” e “geologia física”¹.

Para certa classe de geólogos, o objetivo de reconstruir o passado da Terra é preeminente. Mesmo tendo um objetivo principal, este é acompanhado de outros objetivos de menor importância; e estes “outros” objetivos estão subordinados ao objetivo maior que é a reconstrução histórica da Terra. Laudan (1993, p.2) diz que, para alguns defensores da geologia como sendo uma ciência preocupada fundamentalmente com questões históricas, “a geologia histórica, (...), integra todas as outras subdisciplinas da geologia. Geólogos estudam cristalografia, mineralogia, petrologia, sedimentologia, geologia estrutural, paleontologia, geomorfologia e geofísica com a pretensão de agruparem dados e

¹ Nota-se que aqui aparece a separação entre geologia histórica e geologia física. É importante esclarecer que, no decorrer do trabalho, irão aparecer alguns termos (sinônimos ou apenas elementos vinculados) inerentes à geologia histórica ou à geologia teórica. Ligados à geologia histórica aparecem termos como narrativa histórica, ciência histórica, nomes próprios, sujeitos centrais, elementos configuracionais ou contingentes, etc. Ligados à geologia teórica aparecem termos como ciência teórica, geologia física, teoria causal, nomes comuns, elementos imanentes, etc. Esses termos também são utilizados para esclarecer a diferença que existe entre geologia histórica e geologia teórica. A importância de cada termo, bem como o sentido atribuído a ele, serão expostos conforme avança a apresentação do tema.

generalizações necessárias para a reconstrução do registro histórico”. Laudan, ao dizer isso, refere-se à posição de Kitts, um dos adeptos da idéia de que a geologia se preocupa com questões históricas. Para o mesmo, segundo Laudan, a geologia é radicalmente histórica (Laudan, 1993, p.2).

Os defensores da Geologia histórica compartilham da idéia de que as sucessões de eventos geológicos são únicas, não repetíveis ao longo do tempo. Cada fenômeno geológico é único, diferente dos demais e, por isso, exige estudos também particulares. O objetivo da Geologia é averiguar a ordem seqüencial das formações geológicas e, a partir da união de dados recolhidos sobre tal formação, reconstruir a história daquele fenômeno em particular. Padrões de explicação somente servem para auxiliar nessa reconstrução histórica.

Outra classe de geólogos tem por objetivo entender o *processo causal*² que molda a Terra. O centro das atenções está nos processos geológicos gerais e não nas manifestações particulares dos mesmos. Nesse sentido, os fenômenos geológicos, localizados em épocas e lugares determinados, servem para possibilitar o estudo de eventos gerais, que extrapolam as particularidades de tempo e de espaço. Assim, é possível, por exemplo, estudar vulcões da era dos dinossauros a partir do estudo dos padrões de vulcanismo que verificamos atualmente. Não precisamos nos lançar a uma reconstrução histórica daquele vulcão extinto para saber como ele funcionava. Basta termos presente os padrões do fenômeno “vulcanismo”, para entendermos as causas e o processo de todos os vulcões. E se cientistas afirmam que existem vulcões em Marte, sabemos como eles funcionam a partir dos padrões de vulcanismo que verificamos aqui na Terra.

Laudan (1993, p. 3), referindo-se aos geólogos teóricos ou físicos, diz o seguinte:

² Quando Laudan refere-se à geologia física atribuindo a ela o estudo dos processos causais, entendemos que a essa geologia interessa a parte teórica do estudo geológico. Nesse sentido não interessam as seqüências causais particulares, mas os processos causais comuns aos fenômenos e que permitem constatar regularidades que servirão de marco teórico aos cientistas. Tais marcos teóricos permitem explicações científicas e, até mesmo, previsões acerca de certos fenômenos. Entendemos que Laudan liga a idéia de “processos causais” à geologia teórica ou geologia física.

Eles buscam identificar e classificar os minerais e rochas que estão sobre a crosta terrestre; analisar como as rochas sedimentares são depositadas, como as rochas ígneas são formadas, e como ambas podem ser transformadas em rochas metamórficas; entender como as montanhas erguem-se e são destruídas e por que a terra está dividida em oceanos e continentes; identificar e classificar os fósseis que restam de vidas extintas; e compreender os padrões de suas especiações e extinções.

O geólogo teórico busca identificar o que há de comum entre certos fenômenos e estabelecer explicações que reúnam tais fenômenos num padrão de processo geológico. Laudan dá o exemplo da classificação do basalto. O estudo dessa rocha permite classificá-la como rocha ígnea, proveniente de derrames vulcânicos, com composição mineral específica, etc. Ao nos depararmos com certo tipo de rocha e constatarmos, neste caso, a existência das características específicas recém mencionadas, vemos que essa rocha particular se enquadra no grupo dos basaltos. A partir do padrão de classificação “basalto”, podemos identificar rochas que estão dentro dessas características como sendo rochas basálticas.

Laudan (1993, p.4) diz que o fato de alguns geólogos optarem por trabalhar dentro de certos objetivos específicos na geologia, não quer dizer que eles neguem ou não busquem os outros objetivos. Apenas a ênfase de suas atividades se dá em certo campo de investigação. Também não quer dizer que, se esses cientistas optarem por trabalhar dentro dos dois objetivos, não haja diferença entre eles. Infelizmente, apesar de levantar o problema (um dentre os vários presentes em sua obra) e de apresentar várias posições em relação a ele, Laudan não parece ter posicionamento próprio e acaba por deixar a questão em aberto. Mas ela contribuiu muito ao chamar a atenção para o problema.

A diferença de interesses na geologia também é apontada por Stephen Jay Gould (1991) quando ele diz que a história da geologia é marcada por duas correntes de pensamento: uma que defende o ciclo do tempo; e outra que defende a seta do tempo. Essa metáfora é utilizada por Gould a partir da análise dos diferentes objetivos presentes nas investigações e nas idéias de duas correntes de pensamento dentro da história da geologia: o uniformitarismo e o catastrofismo.

Sobre o ciclo e a seta do tempo, Gould (1991, p.65) diz o seguinte:

O ciclo do tempo busca imanência, isto é, um conjunto de princípios tão gerais que existiriam fora do tempo e indicariam um cunho universal, um elo comum, entre todas as ricas particularidades da natureza. A seta do tempo é o grande princípio da história, a afirmação de que o tempo avança inexorável para frente e que de fato não se pode entrar duas vezes no mesmo rio.

Os primeiros pensadores que defendem o ciclo do tempo compartilham a idéia de que o mundo é regido pelas mesmas forças que causam os mesmos fenômenos, com as mesmas intensidades ao longo de toda a sua história. Os uniformitaristas, como eram chamados, sustentavam a idéia da uniformidade e da constância dos fenômenos da Terra. Hutton, considerado o pai da geologia, e Lyell, quem possibilitou à geologia o status de uma ciência moderna, concordavam (com pequenas diferenças) que a Terra é como uma máquina não direcional que repetia infindavelmente as fases de soerguimento, erosão, deposição e consolidação. Para eles, ao geólogo interessava o entendimento dos ciclos eternos que caracterizavam a dinâmica terrestre. Os fatos ou objetos particulares, como as rochas, por exemplo, apenas serviam para registrar (como uma espécie de livro) a regularidade dos fenômenos da Terra. O geólogo então se lança à leitura dos registros geológicos para compreender a regularidade dos ciclos.

A *machina mundi* auto-renovável de Hutton, segundo Gould (1991, p.72), opera em um ciclo de três estágios que se repetem eternamente:

Primeiro, a topografia da terra se decompõe à medida que os rios e as ondas desagregam as rochas, formando solos nos continentes e transportando os produtos da erosão para os oceanos. Segundo, os fragmentos cominuídos dos continentes antigos são depositados em estratos horizontais nas bacias dos oceanos. À medida que os estratos vão se acumulando, seu próprio peso gera calor e pressão suficientes para movimentar as camadas inferiores. Terceiro, o calor de sedimentos em processo de liquefação e de intrusão de magmas faz com que a matéria se expanda “com espantosa força” (1788, 266), produzindo extensos soerguimentos e gerando novos continentes onde antes havia oceanos (enquanto as áreas erodidas dos antigos continentes se tornam novos oceanos).

O ciclo do tempo rege a *machina mundi* que repete seus ciclos eternamente. Cada estágio provoca automaticamente o seguinte. Enquanto a ordem do universo se mantiver, os ciclos dos fenômenos da terra também permanecerão. A partir dessas idéias, formulou-se o princípio do uniformitarismo: “o presente é a chave do passado”; em outras palavras, os mesmos processos físicos que atuam no presente também atuaram no passado.

Mesmo preocupado com as generalidades dos processos geológicos, Hutton aceitava os eventos históricos, particulares. Gould diz que nem Hutton, nem Lyell negam a história. Mas para eles o interessante não são os fatos particulares; o objetivo da pesquisa geológica é a elaboração de teorias gerais acerca dos fenômenos do mundo. Em relação a essa questão, Gould (1991, p.87) comenta a posição de Hutton: “o papel daquelas informações que constituem a quintessência da história, ou seja, as seqüências de acontecimentos no tempo, (...) são apenas dados a serem usados na elaboração de teorias

gerais sobre sistemas eternos”. A regularidade dos eventos, para Hutton, tem a finalidade (causa final) de contrabalançar a destruição e a renovação. “Hutton concebeu uma *machina mundi* que ordena toda a complexidade histórica como um ciclo de eventos repetitivos tão regular quanto a revolução dos planetas no sistema newtoniano” (Gould, 1991, p.85)

Lyell, também influenciado pelo pensamento newtoniano, formula suas idéias uniformitaristas a partir do método da *vera causa* (ou das causas verdadeiras) proposto por Newton. Duas regras formuladas por Newton e expostas nos *Princípios matemáticos da filosofia natural* (1987) fundamentam esse princípio: Regra I – “*Não se hão de admitir mais causas das coisas naturais do que as que sejam verdadeiras e, ao mesmo tempo, bastem para explicar os fenômenos de tudo. A natureza, com efeito, é simples e não se serve do luxo de causas supérfluas das coisas.*” Regra II – “*Logo, os efeitos naturais da mesma espécie têm as mesmas causas*” (Newton, 1987, p. 166).

Uma teoria está bem fundamentada, segundo a metodologia da *vera causa*, quando os entes teóricos que ela postula constituem as causas verdadeiras dos fenômenos que se quer explicar (Martinez, 1997, p.120). O esforço do cientista se volta à descoberta das causas de determinado tipo de fenômeno. Descobertas as causas verdadeiras desse fenômeno, todos os demais fenômenos daquele mesmo tipo podem ser explicados com base no conhecimento dessas causas. Para Newton (1987, p.166), as causas da descida das pedras na Europa são as mesmas na América, bem como são as mesmas as causas da luz no fogo da cozinha e no sol, e são as mesmas as causas da reflexão da luz na terra e nos planetas. Esse método indutivo de explicar os fenômenos possuía grande respaldo na época de Newton e exerceu grande influência na forma de pensamento de Lyell e nas suas explicações na geologia.

Para Lyell, uma vez descobertas as causas verdadeiras de um fenômeno, podemos, com base nelas, explicar os mesmos tipos de fenômenos que acontecem no presente, que já aconteceram há tempos atrás e que acontecerão em tempos vindouros. Isso possibilita

identificar uniformidades nos eventos geológicos e, a partir delas, explicar toda uma classe de fenômenos. Era nesse sentido que o presente era visto como a chave do passado. Ao se descobrir as causas dos fenômenos atuais, também se descobriam as causas dos fenômenos passados (até mesmo dos possíveis fenômenos futuros). Nisso se fundamentava o princípio uniformitarista. Laudan aponta três uniformidades principais na concepção de Lyell. A primeira delas afirma que as “leis” da natureza são uniformes e não mudam com o tempo; a segunda mostra que o “tipo” de causas geológicas não muda com o tempo; e a terceira afirma que o grau de intensidade das causas geológicas não muda com o tempo (Laudan, 1993, p.205). O objetivo do cientista geólogo era exatamente buscar as causas verdadeiras dos fenômenos geológicos que faziam a Terra transformar-se e manter a dinâmica de seus movimentos. A questão era saber como e por que aconteciam os ciclos dos fenômenos e a resposta estava na descoberta das causas verdadeiras.

Com relação aos eventos que parecem confirmar a direcionalidade da história da Terra, Lyell (1830, p.164-165) diz que, considerando-se o globo como um todo, esses fenômenos revelam a regularidade (e mesmo a necessidade) das forças cíclicas. E diz mais:

(...) se em alguma parte do globo a energia de uma causa parece haver decrescido, sempre é provável que a diminuição da intensidade de sua ação seja meramente local, e que sua força permaneça não diminuída, quando se considera o globo como um todo. Mas se algum dia estabelecermos com provas inequívocas que certos agentes foram, em determinados períodos remotos, instrumentos mais potentes de mudança na superfície inteira da Terra do que são hoje, há de ser mais coerente com a cautela filosófica presumir que, após um intervalo de inquietude, eles recuperaram seu prístino vigor do que considerá-los exauridos.

Como já dissemos antes, Lyell não nega as diferenças históricas dos fenômenos. Mas, para um uniformitarista, os dados históricos não são prioridades de investigação. O importante era, a partir desses dados, identificar a uniformidade que permeava a história da Terra. Há, reconhece Lyell (1830, p. 7), momentos alternados de repouso e de desordem na história de nosso planeta: “de repouso, quando os animais fósseis viveram, cresceram e se multiplicaram – de desordem, quando os estratos onde acabaram enterrados transferiram-se dos mares para o interior dos continentes, e atingiram as grandes cadeias de montanhas”. Mas continua dizendo: “Não pode haver dúvida de que períodos de perturbação e repouso seguiram-se uns aos outros, sucessivamente, em todas as regiões do globo; mas pode ser igualmente verdadeiro que a energia dos movimentos subterrâneos tenha sido sempre uniforme no que tange a *toda a Terra*” (Lyell, 1830, p. 64).

Por outro lado, os defensores da seta do tempo, chamados catastrofistas (que se opunham aos uniformitaristas) defendiam a singularidade e a direcionalidade única dos fenômenos da Terra. Para eles o que importava era o estudo dos fenômenos singulares na história da Terra. Dentre os que se destacam nessa concepção estão Cuvier, D’Orbigny, Agassiz e Sedgwick. Segundo eles, os fenômenos da Terra não são constantes e nem caracterizados por ter a mesma intensidade ao longo da história. A história é permeada de grandes catástrofes de caráter único. Enormes variações no clima, no relevo, na intensidade dos fenômenos (como glaciações, vulcanismos e enchentes) afetam a dinâmica terrestre, inclusive a direcionalidade da vida. Mas não são fenômenos regularmente distribuídos no tempo.

Gould (1991, p.132), referindo-se aos catastrofistas, afirma que “todos concordam que paroxismos ocasionais foram o modo predominante das mudanças substanciais na Terra antiga”. A geologia, nesse sentido, deve preocupar-se em pesquisar os registros dessas grandes catástrofes e contar a história da Terra com base em teorias respeitadas da física e da cosmologia. O interesse maior não está nas regularidades dos fenômenos, mas na peculiaridade de cada acontecimento e nas conseqüências singulares de cada fato

geológico. Saber como funcionam os fenômenos, porque eles ocorrem ou qual é o padrão que o mesmo segue apenas auxilia o geólogo a contar melhor a história da Terra.

Para Cuvier (1817), a geologia é um caso de física particular ou história natural. Enquanto que a física geral (física e química) se preocupa em buscar as leis gerais da natureza e as leis da interação entre as moléculas elementares dos corpos, as demais ciências aplicam essas leis na análise de seus objetos particulares. Como casos particulares da física geral, essas outras ciências são consideradas ramos da primeira sendo, por isso, chamadas de física particular ou história natural. A geologia, nesse sentido, utiliza-se das leis da física e da química para explicar os fenômenos da Terra. Como veremos mais adiante, a geologia, para Cuvier, seria histórica no sentido popperiano. A história natural, segundo Cuvier, preocupa-se em explicar os fenômenos particulares. A mesma busca reconstruir fatos passados e apontar as peculiaridades de cada acontecimento; e faz isso com base nas leis da física e da química.

A geologia, na concepção de Cuvier, deveria preocupar-se com a reconstrução da história da Terra. Como seu grande interesse recaía sobre a paleontologia (principalmente de vertebrados), Cuvier tinha a geologia como uma ciência que deveria interessar-se em reconstruir o passado da Terra: como era o clima, quais foram as mudanças que ocorreram no relevo, o que determinou a extinção de certas espécies, etc.. Isso possibilitaria a reconstrução da história dos seres vivos que existiam em épocas geológicas passadas. O clima, determinado diretamente pelos fenômenos geológicos, especialmente pela forma do relevo e pela latitude, era visto como um elemento indispensável na reconstrução da história da vida na Terra. Cuvier acreditava que as diversas divisões do tempo geológico estavam separadas por súbitos cataclismos que destruíam totalmente ou em grande parte a vida sobre a Terra. Mas esta vida extinta era substituída por novas floras e novas faunas no período geológico seguinte (Adams, 1954, p.268).

No *Discours sur les révolutions de la surface du globe* (1825), Cuvier defende a idéia de que a história da vida está ligada à história da Terra. Ao contrário dos uniformitaristas, Cuvier dizia que a história da Terra não é marcada por fenômenos cíclicos, lentos e permanentes, mas é permeada por grandes catástrofes que afetam diretamente as espécies vivas. Em suas investigações nos arredores de Paris, Cuvier identificou camadas de estratos semelhantes na estrutura física e nos fósseis e camadas muito diferentes tanto na estrutura como no conteúdo fóssil. Isso significava enormes e abruptas mudanças no clima e no ambiente por causa de eventos geológicos repentinos como inundações, explosões vulcânicas e secas, o que ocasionava extinções de floras e faunas inteiras.

Mosson (1962, p.330) comenta o seguinte com relação à teoria do desenvolvimento geológico da Terra esboçada por Cuvier:

Era ele de opinião que os agentes geológicos, ora em atividade na natureza, não poderiam ser considerados, em se tratando da formação das rochas, pois não há continuidade entre as camadas de rochas, umas em relação a outras. Havia, sustentava, linhas nítidas de demarcação entre os sucessivos estratos rochosos, e cada leito pétreo continha seus restos fósseis característicos, que não se encontravam em outras partes. Assim, cada camada deveria ser o produto de um agente particular e poderoso, mas não do trabalho contínuo das forças menores.

A superfície do globo, segundo Cuvier, foi modificada várias e sucessivas vezes por catástrofes (a última delas, para ele, foi o dilúvio bíblico). Como a história da humanidade é marcada por momentos de guerra e de paz, a história da natureza também teve seus momentos de conflitos internos, suas revoluções. A história da vida foi caracterizada por períodos de relativa tranquilidade que terminaram com catástrofes possivelmente globais. Os ciclos normais de erosão, deposição, consolidação e

soerguimento não serviam adequadamente para explicar as extinções que ocorreram em épocas passadas e que ficaram registradas nas diferentes camadas de estratos nas rochas sedimentares. O interesse, para Cuvier, era recontar a história desses seres extintos ao mesmo tempo em que era recontada a história dos fenômenos geológicos particulares.

Para Cuvier as espécies são imutáveis, idéia posteriormente desacreditada pelo amadurecimento da paleontologia e da geologia, principalmente com a teoria da evolução darwiniana. A história segue uma direção única, as espécies tendem a ser substituídas por outras mais complexas, a Terra segue se resfriando a cada época que passa. Não se pode compreender o desenvolvimento geológico da Terra a partir de causas únicas, contínuas e lentas, mas pelas particularidades dos fenômenos que aconteceram durante a história da Terra.

Os catastrofistas tinham como método característico de suas investigações o literalismo empírico. A ênfase estava numa leitura direta da evidência geológica, ou minimamente interpretativa. Segundo Gould (1991, p.136), “os catastrofistas tendiam a aceitar o que viam como realidade: transições abruptas de sedimentos e fósseis indicavam mudanças rápidas de climas e faunas”. Cada período da história é único e constitui um ponto na seta do tempo; não há uniformidade nos fenômenos e uma vez extinta uma espécie, jamais ela voltará a viver. Já Lyell acreditava até mesmo no ciclo das espécies biológicas. Com relação ao homem, Lyell admite que o mesmo seja de origem recente. Mas com respeito aos vertebrados avançados em geral, Lyell diz que os mesmos já existiram em épocas remotas (das quais só foram encontrados fósseis de invertebrados), apenas não foram encontrados seus restos nos estratos mais antigos. Para ele, a vida acompanha os climas. Segundo Lyell, se as condições climáticas da época dos iguanodontes e dos

ictiossauros voltarem a se repetir, veremos novamente esses animais ressurgindo em nossas florestas e em nossos mares³. Como Lyell (1830, p. 123) diz:

Poderão então esses animais retornar, cujos resquícios preservaram-se nas rochas antigas de nossos continentes. O gigantesco iguanodonte talvez ressurja nas florestas e o ictiossauro nos mares, enquanto o pterodáctilo poderá novamente adejar por entre os umbrosos bosques de fetos arbóreos.

Para nós, o interessante no fato de analisar as idéias distintas entre uniformitaristas e catastrofistas é a diferenciação que identificamos com relação aos objetivos de cada uma das correntes de pensamento. Apesar dos exageros e dos erros de cada uma delas, também se faz presente o rigorismo científico que ambas faziam questão de demonstrar. Seus pontos de vista eram diferentes – uniformitaristas vendo a Terra como um todo; catastrofistas analisando fenômenos particulares. O uniformitarismo erra por não considerar importantes os fenômenos particulares de nosso planeta e sua influência no curso da história. O catastrofismo erra por não admitir regularidade e ciclicidade com relação a certos fenômenos e por considerar apenas mudanças bruscas na história da Terra e mesmo direcionalidades determinadas como o resfriamento contínuo do globo.

Gould (1991, p.135) contrapõe as duas correntes de pensamento da seguinte forma:

O embate entre eles opunha uma visão direcional da história como um vetor que provoca climas mais frios e vidas mais complexas, e era impelido por catástrofes ocasionais, contra a concepção lyelliana de um mundo em constante movimento, mas sempre com

³ Com certeza (e essa posição também é defendida por Gould) essa é a parte mais polêmica do *Principles of geology*. Porém, não é por causa dessas idéias de Lyell que vamos desconsiderar toda a importância e a influência que o mesmo tem dentro da história da geologia. A idéia do ciclo dos elementos do mundo (inclusive da vida) é aqui apresentada para reforçar a concepção uniformitarista de Lyell.

a mesma substância e estado, alterando-se pouco a pouco numa vagarosíssima dança que não leva a parte alguma.

Para Gould, nosso entendimento moderno de geologia não vem só de um ou só de outro (uniformitarismo e catastrofismo). Os conhecimentos se misturam e o progresso da geologia se dá com a superação de certas visões errôneas e a conservação e atualização das idéias de ambas as partes que até hoje são consideradas válidas. Novas tecnologias surgem para testar as teorias que são formuladas no campo das ciências da Terra. Ciclos e particularidades nos fenômenos são considerados. Segundo Gould (1991, p.178), “a seta e o ciclo do tempo, ambos, captam aspectos importantes da realidade”.

Assim se deu o conflito inicial de interesses entre os estudiosos da geologia. Alguns preocupados em estabelecer os padrões gerais do funcionamento dos eventos geológicos e em seus ciclos; outros interessados nos eventos singulares e na história unidirecional. Ao que nos parece, porém, não há uma posição firme e segura que nos defina quais são os principais objetivos da geologia. Eles são históricos ou teóricos? Afinal, a geologia, como ciência atualmente independente e estruturada, que se ocupa com extenso e diverso campo de estudo, é uma ciência teórica ou uma ciência histórica? Como já mencionamos, ao longo de sua história, à geologia atribuiu-se diversos objetos de análise e, a partir deles, se definia a mesma como sendo predominantemente teórica ou predominantemente histórica. Frente ao mesmo problema filosófico, que critérios podemos tomar, hoje, para classificá-la como teórica ou como histórica? É o que tentaremos esclarecer nos capítulos seguintes.

II – A DISTINÇÃO ENTRE CIÊNCIA TEÓRICA E CIÊNCIA HISTÓRICA NA PERSPECTIVA POPPERIANA

Ao tentarmos classificar a geologia como ciência teórica ou como ciência histórica a partir da perspectiva popperiana, vemos que a forma de tratar essa questão, em Popper, é diferente da forma com que tratam os “clássicos” dessa ciência. Ao passo que alguns autores clássicos da geologia estabelecem a distinção entre o ciclo do tempo, em que a ordem atemporal da terra é o objeto de estudo, e a seta do tempo, onde o que interessa é a inteligibilidade de eventos distintos e irreversíveis⁴, Popper encara o problema a partir de uma outra perspectiva. Para ele, todas as ciências que não têm leis próprias e, por isso, aplicam leis de outras ciências, são casos de ciências históricas. A geologia, numa primeira perspectiva popperiana⁵, estaria voltada às explicações de eventos únicos, localizados em tempo e espaço determinados. Mas, implícita ou explicitamente, ela utiliza leis físico-

⁴ Como já mencionamos anteriormente, deter-se à análise do ciclo do tempo é fazer da geologia uma ciência predominantemente teórica. Na medida em que se estabelecem os padrões dos fenômenos geológicos, segundo os defensores do ciclo do tempo, os mesmos fenômenos voltarão a acontecer nos mesmos padrões e intensidades. As mesmas forças que destroem montanhas em um determinado local, restauram porções de terra em outros lugares. É possível, portanto, formular uma teoria geral dos movimentos da terra. A construção de uma teoria geral da terra torna desinteressante a história particular de cada evento, uma vez que tudo o que acontece é passageiro e voltará a acontecer novamente. O ciclo volta a se repetir. Os defensores da seta do tempo defendem a idéia de que a geologia é, predominantemente, histórica. Os estudos geológicos, nesse sentido, se voltam à atividade de narrar os diferentes acontecimentos que se deram ao longo da história da terra e que estão registrados nas suas formações atuais, nas rochas que se constituem e se decompõe na trajetória da seta do tempo. Portanto a história da terra é formada de eventos únicos e irrepitíveis localizados em algum ponto da linha do tempo.

⁵ A leitura das idéias de Popper, nessa primeira perspectiva, nos leva a crer que, para ele, a geologia seria um caso de ciência histórica. Na verdade, Popper não tem nenhum texto onde trata, em específico, de uma análise da geologia. Mas seus critérios de classificação de uma ciência como teórica ou histórica caracterizariam a geologia como histórica devido às questões com que a mesma se detém.

químicas em suas explicações, pois não possui leis próprias. Portanto, nessa primeira perspectiva⁶ de Popper, a geologia seria um caso de ciência histórica.

Fomos buscar em *A miséria do historicismo* (1980) uma primeira distinção que Popper estabelece entre ciência teórica e ciência histórica. A partir desse texto, vemos que Popper estabelece a distinção entre ciência teórica e ciência histórica destacando a diferença existente entre os problemas e questões com que cada uma delas se ocupa. Levando em consideração o modelo nomológico dedutivo de explicação, Popper sustenta que cada uma dessas ciências se preocupa com a análise de determinado tipo de premissa. As ciências teóricas se preocupam com as premissas gerais, com as leis utilizadas nas explicações científicas. As ciências históricas se preocupam com premissas que descrevem as condições iniciais e particulares de eventos específicos.

1 – O modelo nomológico de explicação

Para compreendermos a distinção que Popper apresenta entre ciência teórica e ciência histórica, é necessário entendermos como se deve construir, na concepção desse filósofo, uma explicação científica satisfatória. Para tanto, nos voltamos ao estudo do modelo nomológico de explicação científica, modelo utilizado por Popper, mas melhor trabalhado e divulgado por Carl Hempel.

O modelo nomológico de explicação, como a expressão já indica, (nomos = lei – tanto em sentido jurídico como em sentido científico) está vinculado à idéia de explicação a partir de leis. Segundo Hempel (1981, p.65), “explicar os fenômenos do mundo físico é um dos principais objetivos das Ciências Naturais”. Para construir explicações, utilizamos

⁶ Neste capítulo, analisaremos uma primeira posição de Popper acerca da distinção entre ciência teórica e ciência histórica. Uma segunda posição de Popper será apresentada no capítulo seguinte, quando trataremos sobre os modelos de explicação nas ciências.

métodos e modelos apropriados. No caso de Popper e Hempel, o modelo que mais se utiliza para apresentar explicações é o modelo nomológico dedutivo. Quando Hempel trata do modelo nomológico de explicação, sua ênfase recai sobre o modelo nomológico, que obedece a uma estrutura dedutiva; da mesma forma o faz Popper. Isso não quer dizer que não haja outros modelos possíveis de explicação científica (baseados na indução, por exemplo). Porém, o que queremos considerar não é o fato de utilizarmos deduções, induções, cálculo de probabilidades ou qualquer outra forma de raciocínio para construirmos nossas explicações. O que devemos levar em conta na presente discussão é o papel das leis na explicação científica.

Como já dissemos, a estrutura do modelo nomológico dedutivo proposto por Hempel é semelhante àquela utilizada por Popper, aparecendo apenas diferenças terminológicas entre elas. Esse modelo de explicação apresenta a seguinte estrutura:

$$L_1, L_2, \dots, L_r$$

$$\underline{C_1, C_2, \dots, C_k}$$

$$E$$

onde:

L_1, L_2, \dots, L_r = leis atuantes no fenômeno a ser explicado;

C_1, C_2, \dots, C_k = dados ou condições iniciais específicas do fenômeno;

E = enunciado que descreve o fato que se quer explicar.

As premissas que correspondem à relação das leis que determinam o processo do fenômeno, juntamente com os dados ou condições iniciais específicos, formam um conjunto de sentenças denominadas por Hempel de sentenças *explanans* (na terminologia de Popper, *explicans*). A conclusão, que se constitui na sentença que descreve o fenômeno

a ser explicado, é chamada por Hempel de sentença *explanandum* (na terminologia de Popper, *explicandum*).

Não há explicações levando-se em conta somente leis gerais⁷; nem tampouco as há se apenas considerarmos os fatos particulares. É preciso considerar leis gerais e fatos particulares num conjunto de premissas combinadas em uma estrutura explicativa para chegarmos a sentenças conclusivas. Como diz Klimovski (1994, p.250),

... podemos conhecer todas as leis físicas e astronômicas, mas se não sabemos que existem o sol e os planetas, como são suas órbitas, suas massas e suas distâncias mútuas, não é possível deduzir a ocorrência de um eclipse em um determinado momento. Por outro lado, mesmo que conheçamos esses dados, se não dispomos de um elenco de tais leis, tampouco será possível realizar a dedução. Esta combinação de informações fáticas e de um certo marco teórico adequado ao tipo de fenômeno que se deseja explicar é essencial para que possamos falar de uma explicação nomológico dedutiva.

Normalmente, o termo “lei” é utilizado com o significado atribuído por Hempel. Segundo ele (1984, p.422), “por lei geral, entenderemos aqui uma afirmação de forma condicional e universal capaz de ser confirmada ou infirmada por meio de adequadas descobertas empíricas”. Definir uma afirmação como lei, na concepção de Hempel, significa que a afirmação em causa é, de fato, bem confirmada pelas provas relevantes que dispomos. Assim, ao constataremos regularidades, sob certas condições específicas, estamos autorizados a afirmar que é necessário que tal fato aconteça. Diga-se “necessário”, pois não afirmamos que tal fato ocorra de forma contingente ou casual, mas, com base nos dados antecedentes ao fenômeno, não admitimos outro resultado senão aquele. Como resultado da constatação de regularidades bem confirmadas (corroboradas, nos termos de Popper), temos

os enunciados “legaliformes”. Tais enunciados são caracterizados com quantificadores iniciais como: “todos”, “qualquer”, “sempre”, etc. As leis, nesse sentido, são afirmações, dentro de certo domínio, que não admitem exceções. Por isso, para Popper e Hempel, as leis constituem-se nos “princípios” de uma teoria científica, e combinadas com os dados particulares, possibilitam a construção de explicações científicas.

Para Hempel, é necessário, porém, não confundir leis autênticas com generalizações acidentais. Nem todo enunciado que possui forma universal é uma lei. Temos exemplos de lei quando afirmamos o seguinte: “sempre que a temperatura de um gás aumentar, ficando constante a sua pressão, o seu volume aumentará; sempre que se dissolver um sólido num líquido, subirá o ponto de ebulição desse líquido; sempre que um raio de luz se refletir numa superfície plana, o ângulo de reflexão será igual ao ângulo de incidência” (Hempel, 1981, p.73). Mas, no caso da afirmação “Todas as rochas nesta caixa contêm ferro”, temos uma afirmação universal, entretanto, não temos um enunciado legaliforme. Segundo Hempel (1981, p.74), em relação a esta afirmação, “mesmo sendo verdadeira, não seria considerada como uma lei e sim como uma asserção de algo que acontece ‘ser o caso’, como uma ‘generalização acidental’”.

A solução que Hempel apresenta a esse problema recorre ao que Goodman entende por condicionais contrafatuais. É o caso de afirmações como ‘Se esta vela de parafina tivesse sido colocada em uma chaleira com água fervendo, ela teria derretido’. Temos, então: “‘Se *A* fosse (tivesse sido) o caso, então *B* seria (teria sido) o caso’, onde de fato *A* não é (não foi) o caso” (Hempel, 1981, p.75). A afirmação sobre a vela de parafina é sustentada pela lei de que a parafina é líquida acima de 60 graus centígrados (considerando também o fato de que a água ferve a 100 graus centígrados). Porém não existe nenhuma lei que diga que se uma rocha fosse colocada nesta caixa, conteria ferro. A afirmação ‘Todas as rochas nesta caixa contêm ferro’ não sustenta condicionais contrafatuais. E Hempel

⁷ É necessário deixar claro que, nesse trabalho, delimitamos nosso discurso dentro da física newtoniana. Portanto, conceitos e noções de lei, gravidade, espaço e tempo são compreendidos, aqui, de forma tradicional.

(1981, p. 74) ainda menciona que “uma lei, ao contrário de uma generalização acidental verdadeira, pode sustentar condicionais subjuntivos, isto é, sentenças do tipo ‘Se *A* vier a acontecer, também acontecerá *B*’”. É o caso da afirmação ‘Se esta vela de parafina vier a ser colocada em água fervendo ela derreterá’, mas não é o caso da afirmação ‘Se esta rocha vier a ser colocada na caixa, ela conterá ferro’.

Por último, Hempel diz que uma lei pode servir de base para uma explicação científica; uma generalização acidental não serve a esse propósito. Através do modelo nomológico de explicação, podemos explicar por que todas as velas de parafina derretem ao serem colocadas em água fervente. Consideramos as condições particulares (água fervendo e a vela de parafina, por exemplo) e leis como a de que a parafina funde quando submetida a temperaturas maiores que 60 graus centígrados. Já no caso das rochas na caixa, apenas temos uma relação finita de casos de rochas contendo ferro. A generalização em relação à parafina se estende a casos infinitos, ao passo que a generalização em relação às rochas se restringe às rochas que estão na caixa e a nenhuma outra mais, desconsiderando, até mesmo, rochas que já estiveram na caixa e aquelas que possivelmente venham a ser inseridas nela. Portanto, tal afirmação não entra no esquema de explicações nomológicas.

Em nosso trabalho, porém, consideraremos “lei natural” do ponto de vista de Popper. Ele (1975, p.291) expressa seu entendimento de “lei natural” da seguinte forma: “considero ser útil e fecundo considerar as leis naturais como sendo enunciados sintéticos e estritamente universais (‘enunciados totais’)”⁸. Popper continua dizendo que enunciados desse tipo podem ser colocados da seguinte forma: “‘para todos os lugares do espaço e do tempo (ou todas as regiões do espaço e do tempo) é verdade que...’”. Ao contrário, os

⁸ Essa característica nos permite dizer que enunciados estritamente universais como “todos os triângulos têm três ângulos” ou “todos os corpos são extensos” não são leis. São enunciados analíticos, não separam sujeito de predicado (Kant, 2001, p. 50-51). Sabemos a priori que um corpo é extenso independentemente da experiência. Já os enunciados sintéticos suscitam a experiência para efetivar a síntese do predicado com o sujeito. O predicado não está contido no conceito do sujeito, como é o caso da afirmação “toda partícula no universo atrai outras partículas com força diretamente proporcional ao produto de suas massas, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas”.

enunciados que se relacionam apenas com certas regiões finitas do espaço e do tempo chamamo-os enunciados ‘específicos’ ou ‘singulares’”. Uma lei universal, nesse sentido, é válida para todos os pontos do espaço e do tempo e aplicável a todos os objetos existentes. Perceber uma lei universal é perceber que há correlações constantes entre variáveis, mas em si mesmas invariáveis (como veremos mais adiante com Simpson). No caso da lei da gravidade⁹, vemos que a relação entre dois objetos, entre suas massas e o quadrado de suas distâncias não muda. É essa relação que nos permite descobrir a intensidade da força gravitacional que atua entre esses corpos. Mudam os valores em cada caso, mas a relação entre esses valores permanece. A lei da gravidade, bem como outras leis que entram no esquema de Popper, são válidas para todos os objetos situados em qualquer lugar do tempo e do espaço. Hempel parece considerar casos particulares ou “enunciados específicos”, como sendo leis universais. Quando ele considera como sendo lei a afirmação “toda vela de parafina derrete ao ser submetida a temperaturas superiores a 60 graus centígrados”, o mesmo está se referindo a um caso específico de uma autêntica lei universal. Tal lei poderia ter o seguinte enunciado: “todo corpo, com constituição ‘x’ (da qual a parafina é um caso), derrete quando submetido a temperaturas maiores que 60 graus centígrados”.

Vendo esse problema do ponto de vista prático, podemos considerar como “lei” certos casos que Popper consideraria apenas como um exemplo da lei autêntica. De fato, ele mesmo considera-os como tal em casos de explicações nomológico dedutivas. “A água pura congela a zero grau”, “a vela de parafina derrete quando submetida a temperaturas acima de 60 graus centígrados”, “o papel queima ao ser submetido ao fogo”, “o tornassol torna-se vermelho em meio ácido e azul em meio alcalino” são casos particulares de leis físico-químicas que expressam regularidades universais. E tais casos servem de marco teórico numa explicação científica. Na prática, não é necessário recorrer a uma formulação teórica do tipo “todo líquido composto por tais e tais elementos, com densidade ‘x’, congela

⁹ $F = \frac{M' \times M''}{D^2}$

ao ser submetido a uma temperatura ‘y’ para dar a entender que a água pura congela a zero grau. A partir de regularidades desse tipo e de condições iniciais específicas, é que construímos explicações científicas (tanto a partir do pensamento de Popper como a partir do pensamento de Hempel).

Numa explicação científica, levamos em conta dois grupos de informações: um grupo que considera uma série de afirmações que descrevem as condições iniciais em certo tempo e espaço; e outro grupo que considera uma série de afirmações universais bem confirmadas por comprovação empírica e que, na concepção de Hempel, referem-se às leis universais. O primeiro grupo (1) descreve as condições determinantes na ocorrência do fenômeno. O segundo grupo (2) contém as leis gerais nas quais nos baseamos para explicar o evento. Consideremos o seguinte exemplo de Hempel (1984, p.423):

Suponhamos que o evento que se pretende explicar é a ruptura do radiador de um automóvel numa noite fria. As frases do grupo (1) podem afirmar as seguintes condições iniciais e condições limite: o carro ficou na rua toda a noite. O radiador, de ferro, estava completamente cheio de água e tinha a tampa bem fechada e aparafusada. Durante a noite, a temperatura baixou de 39° F à tardinha para 25° F na manhã seguinte; a pressão atmosférica manteve-se normal. A pressão de ruptura do material de que o radiador é feito é tal e tal. O grupo (2) haveria de conter leis empíricas como as que se seguem: À pressão atmosférica normal, a água gela abaixo de 32° F. Abaixo de 39,2° F, a pressão de uma massa de água aumenta à medida que a temperatura desce, se o volume se mantiver constante, ou se diminuir; quando a água gela, a pressão eleva-se de novo. Finalmente, terá este grupo de incluir uma lei quantitativa relativa à mudança de pressão da água como sendo ela uma função da sua temperatura e volume.

Considerando esses dois grupos de informações, segundo Hempel, é possível chegar logicamente à conclusão de por que o radiador rebentou durante a noite. Nesse exemplo, encontramos explícita a estrutura da explicação científica. Temos um conjunto de informações particulares relativas ao fenômeno e temos um elenco de leis que determinaram a sucessão dos eventos que acarretaram no resultado final. Porém, nem sempre temos as leis explícitas em nossos dados. Elas podem estar subentendidas em nossa explicação. É o caso, por exemplo, da afirmação ‘A lama na calçada permaneceu líquida durante a geada porque foi salpicada’. Esse exemplo, que é do próprio Hempel (1981, p.71), é um exemplo de explicação onde não temos explicitamente nenhuma lei. Mas pressupomos a lei de que o ponto de solidificação da água é mais baixo quando há sal dissolvido nela.

Outra questão que deve ser considerada quando analisamos o papel das leis na atividade científica é a distinção entre explicação e predição. Quando queremos explicar um fato, sabemos que o mesmo já ocorreu. Da mesma forma, sabemos que o enunciado que descreve o fenômeno ocorrido é verdadeiro por comprovação empírica, pois o fato ocorreu e não há como negar isso. Partindo desses pressupostos, Klimovski (1994, p.246) dá a seguinte definição para a explicação científica: “A explicação científica é aquela por meio da qual se tenta, ante um enunciado verdadeiro, dar razões que levaram à ocorrência do fato descrito por esse enunciado”. E diz mais em relação à explicação: “se fará utilizando leis e dados, mas, se se quer explicar o fato descrito pelo enunciado, o fato *tem de haver ocorrido*: o enunciado deve ser verdadeiro” (Klimovski, 1994, p.246).

As explicações são dadas acerca de fatos ou estados de coisas e não de coisas simplesmente, segundo Klimovski. Não há como explicar “o azul”, ou explicar “a ametista”. Há, sim, como explicar por que uma das cores do espectro é azul e como a ametista é formada. Devemos ter cuidado, diz Klimovski, quando nos deparamos, por exemplo, com perguntas como as que os filhos fazem aos pais, querendo que o pai explique o arco-íris. Na realidade, o que o filho pergunta ao pai é por que acontece esse fenômeno

tão curioso. O pai então recorrerá às leis da óptica e às razões circunstanciais como a presença de gotas de água na atmosfera e a posição do observador para dar a entender a seu filho “o arco-íris”.

Quanto às predições, às fazemos sem considerar se o enunciado é verdadeiro. Mas, segundo Klimovski, elas nos oferecem elementos pelos quais somos levados a esperar que as coisas aconteçam assim como foi previsto. Um enunciado que expressa uma predição ou previsão não é caracterizado como sendo um enunciado corroborado. A corroboração acontecerá somente com a observação do fenômeno previsto.

Para Klimovski (1994, p. 255), “diríamos que a explicação consiste nas premissas que utilizamos para entender por que o fato ocorreu, enquanto que a predição parece estar ligada ao enunciado que se deduz das premissas”. Para explicarmos um fato, na linguagem de Hempel, partiríamos do *explanandum* (sentença que queremos explicar) para chegarmos às sentenças *explanans*; temos o fato e vamos em busca das causas. No caso de uma predição, partimos das sentenças *explanans* para chegarmos à sentença *explanandum*; temos as condições iniciais e prevemos o resultado.

Klimovski (1994, p. 256) alerta para a necessidade de se ter um marco teórico e um conhecimento prévio de certos dados para que tenhamos fundamento científico em nossas previsões:

Mas é importante insistir que fazer uma afirmação sobre o que não conhecemos, sobre o que vai acontecer no futuro ou o que pode ter acontecido no passado, só se poderá denominar “predição” em sentido epistemológico se for possível utilizar a conexão dedutiva entre conhecimentos que já se possui e aquele que se deseja obter.

Não existindo conhecimento prévio acerca de dados e leis determinantes à nossa predição, estaríamos perante uma afirmação acerca do futuro, sem base científica, o que

caracterizaria o que Popper chamaria de “profecia”¹⁰. Sob esse ponto de vista, profecia é toda a afirmação acerca do futuro que não está ligada a uma dedução que considera leis gerais bem fundamentadas e dados particulares relevantes. É diferente, por exemplo, predizer, a partir de leis do movimento celeste, um eclipse lunar e “predizer” que a lua explodirá daqui a dez anos. A previsão do eclipse está baseada em nosso estado atual de conhecimento, nas teorias científicas suficientemente corroboradas; isso não acontece com a previsão de uma explosão lunar (que causaria a extinção de nosso satélite natural) para daqui a dez anos. Antever um eclipse é uma legítima previsão, mas antever um desastre natural como a explosão da lua, com base nos conhecimentos atuais, é fazer profecia. Profetiza-se sobre o futuro, mas sem se estabelecer bases no conhecimento científico admitido. Nas palavras de Klimovski (1994, p. 256), “na prática científica é indispensável renunciar às profecias e realizar predições por meio de teorias e leis”.

¹⁰ Popper estabelece essa distinção nas obras *A miséria do historicismo*, *A sociedade aberta e seus inimigos* e na conferência “Previsão e profecia nas Ciências Sociais” publicada em *Conjecturas e refutações*. A grande crítica recai sobre os filósofos e sociólogos ditos “historicistas” que tentam estabelecer leis da história e, a partir delas, fazer previsões que antecipam o futuro de uma sociedade. Segundo Popper, tais leis da história não existem e, portanto, não é possível prever os rumos históricos de nenhuma sociedade. Mesmo sabendo que ao longo da história existiram impérios que funcionavam como principais centros do controle mundial, como foi Roma ou como é (já duvidosamente falando) os Estados Unidos, não há como prever se haverá outro desses centros, quando o mesmo surgirá e onde será. Diferentemente, para Popper, é prever uma inflação com base no atual estado das finanças de certo país. Essa previsão parte de certas leis monetárias e de certas condições presentes na economia desse país. Portanto, essa previsão seria uma legítima previsão científica. Não discutiremos se existem ou não leis desse tipo; consideraremos, aqui, somente leis naturais. É interessante observar que Popper defende a idéia de que, tanto as ciências naturais como as ciências sociais, se valem do mesmo modelo de explicação científica, ou seja, do modelo nomológico de explicação. Portanto, na concepção de Popper, assim como temos leis nas ciências naturais, também as temos nas ciências sociais. Mas, como diz Caponi (1995, p.135), “em nenhum momento Popper tenta mostrar-nos como é que esse ‘modelo nomológico dedutivo de explicação’ ou esse ‘método hipotético’ funciona o poderia funcionar em alguma dessas putativas ciências humanas”. Com exceção, continua Caponi (1995, p.135), de “certas vagas e insuficientes alusões ao uso de modelos em economia”, como expomos acima.

2 – Popper e a distinção entre ciência teórica e ciência histórica

Chegamos ao ponto em que já temos condições de apresentar a diferenciação que Popper faz entre ciência teórica e ciência histórica. O fato de apresentarmos primeiramente o modelo nomológico de explicação justifica-se pela idéia de que a diferença que aparece entre ciência teórica e ciência histórica, na concepção de Popper, surge a partir do interesse que cada uma delas apresenta em relação aos diferentes componentes da estrutura desse tipo de explicação científica. O que queremos dizer é que, enquanto uma se preocupa com as leis universais, mencionadas ou pressupostas na explicação, a outra lança sua atenção nos fatos particulares referentes ao fenômeno que se está analisando.

Karl Popper estabelece a diferença entre ciência teórica e ciência histórica apontando os diferentes focos de atenção de cada uma delas, mostrando qual é o objeto de estudo particular das mesmas¹¹. Segundo Popper (1980, p.112), “enquanto as ciências teóricas se interessam principalmente por descobrir e submeter a teste leis universais, as ciências históricas admitem todas as espécies de leis históricas e se interessam principalmente por descobrir e submeter a teste enunciados singulares”. A partir disso, notamos que o foco de atenção de cada uma dessas ciências, em relação à estrutura da explicação científica, está voltado para uma das premissas que compõem o *explicans* (ou *explanans*). A ciência teórica tem seu objeto de análise nas premissas que se referem às leis determinantes no fenômeno; a ciência histórica tem seu objetivo voltado à análise dos fatos particulares, às condições iniciais específicas daquele fenômeno.

¹¹ A distinção entre ciência teórica e ciência histórica é apresentada por Popper como parte da base argumentativa que esse filósofo constrói para justificar sua posição em relação à idéia da não existência de leis nas ciências históricas. Essa crítica, como já dissemos em nota anterior, recai sobre os chamados “historicistas” que defendem a possibilidade de se estabelecer leis da história e, a partir delas, prever o futuro das sociedades. Ao definir “historicismo”, Popper (1980, p.6) diz entender ser “uma forma de abordar as Ciências Sociais que lhes atribui, como principal objetivo, o fazer predição histórica, admitindo que esse objetivo será atingível pela descoberta dos ‘ritmos’ ou dos ‘padrões’ das ‘leis’ ou das ‘tendências’ subjacentes à evolução da Histórica. Segundo Popper, a função e a possibilidade de se estabelecer leis gerais só podem ser atribuídas às ciências teóricas.

Ao traçar comentários sobre essa idéia de Popper, Caponi (1995, p.136) diz que...

...segundo sua perspectiva, umas ou outras (quer dizer: ciências teóricas e históricas) teriam como objetivo comum a construção e avaliação de explicações nomológico-dedutivas dos fenômenos. Mas, enquanto as ciências teóricas se demorariam mais no estabelecimento e na contrastação dos enunciados legaliformes que compõem tais explicações; as ciências históricas estariam orientadas à descrição pormenorizada e particularizada tanto do próprio fato a ser explicado (explanandum) como das causas que (mediante leis, claro) haviam conduzido até ele (quer dizer: as condições iniciais que, junto como os enunciados legaliformes ou nomológicos, comporiam o explanans de uma explicação).

Também é importante considerar o que diz o próprio Popper (1980, p.112) em relação à diferença do foco de atenção presente em cada uma das ciências em questão:

...dado um particular ‘explicandum’ – um acontecimento singular –, as Ciências Históricas põem-se à busca de condições iniciais singulares que (associadas a toda espécie de leis universais, talvez de reduzido interesse) expliquem o ‘explicandum’. Ou submetem a *teste* determinada hipótese, usando-a em combinação com outros enunciados singulares, como condição inicial e deduzindo dessas condições iniciais (outra vez com o auxílio de todas as leis universais de reduzido interesse) uma nova ‘prognose’, capaz de descrever um evento ocorrido em passado remoto e suscetível de ver-se confrontado com a evidência empírica – talvez documentos, inscrições, etc..

A grande diferença está, portanto, naquilo que o teórico e naquilo que o historiador consideram como problemático, como importante e primário em suas análises. Diferem-se nos problemas e nas questões que os mesmos se propõem. “(...) a História se caracteriza por seu interesse pelos eventos reais, singulares ou específicos e não pelas generalizações ou leis. (...) Nas ciências teóricas, as explicações causais são, via de regra, meios para um fim diferente – submeter a teste teorias universais” (Popper, 1980, pp.112-113).

Para encontrar e testar leis universais, o teórico, segundo Popper (1975), utiliza-se de outras leis dos mais diversos tipos, muitas vezes inconscientemente, e de fatos particulares tendo nisso a base teórica para a descoberta e análise de novas leis. O historiador se detém na descrição de estados de coisas; descreve objetos e situações localizados em certas regiões espaço-temporais finitas, específicas. Numa explicação científica é necessário que se teste ou se verifique a exatidão ou adequação das condições iniciais específicas do fenômeno em questão. O historiador, que seria o interessado nessa análise, precisa considerar, além de outras condições específicas que foram determinantes no surgimento dessas últimas condições (poderíamos chamá-las de “causas das causas”), as leis universais que atuaram diretamente nesse fenômeno. Mesmo que esse historiador não esteja, momentaneamente, cômico de que esteja usando tais leis. Existe, portanto, uma necessidade, em ambos os lados (do teórico e do historiador) de considerar outros dados, além daqueles de seu interesse específico, para que se alcance a solução do problema proposto. Teórico e historiador consideram leis e condições iniciais específicas nas suas explicações. A diferença está “entre seus vários interesses, ou problemas; entre o que cada qual considera como problemático” (Popper, 1975, p.326) ou, como poderíamos acrescentar, naquilo que cada qual considera prioritário no seu estudo, no peso que teórico e historiador atribuem às leis e aos dados particulares do evento em questão.

Popper (1975, p.326) propõe um esquema lógico para clarificar a prioridade atribuída em relação a um ou a outro – leis universais e fatos particulares ou condições iniciais - num suposto teste corroborativo. O primeiro sistema apresentado é o seguinte:

U_0	U_0	$U_0\dots$
U_1	U_2	$U_3\dots$
I_1	I_2	$I_3\dots$
—	—	—
P_1	P_2	$P_3\dots$

Nele notamos que o que está sob exame é a lei universal U_0 que é mantida constante através de todos os testes. Para testá-la, utiliza-se várias outras leis (U_1, U_2, \dots) juntamente com diferentes condições iniciais específicas (I_1, I_2, \dots) que vão gerar diferentes predições (P_1, P_2, \dots). Esse sistema é, segundo Popper, aquele seguido pelo teórico que tem sua preocupação voltada à descoberta e aos testes em relação às leis universais.

O segundo esquema, agora aquele que, na concepção de Popper, é o sistema seguido pelo historiador, é o seguinte:

U_1	U_2	$U_3\dots$
I_1	I_2	$I_3\dots$
I_0	I_0	$I_0\dots$
—	—	—
P_1	P_2	$P_3\dots$

Nesse esquema, I_0 é a hipótese histórica, a descrição histórica que está sendo testada. A mesma é mantida constante em todas as combinações, em todos os testes. Mudam-se as leis (U_1, U_2, \dots) e as condições iniciais (I_1, I_2, \dots) que, sabemos, acompanham aquela que está sendo testada e já estão bem corroboradas para servir-nos de base para o presente teste corroborativo. Essas combinações vão gerar diferentes predições (P_1, P_2, \dots).

Popper aponta a diferença existente entre dois tipos de hipóteses explicativas: um grupo de hipóteses estaria voltado a explicar leis universais; o outro grupo estaria voltado a explicar ou descrever situações particulares e são chamadas por Popper de “hipóteses históricas”. Diz Popper que, mesmo sendo as leis universais da natureza consideradas todas como hipóteses, devemos ter presente o fato de que nem todas as hipóteses são leis. No caso das hipóteses históricas, vemos que se referem a enunciados singulares – não universais, a respeito de eventos individuais ou ligados a grupos específicos de eventos (1980, p.84). Seria o caso da hipótese evolutiva, explicação presente nas ciências biológicas e paleontológicas. Essa hipótese explicativa apresenta a idéia de que os seres vivos têm uma ancestralidade comum e que acabou gerando toda a diversidade de vida a partir de sua evolução. Mas tal hipótese não tem o *status* de uma lei universal; é antes um enunciado histórico singular, único e irrepetível.

Para Popper, as ciências históricas, definitivamente, não possuem leis próprias. Qualquer processo histórico é singular e irrepetível. Podemos dizer que as leis estão presentes ao longo dos processos históricos, mas não são propriamente leis históricas. São leis universais que atuam ao nível de indivíduos, situações ou eventos específicos. Nesse sentido, a geologia, a fisiologia, a embriologia são ciências históricas, pois aplicam leis de outras ciências, uma vez que não possuem leis próprias.

Popper (1980, p90) também nos chama a atenção quanto a confusão que muitas vezes se faz ao se ter lei e tendência como sendo a mesma coisa. “É importante frisar que

leis e tendências são coisas radicalmente diversas”. Dizer, por exemplo, que, dadas as atuais condições ambientais, a tendência é de que as borboletas brancas desapareçam, não quer dizer que necessariamente as mesmas irão desaparecer. Mas se afirmarmos que, devido às condições de temperatura e pressão do ambiente, ao amanhecer a água do lago estará congelada, estamos fazendo uma afirmação embasada em leis; não estamos apontando tendências¹². Sendo assim, apontar tendências em relação a desenvolvimentos históricos seria aceitável, ao passo que apontar direções históricas dizendo-se estar baseado em leis seria um equívoco. “Um enunciado em que se afirma a existência de uma tendência, em certo local em determinado momento, é um enunciado histórico singular, não uma lei universal” (Popper, 1980, p.90).

Ainda em relação às tendências, segundo Popper, as mesmas não devem servir de base firme para previsões científicas, pois as mesmas não têm o rigorismo das previsões por leis. Elas podem apontar, no máximo, possibilidades de o fato vir a acontecer. Mas, em algumas ciências, as tendências aparecem como sendo as únicas bases científicas que sustentam teorias gerais. É o caso, por exemplo, de tendências gerais na evolução. Não temos “leis da evolução”, mas temos tendências em relação ao maior ou menor desenvolvimento de uma determinada espécie em comparação a outra. Isso pode-se afirmar com base na constatação de certas regularidades (particulares). Assim, quando dizemos que um organismo melhor adaptado ao ambiente tem melhores condições ou maiores chances de sobrevivência do que um organismo menos adaptado, não estamos afirmando nada com o *status* de “lei geral”, mas estamos apontando uma idéia que nos aparece como uma

¹² Em relação aos exemplos apresentados, Popper diria que se fizéssemos antecipações em relação ao futuro das borboletas (no sentido de estabelecermos afirmações do tipo “A proporção de borboletas, para o próximo verão, será de 10 pretas para 1 branca”) seria um caso de profecia, pois estaríamos fazendo afirmações sem base em leis gerais. Aceitável seria uma afirmação nesse sentido, mas que tivesse o caráter de uma afirmação baseada numa *regularidade* presente na teoria da evolução e que apontasse uma *tendência* em relação à proporção futura para as borboletas brancas e pretas. Porém, tomando o exemplo da antecipação da solidificação da água no lago (naquelas condições ambientais), a mesma está baseada em *leis gerais* bem corroboradas, portanto aparece como uma legítima previsão científica.

regularidade particular, como uma tendência geral, que nos permite manifestar enunciados desse tipo¹³.

Narrar a história de um evento singular, para Popper, é resgatar toda a explicação causal desse acontecimento; as causas do mesmo são, como ele, singulares. “E isso está inteiramente de acordo com a concepção popular segundo a qual explicar causalmente uma coisa é explicar como e por que ocorreu, ou seja, contar-lhe a ‘história’” (Popper, 1980, pp. 112-113). O fato de reconstruirmos os acontecimentos de um dado evento não implica na necessidade de fazermos menção às leis universais que estão subjacentes ao mesmo. Popper (1980, pp. 91-92) exemplifica tal afirmação dizendo que explicamos a queda de uma maçã da árvore onde estava ao explicitarmos as condições iniciais que desencadearam o processo de queda e a queda propriamente dita. Listamos, então, as características particulares da maçã (peso, volume,...), a pressão do vento sobre a maçã no momento imediatamente anterior à queda, o movimento dos galhos, a tensão que se observa no talo que prende a maçã à árvore, etc. Tudo isso nos ajuda a contar a “história” da queda da maçã. Mas, na atividade de contar a “história” da queda da maçã, não nos interessamos em explicitar cada uma das leis universais que agem sobre o evento, uma vez que damos essas leis (que explicam a gravidade, a pressão, o movimento, a tensão, os processos químicos envolvidos) como pressupostas em nosso relato.

Para as ciências teóricas caberia o papel de estudar exatamente aquilo que, na natureza, aparece como subjacente aos eventos e que seria imutável no espaço e no tempo. Nesse sentido as leis seriam o alvo do estudo das ciências teóricas. Um dos objetivos das ciências teóricas seria o de corroborar leis gerais. Podemos mudar os indivíduos que estão

¹³ É importante observar que, para Popper, poderíamos fazer previsões acerca dos ciclos vitais dos organismos na medida em que consideramos os sistemas biológicos como estáticos, como casos de sistemas cíclicos, recorrentes, repetitivos, mas sem considerar as possíveis mutações que possam vir a acontecer. “O ciclo vital dos organismos constitui parte de uma cadeia de eventos biológicos semi-estacionária, ou que progride muito lentamente. A previsão científica a respeito dos ciclos vitais dos organismos pode ser feita na medida em que deixamos de levar em conta essas alterações evolucionárias – isto é, na medida em que consideramos o sistema biológico em questão como estático” (Popper, 1982, p.370).

sob a ação de pressão, gravidade, reações químicas, etc. Mudamos a maçã que cai, mas os princípios gerais, as leis que atuam no evento em questão não mudam, mesmo mudando o objeto particular. Portanto, as ciências teóricas se interessam pelo que é imutável e as ciências históricas pelo que é mutável.

Podemos notar como subentendida, no discurso de Popper, a idéia de uma interdependência entre elementos históricos e elementos teóricos. Quando ele fala que “nas ciências teóricas, as explicações causais são, via de regra, meios para um fim diferente – submeter a teste leis universais” (Popper, 1980, p.113), vemos que os eventos singulares são necessários para a concretização ou observação das leis. Elas (as leis) não se explicitariam sem objetos particulares onde pudessem ser observadas como agentes determinantes na dinâmica dos eventos. Da mesma forma, os eventos não aconteceriam sem a intervenção das leis. Como diz Caponi (2000, p.77), “as leis físico-matemáticas são parte integrante do que aqui chamamos explicação histórica”. As leis permitem definir condições de possibilidade que desencadeiam os processos “históricos” e estabelecem relações causais entre um fenômeno e outro. São as leis gerais que unem um evento ao outro, que regem a dinâmica dos eventos da natureza. Em síntese, as leis gerais dependem dos eventos particulares para se concretizarem e os eventos particulares acontecem porque são regidos pelas leis gerais. E as explicações científicas ocorrem quando unimos leis e fatos particulares.

A partir disso percebemos a importância de cada uma das ciências – teóricas e históricas – na estrutura de uma explicação científica. As explicações científicas são possíveis devido à junção das premissas gerais com as premissas específicas referentes ao fenômeno a ser explicado. E a explanação das diferentes premissas é possível por causa da dedicação específica de cada uma dessas ciências.

O modelo nomológico de explicação é a concretização dessa idéia de Popper. Para estabelecer explicações seguindo esse modelo, é necessário ter as premissas contendo as

leis gerais determinantes no fenômeno e as condições iniciais particulares a ele. Faltando uma dessas premissas, a explicação fica incompleta ou mesmo impossível. O estudo preliminar das idéias de Popper permite-nos compreender como se estabelecem explicações científicas satisfatórias na concepção desse filósofo. Também se torna clara a distinção que o mesmo faz entre ciência teórica e ciência histórica. Percebemos que cada uma delas se detém a um problema específico, se ocupa com um determinado grupo de peças que constituem a estrutura de uma explicação científica construída seguindo-se o modelo nomológico. E mais: a partir dessa base teórica que até então apresentamos, podemos posicionar a geologia, nossa ciência em questão, ou como ciência teórica ou como ciência histórica, dentro do pensamento popperiano. Essa será a questão abordada no próximo ponto de nosso trabalho.

3 – A Geologia como ciência histórica

Popper não define, em nenhum de seus textos, a geologia como sendo ciência teórica ou como sendo ciência histórica. Porém, suas idéias nos levam a crer que, para esse filósofo, a geologia seria um caso de ciência histórica. Os estudos da geologia estariam voltados aos eventos específicos, irrepetíveis, únicos e localizados em tempo e espaço definidos; não estariam voltados ao estudo ou determinação de nenhuma lei. As leis utilizadas para explicar os fenômenos geológicos seriam leis físico-químicas próprias ao estudo das ciências teóricas, a saber, a física e a química. A geologia, desprovida de leis próprias, e precisando, para elaborar suas explicações científicas, importar leis de outras ciências, seria tida como ciência histórica. Para fundamentar melhor essa conclusão, buscamos bases nas idéias de Ernest Nagel a respeito do tema e que estão em conformidade com as idéias de Popper.

Nagel (1984, p.547) remonta a Aristóteles para resgatar a fonte, o início da distinção entre ciências *nomotéticas* e ciências *idiográficas*. Nagel afirma que, para Aristóteles, a poesia, assim como a ciência teórica, é mais filosófica e de maior importância do que a história, pois a poesia é concernente com o que é geral e universal, ao passo que a história se interessa pelo que é especial e singular, ou seja, pelos fatos únicos e passageiros. Temos, então, dois diferentes tipos de ciências: a nomotética, que busca estabelecer leis gerais presentes e repetíveis no decorrer dos diferentes eventos e processos; e a idiográfica, que objetiva entender o que é único e irrepetível. As ciências nomotéticas estudam o que é universal; as ciências idiográficas se preocupam com o estudo daquilo que é singular, localizado em um período de tempo particular e numa especificação geográfica determinada.

Seria um erro, segundo Nagel, concluir que afirmações singulares não fazem parte das ciências teóricas e que questões históricas não consideram elementos universais. A idéia de uma interdependência entre ciências teóricas (nomotéticas para Nagel) e ciências históricas (idiográficas para Nagel) pressuposta nas idéias de Popper, é explícita no texto de Nagel. Para o mesmo, as leis gerais são formuladas a partir da constatação de regularidades presentes em elementos singulares, e essas assunções gerais (leis) servem para explicar ou prever alguma ocorrência particular. Da mesma forma como encontramos, na estrutura de uma explicação científica de Popper e Hempel, premissas contendo leis gerais e premissas contendo descrições particulares, nos parece que Nagel segue o mesmo método. Qualquer explicação científica, seguindo esse esquema, requer, pelo menos, uma premissa de cada tipo. A ênfase em determinada explicação científica pode estar restrita a uma explicação que interessa ou à ciência teórica ou à ciência histórica, mas para chegar à conclusão, é necessário recorrer aos dois tipos de premissas. Devido a isso, Nagel expressa a idéia de interdependência entre as duas ciências.

Ao referir-se à ciência histórica, Nagel (1984) diz que histórias raramente são meras narrações do passado; e elas nem sempre terminam suas investigações em relação a algum

grupo de eventos, mesmo quando conseguem estabelecer a ordem seqüencial em que estes eventos aconteceram. “Do contrário, histórias usualmente procuram entender e explicar os eventos registrando-os em termos de causas e conseqüências, e buscam descobrir relações de dependência causal entre alguns eventos seqüencialmente ordenados” (Nagel, 1984, p.549). Fazendo uma analogia, simples, mas que talvez venha a ilustrar um pouco mais essa idéia, podemos dizer que, se queremos explicar uma parede de tijolos, não a explicamos apenas enumerando cada um dos tijolos; devemos, sim, destacar os tijolos, mas também aquilo que une um tijolo ao outro (neste caso, o cimento) e que, unindo-os, forma o conjunto da parede. Da mesma forma seria uma explicação histórica: temos o evento histórico (a parede) que precisa ser explicado; temos os personagens e os eventos únicos (tijolos); e temos as leis ou princípios gerais¹⁴ (cimento) que unem um personagem ou um evento ao outro. Para explicar esse evento histórico é necessário considerar cada um desses elementos¹⁵.

Nagel, porém, não deixa de destacar a assimetria entre ciência teórica e ciência histórica. Disciplinas teóricas, como a física, buscam estabelecer ambas as afirmações gerais e singulares. Para esse filósofo (1984, p.549), “nenhuma ciência natural em seu conjunto ou mesmo em suas subdivisões puramente teóricas, são exclusivamente nomotéticas”. No caso dos físicos, os mesmos empregam e estabelecem afirmações de ambos os tipos. As disciplinas históricas se preocupam em estabelecer afirmações singulares sobre eventos específicos e estabelecer vínculos causais entre os mesmos. Mesmo usando leis gerais para essa atividade, “historiadores não consideram como parte de seus objetivos estabelecer tais leis” (Nagel, 1984, p.550).

¹⁴ No caso de eventos históricos sociais, seguindo as idéias de Popper, não usaríamos leis, mas tendências ou princípios gerais orientadores.

¹⁵ Talvez os tijolos de nossa analogia não sejam causa um do outro, mas os antecedentes são “condição de possibilidade” para o assentamento de seus sucessores. Na verdade o que destacamos nesse exemplo é a importância da ligação entre um elemento ao outro na medida em que estudamos o todo e não suas partes simplesmente. Não narramos meramente um evento e depois outro; mais do que isso - unimos esses elementos e estabelecemos sua ordem lógica dentro da história, sua seqüência causal.

Uma afirmação de Nagel ilustra essa idéia e nos apresenta a grande questão que nos propomos a discutir: É a geologia uma ciência teórica ou uma ciência histórica? Nagel (1984, p.550) apresenta sua posição:

A distinção entre ciência histórica e ciência teórica é convenientemente análoga com a diferença entre geologia e física (...). Um geólogo busca determinar, por exemplo, a ordem seqüencial das formações geológicas, e ele é capaz de fazer isso, em parte, por aplicar várias leis físicas em seu material de estudo; mas não é questão para o geólogo estabelecer as leis da mecânica ou da desintegração radioativa que ele emprega em sua investigação.

A partir dessa idéia, pode-se dizer que o que o geólogo busca é reconstruir o passado da Terra na medida em que resgata os acontecimentos geológicos passados que estão registrados na forma atual do nosso planeta e une esses acontecimentos numa ordem lógica, numa seqüência causal que vai resultar na “história da Terra”. Como a geologia não tem leis próprias e nem é seu objetivo estabelecer leis gerais, a mesma é considerada por Nagel como um caso de ciência histórica.

Essa idéia de Nagel está de acordo com as idéias de Popper. A geologia é uma ciência desprovida de leis próprias. Suas explicações têm bases nas leis da física e da química. E como o próprio Popper diz, as ciências históricas, como é o caso da geologia, se valem das leis universais para suas explicações, mas seu interesse está em utilizá-las para outro fim que é o de explicar e descrever eventos singulares. Nesse sentido, para Popper, a geologia seria um caso de física aplicada, na medida em que ela seria uma extensão dos estudos físicos onde as leis dessa ciência encontram uma aplicação objetiva. Os objetos ou elementos ligados à geologia funcionam como um instrumento de aplicação das leis físico-químicas.

No exemplo a seguir, Popper (1980, p.114) destaca a atividade prática de um químico que se detém numa análise de um objeto particular, utilizando, para isso, leis universais, mesmo que de forma implícita.

O químico prático, por exemplo, desejando analisar certo composto – fragmento de uma rocha, digamos – dificilmente põe em pauta uma lei universal. Em vez disso, aplica, possivelmente sem muita reflexão, algumas técnicas rotineiras que, do ponto de vista lógico, são testes de hipóteses singulares, como a de que ‘este composto contém enxofre’. O interesse do químico é principalmente de feição histórica – descrição de um conjunto de eventos específicos ou de um corpo físico individualizado.

Deter-se sobre a análise de um objeto particular, mesmo usando implícita ou explicitamente leis universais, é fazer ciência histórica. O interesse está em formular e testar hipóteses singulares (como vimos no esquema de Popper). Para tanto, mantemos constante, ao longo de nossos testes, a hipótese histórica a ser examinada e variamos as condições iniciais e as leis que estão presentes no evento ou no processo de formação do objeto em questão.

Se nosso objeto de estudo é o Cânion do Itaimbezinho (na divisa do Rio Grande do Sul com Santa Catarina), explicamos o mesmo contando a seqüência dos acontecimentos de sua história (em termos de causas e conseqüências) unindo os vários elementos atuantes na sua formação ao longo do tempo. A explicação do fenômeno desse cânion remonta à sua formação, à composição química de seus vários tipos de rochas, à ação erosiva da água, etc. A essas descrições particulares juntamos leis gerais para explicar a atual forma dos cânions que formam o Cânion do Itaimbezinho. Reduzimos nossa análise a análises físico-químicas que vão constatar que o Cânion do Itaimbezinho é resultado da ação erosiva da água que provoca enormes sulcos no solo a partir de antigas falhas geológicas daquela região.

Juntamos dados da composição química daquele solo com a ação da lei da gravidade, do atrito, pressão ou qualquer outra lei que esteja determinando o fenômeno e explicamos como a água que percorre o cânion carrega o material de seu local de origem e o deposita num novo local, transformando a paisagem da terra.

Para Popper, a geologia é uma ciência histórica, pois se preocupa com objetos particulares, com hipóteses históricas singulares e não busca formular e comprovar leis próprias. A mesma tem seu objeto de estudo particular e para explicá-lo se vale de leis da física e da química. Ela é histórica num sentido em que poderia ser histórica a embriologia, a fisiologia ou qualquer outra ciência que faça uso das leis gerais de outra ciência. A rigor, a partir das idéias de Popper, dentre as ciências naturais, somente a física e a química seriam teóricas, pois são as únicas ciências capazes de formular leis (mesmo tendo, ambas, atividades históricas junto às atividades teóricas). As demais ciências apenas aplicam-nas. Portanto, seriam unicamente históricas.

Caponi comenta a questão em discussão quando aponta a diferença que haveria, a partir de Popper, entre a física e a geologia, diferença essa que estaria presente entre uma ciência teórica e uma ciência histórica respectivamente. O que Caponi (2000, p.76) aponta é que ambos os tipos de ciência teriam como objetivo a construção de explicações nomológico-dedutivas dos fenômenos que uma e outra estudariam. Porém,...

... enquanto as ciências teóricas se demorariam mais no estabelecimento e na contrastação dos enunciados legaliformes que compõem tais explicações, as ciências históricas estariam orientadas à descrição pormenorizada e particularizada, tanto do próprio fato a ser explicado como das causas que (mediante leis, claro) haviam conduzido até ele – quer dizer, as condições iniciais que, junto com os enunciados legaliformes, comporiam o explanans de uma explicação.

Nesse sentido, continua Caponi (2000, p.76), poderíamos dizer que as ciências históricas como a geologia e a cosmologia, “poderiam ser consideradas como ciências (teóricas) aplicadas, quer dizer, como a aplicação de leis gerais ao estudo de problemas mais específicos”. Sendo assim, a geologia, nossa ciência em questão, seria um caso específico de física aplicada. A geologia, como ciência histórica, não teria leis, mas suas explicações se baseiam em leis da física. No caso do geólogo, as leis físicas servem de referência e de ferramenta indispensável para sua atividade de reconstrução de situações e processos geológicos singulares.

Mesmo como ciência histórica, a geologia permite a construção de previsões científicas, mas que Popper (1982) define como sendo previsões condicionais. Para Popper (1982, p.370), estas previsões “afirmam que determinadas alterações (por exemplo, a mudança de temperatura da água numa chaleira) serão acompanhadas por outras modificações (por exemplo, a fervura da água)”. Afirmações como ‘um enorme terremoto vai afundar a Austrália nos próximos anos’ é um caso de profecia, pois essa afirmação não está embasada em nenhuma regularidade. Mas uma afirmação como ‘o continente americano vai chocar-se com o continente asiático daqui a 1,4 milhões de anos’ poderia estar justificada se verificássemos que constantes derramamentos de lava no fundo do Oceano Atlântico estariam forçando as placas tectônicas da América em direção ao continente asiático. A partir dessas idéias podemos dizer que, caso as condições continuem como estão, o choque entre os dois continentes vai acontecer daqui a 1,4 milhões de anos. Da mesma forma podemos dizer que, observando um caso particular de um terreno erodido, se o rio continuar seu curso normal através dessa cadeia de montanhas, a erosão do terreno continuará a acontecer.

Normalmente, o que podemos apontar em geologia são tendências ou possíveis direções em relação a alguns fenômenos a partir da constatação de certas regularidades. Assim, afirmações como ‘a tendência é de que o petróleo acabe daqui a cinquenta anos’ ou ‘a América do Sul estará afastada dois metros a mais da África daqui a quinhentos anos’

seriam aceitáveis com base em regularidades registradas em relação a esses fenômenos. Tais afirmações poderiam fazer uso de leis, mas como afirmações de singularidade temporal e espacial (mesmo apontando certas regularidades), não teriam status de lei; apenas seriam vistas como tendências ou previsões condicionais.

Como a história da evolução da vida, a história da terra também não aponta nenhuma direção. Ambas tem caráter de processos históricos singulares. Nesses dois casos, fazemos constatações em relação ao acontecimento de eventos únicos e localizados em espaço e tempo definidos. Seus acontecimentos são únicos e irrepetíveis. E as explicações que fazemos em relação a esses fenômenos são explicações causais, contamos a seqüência dos acontecimentos e como um evento liga-se ao outro. E, como diz Popper (1980, p.113), “explicar causalmente uma coisa é explicar como e por que ocorreu, ou seja, contar-lhe a ‘história’”.

Popper diferencia-se dos clássicos pensadores da geologia em relação à classificação dessa ciência como sendo teórica ou histórica. Ambos concordam que ela é teórica ou histórica tendo em vista o problema com que ela se preocupa. Para Popper, a geologia, assim como outras ciências ditas “aplicadas”, não possui leis próprias. Portanto não têm a possibilidade de serem teóricas, uma vez que o critério para sê-lo é preocupar-se em formular e testar leis universais. À geologia resta ocupar-se com os fatos particulares e aplicar as leis da física e da química em suas análises. Parece que, a partir das primeiras idéias de Popper, a geologia é histórica não por opção, mas por estar restrita a certo tipo de atividade ou por ser incapaz de formular suas próprias leis.

III – IMANÊNCIA, CONFIGURAÇÃO E A QUESTÃO DOS MODELOS NA GEOLOGIA

Os argumentos que George Gaylord Simpson apresenta para estabelecer sua distinção entre ciência teórica e ciência histórica são semelhantes aos argumentos utilizados por Karl Popper e que, até agora, apresentamos. Novamente, a diferença é estabelecida a partir do tipo de questão que o cientista propõe-se a investigar e a responder. A diferença entre as idéias desses autores recai em seus critérios de demarcação entre aquilo que é geral e próprio do estudo das ciências teóricas e aquilo que é particular e próprio da investigação das ciências históricas.

As idéias de Popper que apresentamos, até o momento, distinguem ciência teórica e ciência histórica pelos seus interesses, respectivamente, em descobrir e submeter a testes leis universais e explicar acontecimentos particulares. Simpson estende o campo de atuação das ciências teóricas, dizendo que a elas interessa o estudo das propriedades, dos princípios e dos processos que, segundo ele, são imanentes e imutáveis na natureza. As ciências históricas, para Simpson, ocupam-se do estudo das configurações particulares da Terra em determinado tempo e espaço.

O objetivo de Simpson, ao distinguir ciência teórica (ou não histórica) e ciência histórica, é mostrar que a geologia, no que lhe é próprio e exclusivo, é uma ciência histórica por preocupar-se com a configuração que a Terra possui em determinado ponto da história. Essa configuração é explicada a partir do estudo dos processos físico-químicos que regem os fenômenos geológicos. Essa parte, que é própria dos estudos dos geólogos físicos,

constitui o marco teórico da geologia, vista, nesse sentido, como um ramo da física e da química.

Porém, uma segunda posição de Popper abre a possibilidade para uma nova leitura de Simpson. Nesta segunda forma de separar aquilo que é teórico daquilo que é histórico, Popper nos leva a crer que não só as leis naturais são de interesse da ciência teórica, mas também o estabelecimento e a corroboração de modelos gerais de explicação. Tais modelos fariam parte do marco teórico das ciências e, a partir deles, pode-se fundamentar explicações científicas. Tais modelos são formulados dentro das ciências particulares. Isso lhes dá a possibilidade de serem consideradas também como ciências teóricas na medida em que sua preocupação esteja voltada à descoberta e à corroboração desses princípios gerais nos quais, a partir de então, são fundamentadas as explicações dessa ciência. A partir dessas idéias, na nossa visão, a geologia seria em parte teórica, em parte histórica e essa distinção continua sendo estabelecida a partir do tipo de questão com que ela se preocupa.

1 – O imanente e o configuracional na definição do teórico e do histórico

A trajetória que nos levará à distinção entre ciência teórica e ciência histórica, a partir das idéias de Simpson, parte da distinção que o mesmo faz com relação a elementos imanentes e elementos configuracionais presentes no mundo. Trata-se, respectivamente, da separação entre aquilo que é imutável, não histórico e permanentemente presente na Terra, e aquilo que é mutável, histórico e único na constituição de nosso planeta.

A argumentação de Simpson em relação a essa problemática é iniciada a partir de um exemplo acerca de uma determinada reação química. Uma reação química, diz Simpson, implica mudanças através do tempo. Mas como reação química em si ela não é histórica. É histórica, por exemplo, a reação química estudada por Lavoisier como parte de

um de seus experimentos que visavam, justamente, comprovar a periodicidade, a partir das mesmas condições, de tal reação. A reação química, propriamente dita, pode ser estudada como se estivesse desvinculada de qualquer fator histórico; e essa reação ocorreu antes e depois do experimento de Lavoisier sem sofrer qualquer alteração. Conforme Simpson (1970, p.39), tal reação química “sempre ocorreu e sempre se repetirá sob as circunstâncias históricas apropriadas, mas como reação em si, não tem história”.

Analogamente, segundo Simpson, podemos contrastar, na geologia ou em qualquer outra ciência, aquilo que é teórico e aquilo que é histórico. No caso da geologia, Simpson (1970, p.39) diz o seguinte:

Os processos do intemperismo e da erosão são imutáveis; portanto não são históricos. O Grand Canyon ou qualquer outro barranco são únicos em qualquer momento, mesmo que, à medida que o tempo passa, estejam mudando constantemente a outra configuração única e não periódica.

Logo em seguida, Simpson (1970, p.39) aponta a diferença entre o imanente e o configuracional:

As propriedades imutáveis da matéria e da energia, bem como os processos e os princípios igualmente imutáveis que emanam daquelas, são imanentes no universo material e, por suposto, não são históricos mesmo quando ocorrem e atuam no curso da história. O estado verdadeiro do universo ou de qualquer parte dele num momento dado, ou seja, sua configuração, não é imanente, considerando que está mudando de forma constante. É contingente (...) ou configuracional (...).

A partir dessas idéias é possível caracterizar ciência teórica e ciência histórica segundo a concepção de Simpson. Para ele (1970, p.40), a ciência teórica está preocupada em encontrar e estudar aquilo que, na natureza, é imanente e imutável; a ciência histórica está preocupada com a explicação das diferentes configurações, únicas e temporais, que caracterizam a Terra e seus elementos em um determinado momento.

Quando um físico quer investigar um fenômeno não histórico e imanente, ele faz uso de objetos onde esse fenômeno se manifesta. É o caso da gravitação universal e de sua manifestação no pêndulo. O cientista que está interessado em estudar a gravitação tem no pêndulo um instrumento adequado para tal estudo. Seu propósito, porém, é o de eliminar qualquer configuração, ignorar qualquer elemento histórico que faz parte do pêndulo individual, particular, utilizado no experimento. Restará somente o fenômeno do movimento do pêndulo pela ação gravitacional. Nesse experimento particular, diz Simpson (1970, p.43), o físico “buscou uma lei imutável aplicável a todos os pêndulos e finalmente a toda a matéria, indistintamente do tempo e do lugar”.

Precisamos separar aquilo que, segundo Simpson, são generalizações ou definições descritivas e as leis autênticas. Para ele (1970, p.44), “uma lei científica é uma relação periódica, repetível, entre variáveis, mesmo que, em si mesma, invariável, considerando que os fatores que a afetam estão explícitos na lei”¹⁶. Essa definição de lei considera que todo fator determinante está presente na lei; qualquer outro fator exterior à lei e que age junto a ela não altera o resultado da mesma. A fricção do ar que age sobre um objeto em queda não invalida a ação da gravidade; é apenas uma força agindo, separadamente, no mesmo objeto. Generalizações ou definições descritivas não são leis; são generalizações acerca de um grupo finito, restrito de objetos e não se estendem a toda a matéria existente. É o caso de generalizações como “todos os pêndulos são corpos móveis suspensos de um ponto fixo”, “todos os vertebrados são animais que têm uma espinha

¹⁶ A definição de lei proposta por Simpson está de acordo com a idéia de lei proposta por Popper e que comentamos no segundo capítulo deste trabalho.

articulada”, “todos os arcósios são rochas sedimentares que contêm feldspato”, etc. No caso da generalização acerca do arcósio (como também poderia ser o caso de outros exemplos de generalização), queremos dar a entender que estamos de acordo em relação à idéia de que se uma rocha é sedimentar, tem determinadas características e que, em sua composição, se inclui o feldspato, a chamaremos de arcósio. Definimos o que seja o arcósio pelas suas características gerais. O geólogo, neste caso, está interessado em uma generalização (das propriedades e relações comuns que existem entre um arcósio e outro), mas essa generalização se refere às propriedades configuracionais e não às imanentes.

Ainda com relação a essa idéia, Simpson (1970, p.44) diz o seguinte:

Com isso não pensamos que a natureza do universo seja tal que deva existir uma relação inerente, entre as rochas sedimentares e os feldspatos, reduzível a uma constante. As leis são inerentes, isto é, imanentes na natureza das coisas como se estivessem separadas inteiramente das configurações contingentes, mesmo que sempre atuem nessas configurações.

Na história da geologia houve uma época em que um dos objetivos dos geólogos era a criação e a confirmação de leis. Um dos critérios de cientificidade e de maturidade para uma ciência era a posse de leis próprias. Leis como as do movimento de Newton e as leis da termodinâmica eram garantia de *status* elevado para as ciências. Mas apenas a química e a física pareciam ter esse privilégio (Bradley, 1970, p.25-38). De fato, leis, conforme a definição de Simpson (que está de acordo com a idéia de lei aceita por Popper), não existem na geologia. Mas pensadores como o dinamarquês Nicolaus Steno, cuja obra *Prodromus* (de 1669) marca o começo convencional da geologia moderna (Gould, 1991, p.58), buscavam formular leis geológicas que pudessem dar à geologia o status de ciência, assim como o status científico que ostentavam a química e a física.

Gilluly, Waters e Woddford (1957, p.73) resgatam e apresentam duas leis formuladas por Steno:

Lei da superposição: “Numa pilha de estratos sedimentares que não sofreu distúrbio por dobramento ou por inversão desde sua acumulação, os estratos mais recentes estão no topo e os mais antigos estão na base”.

Lei da horizontalidade original: “Os sedimentos formados na água são depositados em estratos quase horizontais e paralelos, ou quase paralelos à superfície em que estão se acumulando”.

A partir da concepção de lei que temos, vemos que essas duas situações são, na verdade, casos de generalizações particulares, especiais dentro da geologia. Não são generalizações que se possa estender a toda matéria do universo como são as leis universais. Tais enunciados podem servir como modelos gerais de explicação (como veremos mais adiante) ou serem visto como princípios gerais a partir dos quais o geólogo baseia sua explicação ou sua interpretação acerca da história de qualquer seqüência estratigráfica. Porém essas formulações teóricas não têm nem a estrutura, nem a extensão de uma lei científica.

Mas não são apenas as leis universais que compõe aquilo que, para Simpson, é imanente no universo. As propriedades da matéria como elasticidade, volatilidade, dureza, etc., bem como os processos que regem as diferentes configurações da Terra também são imanentes no universo, imutáveis e permanentemente atuantes. A nós interessa especialmente a análise dos processos geológicos que Simpson considera como imanentes na natureza. Para ele (1970, p.39), por exemplo, “os processos de intemperismo e erosão são imutáveis” não são históricos. Assim como o físico estuda a ação da gravidade através do pêndulo, o geólogo estuda a ação do intemperismo ou da erosão nos diferentes locais onde a ação dessas forças é evidente. Aquilo que é configuracional é regido pela ação

daquilo que é imanente; e o que é imanente só pode ser estudado nos fenômenos concretos, nas diferentes configurações que mudam pela ação de tais forças.

Analisemos o exemplo dos cânions brasileiros do Parque Nacional de Aparados da Serra, na divisa do Rio Grande do Sul com Santa Catarina. Os cânions são vales profundos, escavados por rios e cercados por paredes abruptas. Os cânions do Sul do Brasil se formaram a partir de rachaduras no solo derivadas dos movimentos das placas tectônicas. “No caso dos cânions do Sul, a ruptura ocorreu entre 130 e 115 milhões de anos atrás, quando a América e a África se separaram” (Gonçalves, 1998, p.25). Com o passar do tempo, pela ação da erosão dos rios da região, os vales se aprofundaram cada vez mais até chegarem à configuração em que se encontram hoje.

Se o cientista está interessado nas particularidades dos cânions do Parque Nacional de Aparados da Serra, questionando-se sobre como ele se formou, quais as condições particulares que possibilitaram sua formação, quais os rios que forneceram a água para a erosão dos vales, qual a constituição dos paredões rochosos, etc., esse cientista está se questionando sobre as configurações individuais desses cânions, está fazendo ciência histórica. Porém, se seu interesse recai sobre os padrões gerais, sobre os modelos explicativos aplicáveis a qualquer cânion, como é o caso dos padrões da ação e funcionamento da erosão e do intemperismo em geral, sua questão é teórica.

A questão da imanência dos processos geológicos é uma questão problemática no pensamento de Simpson. Para ele, a geologia não é histórica na medida em que se volta ao estudo dos processos imanentes que moldam a Terra. Estudar os padrões dos processos geológicos imanentes na natureza é fazer ciência teórica. Mas tais processos são explicados em termos físico-químicos e, nesse sentido, a geologia é um ramo da física e da química. Por outro lado, na medida em que a geologia se detém com a análise das configurações momentâneas da Terra, a mesma está lidando com questões históricas. Simpson (1970, p.41) conclui que: “Desta maneira, o estudo científico pleno das configurações geológicas é

uma ciência histórica, o *único* aspecto da geologia que lhe é peculiar, e isto é, simplesmente, geologia e não outra coisa”.

Vemos que, na concepção de Simpson, a geologia, nos termos que lhe são exclusivos, é histórica. Compiani (1990 p.285), ao tecer comentários acerca das idéias de Simpson, diz o seguinte:

O lado histórico da geologia seria, então, o tratamento da atual configuração da Terra e de todas as partes, desde o núcleo até a atmosfera. Por estar preocupada com a determinação e comprovação das séries configuracionais geológicas e suas relações, a geologia é histórica. Simpson considera o aspecto histórico como o único realmente característico da geologia.

Compiani (1990, p.286) segue dizendo que, para Simpson, o geólogo, quando estuda, por exemplo, a erosão, “usa indiscriminadamente as generalizações físicas e químicas”. A geologia, nesse sentido, sendo um ramo das ciências físico-químicas, aplica as leis dessas ciências para explicar a imanência dos processos geológicos. “Isto ocorre porque as possíveis generalizações sobre estes processos não são realizadas dentro do âmbito da Ciência geológica” (Compiani, 1990, p.286).

Porém, um fator chama a atenção quando Simpson fala da geologia como sendo um ramo da física e da química. Segundo ele, o ramo dessas ciências que estuda a Terra é a geologia; o objeto de análise desse ramo está bem especificado. A geologia, para Simpson (1970, p.40), “está obrigada a tratar das propriedades e dos processos imanentes da Terra física e seus constituintes”. A geologia não deixa de ser geologia mesmo sendo uma parte da física e da química, mas deixa de ser uma ciência independente, com conteúdo próprio, para ser um domínio de outras ciências. Simpson não menciona tal distinção, mas poderíamos, a partir de suas idéias, diferenciar geologia física de geologia histórica, como fez Laudan. Assim, estudar os elementos imanentes da Terra seria fazer geologia e física

concomitantemente; e estudar fenômenos particulares e historicamente situados seria fazer simplesmente geologia.

O que notamos é que tal distinção não resolveria o problema da separação da geologia das ciências físico-químicas. Toda explicação na geologia, tanto em relação a elementos imanentes quanto a elementos configuracionais, recorre à química e à física, (implícita ou explicitamente). Qualquer mudança que ocorre na Terra, (objeto de estudo da geologia), é uma mudança física. Sendo assim, em qualquer circunstância, a geologia seria um ramo da física e da química.

O grande problema de Simpson é o fato de ele considerar os processos geológicos como imanentes na natureza. Eles podem, sim, ser resultado de forças imanentes como a gravidade, a pressão, o calor, etc. Porém, esses processos geológicos são fenômenos que ocorrem pela ação de tais forças imanentes que agem sobre o material da Terra e sobre sua configuração, modificando-a. Em si, porém, os processos geológicos não são imanentes ou próprios da Terra, mas são resultados de forças imanentes que atuam na configuração terrestre.

Por ora deixemos as críticas a Simpson de lado e continuemos a analisar suas idéias em relação à distinção entre ciência teórica e ciência histórica. Outro fator importante nessa distinção é a forma como cada uma delas se questiona sobre seus respectivos problemas. Para Simpson (1970, p.51) é importante “saber a qual das explicações deve-se considerar como universal ou como contingente”. O tipo de questão que nós fazemos trará

como resultado um determinado tipo de resposta ou explicação¹⁷; esta pode ser de abrangência geral ou particular, isto é, não-histórica ou histórica.

Continuando com as palavras de Simpson (1970, p.51):

(...) em essência esta distinção entre a explicação universal e a contingente se confronta, por um lado, entre imanência e a ciência não histórica com suas leis e, por outro lado, entre a configuração e a ciência histórica que, mesmo não implicando leis, também tem suas explicações.

Para Simpson, “como?” é o problema típico das ciências não históricas que se questionam sobre como funcionam as coisas. Na geologia temos perguntas do tipo “como as correntes erodem os vales?”, “como se formam as montanhas?”, “como as geleiras se deslocam?”, etc. As questões são bastante abrangentes e buscam explicar uma classe inteira de fenômenos. “Todas estas coisas se originam em função dos processos físicos e químicos implicados” (Simpson, 1970, p.51). A primeira etapa de uma explicação desse tipo, diz Simpson, é, geralmente, uma descrição generalizada. Tal descrição é unida a leis gerais que incorporam relações invariáveis entre fenômenos variáveis, mas que apresentam certa

¹⁷ A exemplo de Mayr (1998), Simpson separa tipos de questões para distinguir tipos de ciências. No caso de Mayr, vemos que a separação que ele faz entre biologia funcional e biologia evolutiva fundamenta-se, principalmente, em questões do tipo “como?” e “por quê?”. “Como?” caracteriza as questões da biologia funcional. A mesma preocupa-se em explicar as causas próximas, no sentido de explicar como (quais as causas?) algo ocorre: “como um organismo se desenvolve?”, “como os alimentos são digeridos?”, “como ocorre a fecundação?”, etc. Nesse sentido as leis físico-químicas exercem papel importante na explicação. “Por quê?” caracteriza as questões da biologia evolutiva. Seu interesse está voltado às explicações das causas remotas ou evolutivas: “por quê o beija-flor tem o bico comprido?”, “por quê a baleia desenvolveu nadadeiras?”, “por quê certas plantas desenvolvem espinhos?”, etc. As questões da biologia evolutiva são questões que buscam descobrir quais as vantagens evolutivas de certa espécie que permitem que a mesma tenha sucesso maior que outras em relação à sobrevivência e à reprodução. Nesse tipo de questão as leis físico-químicas têm papel reduzido na explicação. Porém, nas palavras do próprio Mayr (1998, p.93): “Todos os processos biológicos têm ao mesmo tempo uma causa próxima e uma causa evolutiva”. A separação na biologia somente significa uma diferenciação no interesse do biólogo acerca de determinado tipo de questão. “(...) dentro de um mesmo tema a investigar, as questões relativas às causas próximas podem entrecruzar-se e articular-se com questões relativas às causas remotas ou evolutivas (...)” (Caponi, 2000, p.70).

regularidade que une uma classe de acontecimentos semelhantes¹⁸. “Neste nível os cientistas das ciências não-históricas não somente se iniciam como também comumente se detêm” (Simpson, 1970, p.51).

Note-se que o que está em questão nesse tipo de problema são os fenômenos gerais que, para Simpson, são imanentes na natureza. Quando nos questionamos sobre “como” as correntes erodem os vales não estamos querendo explicar um caso particular de erosão, mas sim o fenômeno “erosão”. Se nos questionamos sobre a elevação das montanhas, não queremos estudar um fenômeno epirogenético particular (como a elevação da Cordilheira dos Andes), mas o funcionamento geral do fenômeno geológico chamado “epirogênese”, mesmo que, para isso, tenhamos que analisar casos particulares de tal fenômeno.

Por outro lado, perguntas do tipo “como aconteceu” buscam resgatar a seqüência histórica de determinado fenômeno. “As respostas a estas perguntas são explicações históricas” (Simpson, 1970, p.53). “O que aconteceu para que o cânion do Itaimbezinho chegasse à forma que tem hoje?”, “como este fóssil chegou até o local onde está?”, “como foi que aconteceu a Deriva Continental que deixou os continentes na posição em que estão hoje?” são exemplos de questões de característica histórica.

Como acontece com as ciências não históricas, o primeiro passo em direção à explicação é uma descrição, neste caso, das configurações e suas mudanças no tempo. Unidas às leis ou regularidades gerais, tais descrições possibilitam explicações históricas acerca do fenômeno em questão. A diferença é que, neste caso, o interesse está voltado às várias configurações (distribuídas no espaço-tempo) relativas ao acontecimento em questão e não aos fenômenos imanentes que agiram nesse processo histórico.

Referindo-se às explicações históricas, ao relato da história natural das mudanças nas configurações, Simpson (1970, p.52) diz que:

¹⁸ Novamente podemos notar a semelhança entre as idéias de Simpson com as idéias de Popper que apresentamos anteriormente. Uma explicação, nestes termos de Simpson, obedece à estrutura nomológico dedutiva trabalhada por Popper.

(...) isto já é uma forma de explicação, mas uma explicação completa neste nível mais complexo se alcança unicamente por uma combinação das mudanças de configuração com os processos e propriedades imanentes presentes neles e implicados naquelas mudanças. Não explicamos adequadamente o Grand Canyon, seja mediante a descrição da estrutura daquela área e as mudanças que sofreu durante o Cenozóico ou enumerando as leis físicas e químicas compreendidas na erosão, mas por uma combinação das duas.

Em qualquer uma das explicações, recorremos a elementos imanentes e configuracionais. Dependendo do problema com que nos detemos recorremos a uns ou a outros (elementos imanentes ou configuracionais) em maior ou menor escala. “Sendo assim, a geologia exhibe um equilíbrio entre elementos históricos e não históricos, como ocorre em qualquer ciência, e as relações entre ambos podem ser, aqui, particularmente, evidentes” (Simpson, 1970, p.67). Certamente, o “equilíbrio” mencionado por Simpson não se refere à equivalência em relação aos dois elementos em todas as situações, mas à necessidade de recorrermos a ambos em todas as explicações, tanto gerais como históricas ou particulares.

As previsões, segundo Simpson, são possíveis também nas ciências históricas, mesmo sendo uma atividade com uma ligação maior com as ciências físicas, já que seu fundamento está nas leis naturais. Com relação às previsões, no caso das explicações históricas, é possível fazê-las com certo grau de segurança na medida em que consideramos os elementos imanentes e sua ação na configuração específica. “A causa total, como em todos os acontecimentos históricos, compreende tanto elementos imanentes quanto configuracionais” (Simpson, 1970, p.55). Sob as mesmas condições, um acontecimento histórico nos permite prever a direção de sua continuidade. “Se conhecemos a causalidade imanente e as similitudes necessárias das circunstâncias configuracionais, é possível a

predição” (Simpson, 1970, p.55). Se constatarmos, por exemplo, que a ação erosiva da água, em determinado lugar, ocasiona um desgaste regular naquele terreno, podemos prever que, se as condições de força da ação da água se mantiverem, assim como a condição da estrutura do terreno, a erosão continuará. Nestas circunstâncias, estamos autorizados (ou justificados), se for o caso, a pedir a evacuação das famílias situadas em moradias estabelecidas em locais de risco de desmoronamento ou deslizamento de terra devido à ação erosiva da água naquele lugar. A constatação da regularidade do fenômeno nos dá segurança em relação a possíveis direcionamentos dos acontecimentos. Apesar de ser um fato único, a semelhança dele com outros fatos do mesmo tipo nos leva, por analogia, a esperar que aconteçam direcionamentos semelhantes.

2 – Os modelos e a geologia como ciência de conteúdo teórico próprio

Para tentar esclarecer um pouco melhor a idéia de que a geologia tem seus próprios marcos teóricos e não se restringe às explicações históricas, vamos recorrer a uma segunda posição de Popper em relação à discussão que separa ciência teórica de ciência histórica. A partir dessa nova posição de Popper, tentaremos elucidar ou reformular as idéias de Simpson que poderão ser analisados sob outro ponto de vista.

Os textos de Popper, até então analisados neste trabalho, nos levam a crer que, para o mesmo, a geologia seria um caso de ciência histórica. Essa ciência, a partir desse posicionamento, não faria mais do que aplicar leis da física e da química no estudo de seus objetos particulares, assumindo, assim, seu caráter histórico, específico e singular. Outro texto de Popper (1997), porém, parece abrir a possibilidade de encararmos a geologia de outro ponto de vista. Perceber a geologia a partir dessa nova visão nos faz pensar essa

ciência como uma ciência de conteúdo teórico próprio. A geologia, segundo essa posição, teria seus próprios modelos teóricos de explicação.

Em *O mito do marco comum*, Popper apresenta um novo elemento que nos permite dizer que não só a física e a química são possuidoras de caráter teórico próprio, mas também outras ciências como a biologia, a geologia e mesmo as ciências sociais têm elementos teóricos próprios. Nessas alturas, Popper apresenta a questão dos *modelos* de explicação, formulados em cada uma das ciências, e que servem de base teórica na construção de explicações científicas.

O argumento de Popper que apresenta a questão dos modelos e de seu papel na estrutura das explicações científicas inicia com a distinção entre duas classes de problemas de explicação ou de predição. Uma se refere a um determinado número de acontecimentos singulares; a outra se vincula a certa classe ou tipos de acontecimento.

Em relação à primeira, Popper (1997, p. 160-161) a caracteriza e exemplifica da seguinte forma:

A primeira classe se preocupa em explicar ou predizer um ou um curto número de *acontecimentos singulares*. Um exemplo das ciências naturais seria o seguinte: “Quando acontecerá o próximo eclipse da lua (ou digamos, os dois próximos eclipses da lua)?”. (Um exemplo das ciências sociais seria o seguinte: “Quando acontecerá o próximo crescimento da taxa de desemprego em Midlands, ou em Ontário ocidental?”).

Em relação à segunda, Popper (1997, p. 161) diz o seguinte:

A segunda classe se preocupa em explicar ou predizer certa classe ou tipo de acontecimento. Um exemplo das ciências naturais seria o seguinte: “Por que os eclipses da lua se repetem uma e outra vez,

mas só quando há lua cheia?”. (Um exemplo das ciências sociais seria: “Por que se produz um acréscimo ou uma queda do desemprego na indústria da construção?”).

Popper (1997, p. 162) nos chama a atenção dizendo que “a diferença entre essas duas classes de problemas está em que se pode resolver a primeira sem construir um modelo, enquanto que a segunda é mais fácil de resolver por meio da construção de um modelo”. Se quisermos resolver um problema da primeira classe, precisamos elencar certas leis universais e as condições iniciais relativas e determinantes ao fenômeno em questão¹⁹. Seguimos, então, a estrutura da explicação científica proposta por Popper (leis gerais + condições iniciais) para chegarmos às conclusões desejadas em nossa análise.

A forma de responder à segunda questão seria diferente. Uma questão parecida seria a seguinte: “Com que frequência ocorrem os eclipses da lua?”; ou poderíamos reformular a questão de Popper: “Por que os eclipses da lua só ocorrem quando temos lua cheia?”. Já não temos um caso de um eclipse em particular, mas nos questionamos sobre o fenômeno “eclipse da lua” de um modo geral. Não queremos saber sobre o próximo ou os dois próximos eclipses somente, mas queremos entender estes e os demais também. É uma questão que abrange uma classe inteira de fenômenos. Para tanto, Popper propõe o uso de modelos de explicação. Esses modelos também são provenientes de estruturas explicativas que levam em consideração leis gerais e condições iniciais específicas. Porém, o que a formulação desses modelos nos permite é esboçarmos novas explicações (mais gerais e abrangentes) a partir dos modelos. Nesse sentido, as leis universais e muitas das condições iniciais são pressupostas em nossa explicação baseada nos modelos. Um modelo de explicação engloba leis e condições iniciais, formando, a partir delas, um novo conteúdo

¹⁹ No caso do eclipse, Popper diz que precisamos considerar as leis newtonianas do movimento e condições iniciais como as massas, as velocidades, as posições e os diâmetros dos três astros em questão (sol, terra e lua) num determinado espaço de tempo e considerar que, dos três, somente o sol emite luz. Com esses dados é possível responder à questão que especifica sua dúvida com relação ao momento dos próximos dois eclipses da lua.

teórico suficientemente justificado e que nos dá a segurança de estarmos construindo explicações científicas coerentes. Assim, o modelo, nas palavras de Popper (1997, p. 161), “poderia servir perfeitamente a seu propósito, pois resolve o problema da explicação que se havia proposto”.

Para respondermos à questão “Com que frequência ocorrem os eclipses de lua?”, podemos construir um modelo mecânico, um desenho em perspectiva (o que Popper chama de modelos rudimentares, pois não pretendem representar com rigor a situação real do fenômeno). Esse modelo poderia servir para entendermos o processo que leva ao eclipse da lua. Teríamos, por exemplo, uma maquete de nosso sistema solar colocada e construída de tal forma que nos levaria à compreensão dos movimentos dos astros e entenderíamos por que ocorrem eclipses de lua, com que frequência e sob que condições eles acontecem.

É claro que os modelos nos quais nos baseamos para explicarmos fatos são modelos teóricos rigorosos e fundamentados nas regularidades do mundo. E eles nos permitem a compreensão do mundo não, apenas, com base em maquetes, mas com base em conjuntos de informações sobre determinado fenômeno e que ligam uma classe inteira desses fatos. Sabemos como acontecem os eclipses, como explodem vulcões, como funciona o “mecanismo” da evolução das espécies, etc. Deparamos-nos com correlações constantes entre variáveis que nos permitem formular previsões sobre o comportamento de uma classe de fenômenos a partir da constatação de regularidades comuns entre eles. São casos que, pela especificidade de seus objetos, não podem ser considerados como leis gerais da natureza. Analisados a rigor, esses fenômenos são regidos pelas leis da natureza também, mas não precisamos partir sempre delas para apresentarmos certas explicações que podem ser alcançadas a partir de modelos. Não seria conveniente explicar a deriva continental considerando todas as leis da natureza determinantes nesse fenômeno. Pressupomos estas leis e esboçamos modelos teóricos que nos fazem compreender como ocorre a deriva continental, quais os fatores que influenciam em seu maior ou menor avanço, entre outros fatores que podem ser considerados numa teoria complexa desse tipo.

Segundo Popper (1997, p.163), “os modelos, tal como aqui se entendem, se poderia chamar também ‘teorias’, ou se poderia dizer que incorporam teorias, posto que são tentativas de resolver problemas, problemas de explicação”. Poderíamos dizer que os modelos funcionam como uma espécie de atalho, pelo qual se chega mais rapidamente às explicações desejadas. Evita-se a tarefa de buscar, a cada explicação, as leis atuantes e a totalidade de condições iniciais em relação ao fenômeno, e parte-se dos modelos já estabelecidos para se realizar a mesma tarefa. Diante da atividade de se explicar fenômenos típicos, operamos com modelos de explicação, ao passo que fenômenos isolados, singulares são estudados com mais detalhamento, partindo desde suas leis determinantes e de suas condições iniciais.

A partir disso, ao aproximarmos as concepções de Popper com relação aos modelos e a concepção de Simpson com relação aos processos geológicos por ele considerados imanentes, vemos que as duas idéias se “encaixam”, no sentido de complementarem-se, permitindo uma melhor interpretação da idéia dos autores e possibilitando o esclarecimento de alguns problemas. Um dos problemas que podem ser esclarecidos, em nossa concepção, é aquele que diz respeito à “imanência” dos processos geológicos. Como já dissemos, não podemos considerar os processos geológicos como a erosão ou o intemperismo, imanentes na natureza. Podem ser considerados imanentes as leis naturais, as forças (calor, pressão,...) e as propriedades da matéria que regem tais processos geológicos e todos os demais processos físicos no universo.

A “imanência” dos processos geológicos, para Simpson, está diretamente ligada às explicações teóricas, às questões do tipo “como acontece” determinado tipo de fenômeno; questões que são respondidas a partir da química e da física. Nesse sentido, a geologia seria teórica, mas reduzida à explicações físico-químicas; poderíamos chamá-la de geologia física, pois a mesma seria considerada um ramo da física, estudando e aplicando suas leis. A geologia não seria inteiramente reduzida à química e à física, porque restaria uma parte que seria sua exclusivamente: a atividade histórica. Recordando as palavras de Simpson

(1970, p.41): “o estudo científico pleno das configurações geológicas é uma ciência histórica, o *único* aspecto da geologia que lhe é peculiar, e isto é simplesmente geologia e não outra coisa”.

A partir da idéia que Popper apresenta acerca dos modelos de explicação, a distinção entre ciência teórica e ciência histórica parece tomar outro rumo. Um modelo de explicação, conforme Popper apresenta, seria uma criação própria de cada uma das ciências. Estas pressupõem as leis físico-químicas, mas avançam na construção de um novo arranjo teórico, válido e exclusivo em relação àquela ciência particular. O marco teórico no qual os cientistas se baseiam para chegar a explicações acerca de seus problemas específicos, segundo essa idéia, não está somente na física e na química e em suas leis, mas também nos modelos teóricos construídos nas próprias ciências, que são corroborados e consolidados ao longo das atividades de investigação.

Isso nos leva a crer que a rigorosa separação entre ciência teórica e ciência histórica não seria mais levada tanto em consideração, uma vez que todas as ciências teriam ambas as atividades teórica e histórica. A distinção ainda existe, ainda permanece, mas é estabelecida a partir de outros critérios ainda muito semelhantes aos critérios que até então havíamos apresentado. Essa distinção, fundamentada na nova posição de Popper (a respeito dos modelos teóricos) e numa nova leitura de Simpson²⁰, focaliza o tipo de questão com que as ciências se preocupam. A diferença está no objeto de preocupação relativo a cada uma das distinções de ciência. Porém, o horizonte de investigação próprio das ciências teóricas é ampliado e passa de uma preocupação exclusiva com leis físico-químicas para uma preocupação com modelos gerais de explicação (que inclusive englobam as leis naturais), que passam a ser considerados o marco teórico de cada ciência.

Tendo presente a concepção de modelo proposto por Popper, podemos (como já mencionamos) esclarecer o problema da “imanência” dos processos geológicos na natureza.

De fato, eles não são imanentes, como é o caso das leis naturais, mas podem fazer parte do conteúdo teórico da geologia sem reduzirmos tais fenômenos a explicações físico-químicas. Também não precisamos considerar que o conteúdo teórico da geologia fundamenta-se exclusivamente em leis físico-químicas. A geologia tem seu conteúdo teórico próprio e a constatação de padrões de processos geológicos serve de confirmação para isso. Com base na regularidade de certos processos geológicos estabelecemos modelos de explicação que são exclusivos da geologia.

Assim, quando o geólogo está preocupado em falar sobre o processo geológico chamado “erosão”, tratado de uma forma geral, o mesmo está teorizando sobre esta ciência, está falando sobre um fenômeno de forma desvinculada de qualquer situação histórica. Pode até utilizar exemplos históricos para dar a entender o que é “erosão”, mas seu interesse se estende a uma definição geral desse fenômeno. Nesse caso, o investigador está fazendo ciência teórica, contudo não teórica no sentido que Simpson atribuía antes, ou seja, a geologia como sendo um ramo da física, mas teórica por formular e ter seus próprios modelos de explicação.

Devemos, porém, considerar a distinção de interesses que Simpson (1970, p.62) aponta, apesar de alguns problemas com relação àquilo que ele considera como imanente:

Para o geólogo histórico, a função de um geólogo físico consiste em isolar e caracterizar as propriedades imanentes da Terra (...); seu interesse está no que contém a verdade, indistintamente da configuração, senão como as configurações modificam a ação das propriedades e forças imanentes identificadas. Nesta relação, ao cientista não histórico interessam as similitudes e ao cientista histórico interessam as diferenças.

²⁰ Posteriormente em nosso trabalho a distinção entre ciência teórica e ciência histórica também será ilustrada e exemplificada a partir das idéias de Hull.

Para Simpson, as propriedades da matéria e da energia, os processos naturais e os princípios gerais entendidos, aqui, como leis naturais são imutáveis. E esses fatores, segundo Simpson (1970, p.40), “não são históricos mesmo quando ocorrem e atuam no curso da história”. Numa nova leitura de Simpson, os processos geológicos continuam sendo considerados imutáveis quando analisados de maneira geral, assim como as leis naturais e as propriedades da matéria e da energia. A única diferença é que esses processos geológicos não são mais considerados imanentes, nem reduzidos a explicações físico-químicas. A partir de um interesse geral do investigador, processos geológicos como “erosão”, “intemperismo”, “glaciação”, “vulcanismo”, etc. são definidos e formula-se um padrão de explicação com relação a cada um desses fenômenos. Esses padrões, uma vez aceitos pela comunidade científica, começam a servir de modelo de explicações para os demais fenômenos do mesmo tipo.

A partir dessas idéias, mantém-se a distinção que Simpson faz entre cientistas não históricos e cientistas históricos e seus interesses pelas similitudes e pelas diferenças respectivamente. Em relação aos fenômenos geológicos, os cientistas não históricos ou teóricos estariam preocupados em formular e testar modelos construídos na ciência geológica; seu interesse está voltado à compreensão das semelhanças que unem eventos de um mesmo tipo: “o que caracteriza um fenômeno como sendo vulcanismo?”, “o que é o fenômeno erosão?”, “como as geleiras se deslocam?”. Questões gerais desse tipo caracterizam estudos teóricos acerca de um determinado tipo de fenômeno. Por outro lado, questões históricas buscam explicar as diferenças entre fenômenos semelhantes: “Por que a glaciação do fim do Pré-Cambriano foi maior do que a que ocorreu no Pleistoceno?”, “Por que o continente Sul-Americano separou-se do continente Africano?”, “Por que houve um deslizamento de terra no Morro da Cruz em Florianópolis?”. Estas questões são particulares, históricas, restritas a determinadas coordenadas espaço-temporais.

O grande passo que se dá, a partir desse novo ponto de vista, em relação ao conteúdo teórico da geologia é uma independência maior dessa ciência em relação às

ciências físico-químicas. A geologia se propõe questões históricas, mas também tem suas questões teóricas que não são possíveis de responder somente com base nas leis físico-químicas. É o raciocínio geológico que possibilita unir leis que regem certos eventos na Terra e as regularidades dos processos geológicos.

Alguns exemplos podem ajudar a esclarecer mais nossa idéia. Se nos esforçamos para definir o que vem a ser o fenômeno “vulcanismo”, estamos tentando formular uma idéia geral que busca reunir todos os tipos de vulcões a partir de algo que é comum entre todos eles. Mesmo existindo vulcões diferentes, com diversos tipos de manifestação (maior ou menor quantidade de lava, maior ou menor quantidade de gases, com determinado tipo de cone, com formação de caldeira ou não, etc.), há algo entre eles que os reúne numa mesma classe de fenômeno geológico chamado vulcanismo. Vulcanismo ou atividade vulcânica é definido por Holmes (1987, p.209) da seguinte forma: “a atividade vulcânica compreende todos os fenômenos associados com a descarga na superfície de materiais magmáticos, sólidos, fundidos e gasosos, procedentes de chaminés ou fissuras comunicadas com as zonas profundas de grande temperatura”. A partir dessa definição geral de vulcanismo, reunimos vários casos desse fenômeno, várias manifestações do processo chamado “vulcanismo” (Vesúvio na Itália, Parícutin no México, Krakatoa na Indonésia, Mauna Loa no Havaí, etc.) numa mesma classe de fenômeno. Isso também nos possibilita entender como foram os vulcões da época dos dinossauros, ou como podem ser os vulcões de Marte se eles existirem, ou mesmo como serão os vulcões que poderão vir a formar-se aqui na Terra no futuro. Podemos entender como eles funcionaram, funcionam ou poderão funcionar, não em suas peculiaridades, mas em suas características gerais, naquilo que caracteriza um fenômeno como vulcanismo (desde as condições em que ocorre tal fenômeno, até o funcionamento geral de um vulcão).

Outro exemplo que ilustra o papel dos modelos nas explicações geológicas é a explicação de um depósito várvido . Tais depósitos são constituídos de rochas sedimentares definidas como “varves”. Na definição de Eicher (1969, p.94-95), “varves são pares de

camadas produzidas por variações climáticas sazonais. Um depósito várvido consta, assim, de uma seqüência repetitiva de ciclos anuais”. Os “pares” de camadas constituem-se de uma camada escura e de uma camada clara. Nos lagos glaciais, a partir do derretimento do gelo no verão, há grande influxo de silte para o lago, ocasionando depósitos claros. Já no inverno, ocorre depósito de argila quase pura e material orgânico em suspensão e isso produz depósitos escuros. A partir do momento em que o pesquisador inteira-se em relação à regularidade desse processo, tal informação passa a compor o conteúdo teórico utilizado por esse cientista para explicações desse tipo de fenômeno. Diante de uma nova camada de varves, esse cientista tem condições de explicar como aconteceu a formação do mesmo a partir do modelo de formação das varves que ele já conhece. Se num par de camadas a camada escura é mais espessa do que a camada clara, isso nos sugere que o período de inverno foi maior do que o período de derretimento do gelo. Para essa explicação são utilizadas, de forma limitada, as leis da química e da física, que se reduzem à distinção entre os materiais de cada camada (composição química) e à forma em que estão depositados os sedimentos. Contudo, a explicação do processo geológico em si é exclusividade da geologia e de seus modelos; é o raciocínio geológico, a partir de seus modelos corroborados, que compreende o fenômeno.

Simpson não via isto, mas a idéia de modelo proposta por Popper nos permite dizer que, pressupondo as leis físico-químicas, podemos fundamentar explicações a partir de modelos estabelecidos nas outras ciências, desde que estejam devidamente corroborados. Nesse sentido, a geologia também pode ser teórica se o seu interesse está voltado às generalidades dos fenômenos geológicos e à formulação e corroboração de modelos de explicação para os mesmos. A explicação de um físico ou de um químico é muito limitada diante de fenômenos complexos como é o caso dos fenômenos geológicos. As leis dessas ciências são utilizadas como ferramentas para as explicações, mas o “entendimento” de um fenômeno geológico é alcançado através de modelos geológicos e não com base em modelos físicos ou químicos. Um físico não explica, apenas pelas leis da física, um

fenômeno como o vulcanismo; tampouco o faz o químico a partir de suas leis. Nenhuma outra ciência senão a geologia pode explicar adequadamente seus fenômenos. Como diz Bradley (1970, p. 35): “tão importantes como a física e a química são as soluções dos problemas que surgem dos estudos geológicos e de cuja formulação não podem se encarregar nem os físicos, nem os químicos, a menos que se convertam em geólogos”.

IV – EXPLICAÇÕES NARRATIVAS E A DISTINÇÃO ENTRE NOMES PRÓPRIOS E NOMES COMUNS

A noção de sujeito central e a distinção entre nomes próprios e nomes comuns que aparecem no pensamento de David Hull nos oferecem novos elementos, a partir dos quais distinguimos aquilo que é teórico daquilo que é histórico. Basicamente, essa distinção separa nomes que denotam indivíduos particulares e nomes que se referem a uma classe de indivíduos. Na atividade de pesquisa geológica, podemos identificar o interesse pelo teórico ou pelo histórico na medida em que verificamos o interesse do geólogo por aquilo que é comum ou por aquilo que é particular com relação ao objeto de investigação. Essas distinções nós alcançamos quando compreendemos os elementos que estão envolvidos na explicação que Hull e alguns outros pensadores chamam de explicação narrativa.

1 – Explicações narrativas

A explicação narrativa aparece como uma alternativa às ciências desprovidas de leis quando as mesmas têm diante de si o desafio de explicar determinados fatos. Ao menos essa parece ser a idéia que autores como Beltrán (1998), Richards (1998), Hull (1975 e 1998) e Martínez (1998), compilador dos textos desses autores, nos passam em *História e explicação em biologia*. A narrativa, para esses autores, tem como finalidade tornar o

mundo compreensível, inteligível, afinal, explicar o que acontece. Segundo Beltrán (1998, p. 201), “a narrativa articula e liga os acontecimentos para torná-los inteligíveis. (...)Inteligibilidade, compreensão, são, pois, uma primeira e evidente função das narrativas”. As narrações unem dados numa seqüência temporal determinada, contando a “história” desse acontecimento. A união das etapas que levaram ao fato a ser explicado torna-o compreensível. Como diz Richards (1998, p.240), “as narrações capturam os acontecimentos principais em redes causais que os fixam inevitavelmente”. E continua: “a compreensão narrativa é a compreensão causal: explicamos, e então compreendemos, um acontecimento em relação às suas causas” (1998, p.242). Portanto, compreendemos o fato, à medida que apontamos momentos ou sujeitos centrais dentro de um espaço temporal, mostrando que há conexão entre um e outro.

Não podemos perder de vista o elemento “conexão” que une um evento particular a outro e que torna a seqüência desses fatos compreensível. Talvez os autores que recém mencionamos não dêem a merecida importância a esse elemento, mas, mais adiante, trataremos melhor desse assunto. O importante, agora, é perceber que os mesmos não desconsideram tais conexões e as têm como algo necessário na construção de uma narração. Um exemplo de Martínez (1998, p.156) ilustra essa idéia: “se nos perguntamos por que temos dentes molares, as respostas requerem, em certos contextos, uma referência a um processo adaptativo, a uma narrativa que descreva tal processo. Como parte dessa narrativa, se busca reconstruir as forças que explicam a adaptação”. Enumeramos as etapas evolutivas que levam ao surgimento de dentes molares e unimos tais etapas recorrendo às forças ou princípios adaptativos.

A intenção desses autores, principalmente Richards, é contrastar explicações nomológico-dedutivas e explicações narrativas (ou históricas). Richards, referindo-se a Popper e Hempel, critica a idéia de que as disciplinas ditas “históricas” não possuiriam o rigorismo científico que têm as ciências físico-químicas. As ciências “históricas” (no primeiro sentido que apontamos neste trabalho) não seriam capazes de estabelecer

previsões científicas e, por isso, não estariam autorizadas a explicar cientificamente. Sem leis próprias, uma disciplina não pode apoiar nenhuma explicação. Considerando isso, diz Richards (1998, p.214), “sem leis, os relatos históricos poderiam, quando muito, ser esboços de explicação, não explicações reais. (...) se a história não pode produzir explicações reais, tampouco pode fazê-lo sua aliada, a biologia evolutiva”.

Os autores que defendem a explicação narrativa, porém, acham que é possível construir explicações científicas por meio de narrações históricas. A biologia evolutiva não tem leis como têm a física e a química. Mesmo assim ela explica como ocorre o mecanismo de evolução das espécies, como ou porque uma espécie evoluiu ou porque outras se extinguiram. Problemas históricos, fatos históricos, únicos e até sem precedentes, podem ser explicados narrativamente. Segundo Richards (1998, p.242-244), a descrição do acontecimento principal guia o investigador que busca resgatar os acontecimentos antecedentes e seleciona aqueles que se vinculam ao acontecimento principal. Tal atividade fixa as causas explicativas do fato. Organizando a narrativa desses episódios e estabelecendo conexões entre eles, se tece a narrativa sobre o evento em questão, se conta como e porque ele aconteceu, afinal, se explica o fato. Pode haver causas múltiplas com relação ao fenômeno a ser estudado. Por isso é importante realizar uma seleção das possíveis causas do fenômeno, visando obter relatos fiéis com a realidade.

Imaginemos, diz Beltrán (1998, p.201), que uma amiga nossa vai ao dentista e esse fato nos deixa intrigados a ponto de querermos entender o porquê desse acontecimento. Não chegamos a conversar com ela, mas, casualmente, encontramos sua agenda e nos deparamos com os seguintes dados: *Segunda-feira 12, 9 am, café da manhã com Luis; Quinta-feira 16, dentista, 8 pm ...*). Até esse ponto não nos é claro o motivo da visita de nossa amiga ao dentista. Encontramos, porém, algumas anotações, nessa mesma agenda, como se fossem anotações de um diário: *Hoje, segunda-feira, tomei café da manhã com Luis, fazia meses que não o via. Fiquei tão nervosa que mordi o garfo, me caiu a obturação... Na quinta-feira vou ao dentista, pois não agüento de dor.* A partir desses

dados o fato torna-se compreensível. Não vemos uma ligação natural entre a informação do encontro com Luis e a ida ao dentista. São duas informações isoladas que se ligam a partir do relato dos acontecimentos. A narração nos deixa claro o motivo pelo qual nossa amiga teve que ir ao dentista após visitar Luis.

Uma explicação requer o levantamento dos dados que se vinculam ao fenômeno a ser estudado. É a narração, segundo Richards, que apresenta esses dados necessários para a explicação. Mesmo numa explicação nomológico-dedutiva é necessário utilizar a narração para obter os dados relevantes à explicação. Para ele (1998, p.234), “quando Hempel descreve os elementos necessários e suficientes de uma explicação, começa com a pressuposição de que as condições antecedentes e as leis gerais estão ali, à mão”. Richards pensa que Hempel desconsidera o papel da narração numa explicação. A explicação nomológico-dedutiva, segundo Richards, pressupõe os dados necessários e tem a conclusão (explicação) como sendo a dedução que se obtém relacionando dados particulares e leis gerais. Porém, para ele, é necessário que as leis e os dados particulares sejam narrados e selecionados antes de qualquer dedução.

Richards não descarta a necessidade de se utilizar princípios gerais ou leis como elementos que façam a ligação entre os fatos principais de nossa narração. Para ele (1998, p.236), “pode-se objetar, todavia, que as leis e as generalizações mantêm unidos os acontecimentos narrados. De maneira que os historiadores (...) devem prévia, mesmo que silenciosamente, utilizá-las na construção de seus relatos”. Porém, numa disciplina histórica, o que se usa são princípios. “Mas esses princípios não são usualmente ‘leis’, em nenhum dos sentidos convencionais de tal termo” (1998, p.237). Richards não parece deixar claro quais são esses princípios; antes parece defender a idéia de que podemos ver semelhanças entre uma narração e outra, entre antecedentes de um mesmo tipo de fato, etc. “Na prática, o historiador reconhecerá as generalizações em forma de lei somente depois que os acontecimentos tenham sido expostos em uma seqüência temporal” (1998, p.238).

Algumas críticas podem ser direcionadas a essa forma de explicar fatos. Em primeiro lugar, uma explicação não pode ser uma mera enumeração de eventos e sua disposição em determinada coordenada espaço-temporal. Em segundo lugar, o cientista, mesmo preocupado em explicar fatos particulares, não estabelece ou usa todas as generalizações *post hoc*, com diz Richards (1998, p.244). A simples enumeração de fatos apenas dá a informação do acontecimento e não o explica adequadamente. A narração que não é guiada por um marco teórico razoável não pode ter a pretensão de ser uma explicação científica. Antes parece ser uma atividade de senso comum. Muitos agricultores sabem que determinada direção do vento traz chuva, enquanto outra traz frio; um tempo abafado indica grande possibilidade de ocorrência de chuvas; chuvas, na quantidade certa, proporcionam boas colheitas. Eles também identificam as causas desses fenômenos e estabelecem uma narrativa correta, mas lhes falta o marco teórico científico para estabelecer uma explicação científica.

Se cientistas estão preocupados em explicar um fato histórico como a extinção dos dinossauros, eles não podem deter-se a apenas localizar fatos importantes do Mesozóico que podem estar relacionados às extinções em massa daquele período. É claro que levantar dados relevantes daquela época é importante. Precisam-se considerar dados como a extinção de outras espécies que não fazem parte do grupo dos dinossauros como ammonites (cefalópodes), répteis voadores e marinhos e várias cicadáceas. Várias hipóteses são levantadas como mudanças climáticas, desaparecimento ou mudança de habitat causados por eventos geológicos. Deve ser considerado o fato de que diferentes grupos, de diferentes habitats se extinguiram, ou seja, não foi um fenômeno isolado. Outro dado importante é o fato de que fenômenos extraterrestres como o direcionamento de cometas e meteoritos à Terra e seu posterior impacto com a mesma podem ter relação com as extinções. Tudo isso são dados narrativos. Porém o cientista não estabelece todas as generalizações *post hoc*. Ele vai a campo investigar hipóteses, já munido de um marco teórico, que permite que ele capte essas informações e faça uma posterior relação com os demais eventos históricos

relevantes. O cientista não viu a extinção dos dinossauros, nem a extinção das outras espécies daquele período. Mas seu marco teórico direciona as pesquisas desse cientista: o cientista tem hipóteses para as extinções e sabe quais são os possíveis dados que apontam para as causas delas (mudanças climáticas, extinções de certas espécies que levam à extinção de espécies que dependiam das primeiras para sobreviver, mudanças no habitat, etc.); sabe também que o irídio é produto da queda de corpos celestes como cometas e meteoritos. Os cientistas que investigam a extinção dos dinossauros encontraram uma fina camada de irídio no limite geológico que marca as extinções; por esses dados, e pelo marco teórico que tem, o cientista é levado a acreditar que a queda de corpos celestes está relacionada às extinções daquela época. Esses são alguns exemplos do marco teórico que cientistas precisam ter para explicar fatos históricos que carecem de leis gerais para serem explicados.

Aqui podemos apontar o papel dos modelos teóricos que auxiliam na explicação de fatos históricos nas ciências desprovidas de leis próprias. Como dissemos no capítulo anterior, os modelos servem como marco teórico que nos possibilita construir explicações científicas. Pressupondo as leis universais da química e da física, podemos explicar de acordo com modelos bem corroborados dentro das outras ciências. Isso nos apontou a possibilidade de encararmos ciências, outrora tidas como históricas, como sendo também teóricas, na medida em que elas se preocupam em formular e testar modelos gerais de explicação.

Os modelos gerais funcionariam como cimento, como o elemento que conecta um fato a outro dentro da narrativa. Se as ciências “históricas” não podem utilizar-se de leis gerais da mesma forma como as ciências que explicam através do modelo nomológico dedutivo, como elas podem unir um fato a outro para construir uma narrativa adequada? Isso não fica claro entre os autores que defendem a narrativa como uma forma de explicar fatos. A idéia dos modelos gerais parece solucionar o problema. Podemos não ter leis gerais nas outras ciências que não são a química e a física; mas temos modelos gerais próprios que

balizam o pesquisador e que permitem unir um fato a outro. Se há conexão possível entre acontecimentos, isso pode ser identificado e apontado pelos modelos já corroborados dentro dessa ciência.

Todas as ciências que não tem leis próprias se esforçam por criar modelos gerais que dêem sustentação e que guiem o pesquisador em seu trabalho. Biólogos evolucionistas têm presente o princípio de seleção natural para explicar a evolução das espécies; médicos sabem como se comporta um vírus submetido a determinado remédio; meteorologistas sabem quais são os sinais que indicam a formação de um furacão; geólogos utilizam seu marco teórico para apontar locais onde pode haver um depósito petrolífero. Nenhuma dessas informações são leis gerais, mas fazem parte do marco teórico desses profissionais que conseguem interagir com o mundo e explicar fatos ou tomar posições perante determinado problema.

2 – A distinção entre nomes próprios e nomes comuns na concepção de David Hull

David Hull merece comentários em um ponto à parte, pois suas idéias nos ajudarão a ilustrar um pouco mais nosso argumento em prol dos modelos de explicação. Hull não chega a mencionar o fato de que uma ciência pode se preocupar com a formulação e corroboração de modelos gerais, mas a distinção que o mesmo faz entre nomes próprios e nomes comuns nos permite explorar um pouco mais a distinção entre o que é geral e o que é particular. Isso pode apontar os diferentes objetivos de uma ciência e, se for o caso, pode-se, a partir dessa dedicação a determinado tipo de objetivo, distingui-la como teórica ou como histórica.

Para entender a estrutura de uma narração, segundo Hull, é necessário ter presente a noção de sujeito central. Para ele (1998, p.250), “o papel do sujeito central é formar a

linha principal ao redor da qual se tece a narração histórica”. Os sujeitos centrais devem ser vistos como indivíduos e como entidades históricas. “A identidade e a continuidade de tais indivíduos podem e devem ser determinadas independentemente dos eventos que conformam a narração. Os sujeitos centrais proporcionam a unidade e a continuidade básicas da narração histórica” (Hull, 1998, p.250). Quanto ao termo “entidade histórica”, Hull (1998, p.250) diz que “não é somente uma entidade que existe no tempo. É uma entidade coerente e unitária que, ou persiste sem mudanças ou se desenvolve continuamente através do tempo”.

A narração histórica é construída a partir da constatação da coerência e da unidade do sujeito que, ao passar do tempo, persiste sem mudanças ou se desenvolve conforme movimentos próprios dele. “(...) para que uma entidade histórica siga sendo a mesma entidade, não se necessita nenhum grau de semelhança entre as etapas próximas ou anteriores de seu desenvolvimento, até onde esse desenvolvimento é espacial e temporalmente contínuo” (Hull, 1998, p.250).

Para ilustrar essa idéia, Hull (1998, p. 250-251) dá o seguinte exemplo:

“Poucos, se algum, dos elementos que caracterizavam Moisés quando foi descoberto pela filha do faraó entre os juncos o caracterizavam também quando conduziu os israelitas para fora do Egito ou quando morreu diante da visão da Terra prometida. Porém, ele seguiu sendo o mesmo indivíduo através de todas essas mudanças. (...) É a continuidade, elo por elo, do corpo de Moisés (e até certo ponto de sua mente) que faz dele um indivíduo singular e o mesmo indivíduo através do tempo, e não um conjunto de características essenciais que ele supostamente possui. Moisés não tem essência. Ao longo de certo período de anos, todas as células de seu corpo podem ser substituídas e, todavia, seguiria sendo

Moisés. (...) Sua personalidade poderia sofrer consideráveis modificações, e seguiria sendo Moisés”.

Deve-se prestar atenção, segundo Hull, nos critérios mediante os quais se decide quando um indivíduo é somente um indivíduo e o mesmo indivíduo através do tempo, e naqueles critérios por meio dos quais se decide quando dois indivíduos pertencem ao mesmo tipo ou quando um indivíduo muda de tipo. Em relação a isso, Hull (1998, p.256) nos dá o seguinte exemplo:

(...) um átomo é um átomo e não uma molécula ou um íon porque está composto de um só núcleo e de um número apropriado de elétrons, qualquer que possa ser esse número. Dois átomos são dois átomos do mesmo tipo e não um, porque eles ocupam diferentes lugares ao mesmo tempo. Dois diferentes espaços de tempo de um átomo são espaços de tempo do mesmo átomo porque eles podem ser conectados continuamente no tempo. Se não podem sê-lo, então não são do mesmo átomo.

Um átomo de ouro continua sendo o mesmo átomo desde que foi encontrado fazendo parte de uma pepita de ouro numa mina, passou por fundição, foi transformado junto com outros átomos de ouro em barra e posteriormente foi parar em um anel no dedo de uma pessoa qualquer. Mesmo que esse átomo tenha sido modificado e tenha se transformado em outro tipo de átomo, continuaria sendo o mesmo átomo. “Um átomo de chumbo que se transforma em um átomo de ouro segue sendo o mesmo indivíduo, porém não o mesmo tipo de indivíduo. Um organismo, à medida que transcorre seu ciclo vital,

segue sendo o mesmo indivíduo, mesmo que sua organização, tanto interna como externa, possa mudar consideravelmente” (Hull, 1998, p.257).

Esclarecida a concepção de sujeito central em David Hull, podemos apresentar a idéia que mais nos interessa nesse autor: a distinção entre nomes próprios e nomes comuns. Para Hull, todo sujeito central é um indivíduo e é caracterizado por um nome próprio. Como tal, esse indivíduo é uma entidade histórica e possui uma seqüência de momentos situados num túnel espaço-temporal. Cada momento dessa entidade histórica pode ser ligado a outro momento no túnel espaço-temporal próprio desse sujeito central. Moisés é um nome próprio que designa um sujeito central que se move e é parte momentânea desse túnel espaço-temporal. Ao ligarmos os momentos de Moisés dentro do espaço-tempo, desde seu nascimento até a sua morte, teremos a história desse homem. Mas isso não é possível com relação ao que Hull chama de nomes comuns. Aquilo que é caracterizado como um nome comum não tem história. Tais nomes caracterizam uma classe de seres. Os indivíduos que pertencem a essa classe podem ser caracterizados por nomes próprios, mas o nome que caracteriza a classe inteira desses seres é um nome comum.

Com base nesta distinção, Hull (1998, p.257) diz que “indivíduos são entidades históricas porque se incluem, entre os critérios para sua identidade, a continuidade no espaço e a continuidade no tempo”. As classes de tais indivíduos não são entidades históricas porque lhes falta tal critério. A partir disso podemos dizer que ouro, átomo, gene, espécie dominante, sociedade industrial, são casos de nomes comuns. Por outro lado, o átomo, o gene X, o homem, a sociedade industrial do século XIX, são casos de nomes próprios, sujeitos centrais dos quais podemos construir narrações históricas.

Hull reacende uma discussão polêmica quando defende a idéia de que as espécies biológicas são indivíduos. Nesse sentido, por exemplo, “cisne” é um nome próprio. Normalmente “cisne” é um termo visto como sendo um conceito agrupante, ou seja, “é um nome comum que denota uma classe de pássaros e que é definível mediante um conjunto de

características” (Hull, 1998, p.253). Mas, há muito tempo, os biólogos protestam contra essa idéia. Nas palavras de Hull (1998, p.254):

Os taxonomos descrevem as novas espécies que descobrem. Eles não oferecem conjuntos rígidos de características essenciais que todos os organismos devem ter para pertencer a uma espécie particular. A qualquer organismo pode faltar uma ou mais das características enumeradas na descrição da espécie e, mesmo assim, o organismo pode pertencer a essa espécie.

Se um organismo qualquer, mesmo não tendo todas as características da espécie à qual ele pertence, tem vínculo histórico com membros dessa espécie, ou seja, é prole de membros de características comuns (ou, até mesmo, incomuns) nessa espécie, é inquestionável a sua inclusão nesse grupo. “(...) as espécies – na medida em que são linhagens em evolução – constituem todos espaço-temporais, relacionadas temporalmente pela relação ancestral-descendente e espacialmente (entre as formas sexuais) pela troca de genes na reprodução” (Hull, 1975, p.113). A ligação histórica desse indivíduo com essa espécie faz dele um membro dessa espécie; faz dele um momento histórico de uma espécie histórica. Tanto a espécie à qual esse membro pertence quanto ele mesmo como sujeito particular, é um indivíduo.

Nesse sentido, o nome que designa uma espécie é um nome próprio. Para Hull, as espécies evolutivas poderiam servir como sujeitos centrais nas narrações históricas. Quando um paleontólogo se preocupa em reconstruir a história de uma espécie, seu interesse está em reconstruir a história da evolução de uma espécie que pode apresentar mudanças radicais na fisiologia desse animal. Porém, os vários momentos dessa espécie podem ser conectados no túnel espaço-temporal. Essa espécie tem uma história que pode estar marcada por várias mudanças. Como Moisés mudou muito, desde o momento em que foi

encontrado no rio pela filha do faraó até a sua morte, uma espécie também sofre mutações desde o seu surgimento até a sua extinção; mas permanece sendo a mesma espécie, de uma extremidade a outra de sua existência.

3 – Nomes próprios e nomes comuns: o histórico e o teórico na ciência geológica

Tanto a paleontologia como a cosmologia, a geologia e a história humana são, para Hull, disciplinas históricas. Para ele, estas são as quatro disciplinas históricas mais importantes. “A cosmologia é o estudo da história do Universo como um sistema físico, a geologia é o estudo da história da Terra, a paleontologia é o estudo da história da vida, e a história humana estuda a trajetória dos acontecimentos humanos” (Hull, 1998, p.260). A embriologia também poderia ser considerada como uma disciplina histórica, pois está preocupada com o desenvolvimento dos organismos individuais. Mas esta ciência seria um caso especial de ciência histórica, pois, segundo Hull (1998, p.260), seus fenômenos apresentam uma repetitividade que não é tão evidente em outras ciências históricas. “A repetitividade resulta da presença, nos organismos, de um programa historicamente desenvolvido que põe restrições aos possíveis estados do sistema e influenciam a ordem desses estados”. Esse programa pré-estabelecido não seria evidente ou não existiria nas outras disciplinas históricas²¹.

²¹ De fato, a embriologia apresenta um programa de desenvolvimento histórico bem mais rigoroso do que outras disciplinas históricas. Mesmo estando aberto à influência de fatores externos, o desenvolvimento de um embrião respeita certa linha cronológica e padrões morfológicos que pouco mudam de um embrião para outro. Há uma previsibilidade considerável em relação ao resultado de um desenvolvimento embrionário normal. Isso, porém, não acontece de maneira tão evidente nas outras disciplinas históricas. Não há direcionamento pré-estabelecido no desenvolvimento de um planeta, de uma camada sedimentar, ou no desenvolvimento da espécie humana. Na geologia, podemos identificar alguns padrões de desenvolvimento de certos minerais com referência a seus sistemas de cristalização. A cristalização dos minerais pode respeitar padrões geométricos que podem apresentar sistemas cúbicos, tetragonais, hexagonais, etc. Mas não há rigorosidade com respeito ao tamanho e ao tempo de desenvolvimento dos cristais – apenas há padrão na forma de seu desenvolvimento.

Mesmo as disciplinas históricas têm regras práticas que, para Hull (1998, p. 260), são “utilizadas para reconstruir os acontecimentos passados sobre a base de documentos atuais”. Até a própria história tem suas regras: “Por exemplo, se Aristóteles menciona sua *História dos animais* em sua *Metafísica*, mas não o inverso, então provavelmente começou sua *Metafísica* depois de completar sua história” (Hull, 1998, p.261). As reconstruções históricas de acontecimentos precisam de referências para distribuir fatos e personagens nos devidos lugares ao longo da história. Um exemplo interessante de regras da historiografia pode ser encontrado na pesquisa do Projeto de Arqueologia Subaquática na praia de Ingleses, em Florianópolis, Santa Catarina. O resgate histórico do sítio arqueológico submerso nesse lugar, que apresenta peças do naufrágio de um galeão europeu, é guiado por certas regras. Vários objetos, como anéis de vários tipos, são encontrados nesse sítio. Como saber se as peças encontradas podem ser do naufrágio ou se elas são apenas objetos perdidos por algum turista dos dias atuais? Conversando com o pessoal encarregado da classificação das peças, descobre-se que eles observam o material de que a peça é feita; se for de plástico, o objeto não pertence ao navio naufragado, pois os objetos do naufrágio são de uma época em que não se faziam objetos de plástico. Porém, se o objeto for de metal, outras observações são feitas, como dar atenção aos desenhos e às formas das peças que podem apontar a época em que as mesmas foram fabricadas. Há, portanto, um marco teórico ao qual o historiador precisa recorrer para construir uma narração que seja a mais fiel possível com relação aos fatos acontecidos.

Com a história do universo, com a história da Terra e com a história da vida acontece a mesma coisa. O “historiador” dessas disciplinas precisa ter marcos teóricos que orientem sua pesquisa e coloquem os fatos acontecidos em seus devidos lugares. Assim, para entender o Big Bang, a Deriva Continental e o aparecimento dos cisnes, é preciso estar apoiado em marcos teóricos razoavelmente corroborados. Precisamos entender a informação que o resfriamento das estrelas, que o desenho dos continentes e que os registros fósseis nos passam e qual é a relação dessas informações com a história que

queremos reconstruir. São esses princípios, regras, ou modelos que servem de “cimentos teóricos”, como diz Hull (1998, p.264), que nos permitem juntar vários momentos da história numa única narração.

Se as leis gerais servem de “cimento teórico” com relação a problemas nas disciplinas físico-químicas, a teoria da seleção natural é o princípio que conecta espécies numa árvore filogenética e a teoria da Deriva Continental é o modelo que explica os vários momentos da chamada “Dança dos Continentes”. Esses princípios, esses modelos que regem as explicações nessas ciências particulares fazem parte do que anteriormente chamamos de conteúdo teórico dessas ciências. Conteúdo este que, apoiado nas leis físico-químicas, permitem que essas ciências construam explicações particulares, acerca de seus objetos particulares.

A distinção que David Hull faz entre nomes comuns e nomes próprios separa aquilo que é particular e histórico daquilo que é geral e que não é tratado pela história. A partir disso, podemos distinguir elementos históricos e não históricos. Um átomo de ouro é um indivíduo, pode ser um sujeito central de uma narrativa, tem uma história e pode ser caracterizado como um sujeito de nome próprio, distinto de outros. A palavra “ouro” designa uma classe inteira desse elemento de número atômico 79 e caracterizado na tabela periódica pelo símbolo *Au*. Nesse sentido “ouro” não tem história, não é um sujeito particular sobre o qual se pode construir uma narração. Contar a história de um átomo de ouro é realizar uma atividade histórica. Porém, lidar com as generalidades dessa classe, com características, com propriedades comuns a toda a classe chamada ouro, é realizar uma atividade de interesse teórico que não põe nenhum interesse histórico particular em jogo.

No caso da evolução das espécies, a teoria da evolução, a idéia da seleção natural não tem história; trata-se da parte teórica da biologia evolutiva. A evolução de uma espécie particular é que é histórica e a reconstrução dessa evolução, a narrativa dessa evolução particular são as atividades históricas da biologia evolutiva. “A gravidade não tem história,

mas tampouco a seleção natural. As espécies têm história, tal como as galáxias” (Hull, 1975, p.124). Por isso as espécies são caracterizadas por nomes próprios e são sujeitos centrais de uma narrativa, como podem ser cada uma das galáxias.

Hull considera a geologia como uma disciplina histórica, como uma ciência preocupada em reconstruir a história da Terra. A Terra, de fato, é um sujeito central dentro de uma narrativa. O geólogo, quando busca reconstruir os fatos que marcaram a história da Terra, colocando-os ao longo de uma seqüência temporal, no túnel do espaço-tempo, e estabelecendo ligações entre os mesmos, está realizando uma atividade narrativa, uma atividade histórica. Nesse sentido, o interesse da geologia é realmente histórico. Por outro lado, a atividade da geologia não se reduz à reconstrução da história da Terra. Como já comentamos, para reconstruir a história de qualquer sujeito central, é necessário guiar-se por marcos teóricos que liguem os vários momentos desse sujeito ao longo do tempo. O preparo desse “cimento” teórico também é necessário dentro das ciências como a geologia. O marco teórico próprio da geologia compõe-se de generalidades, princípios ou modelos de fenômenos geológicos que guiam o pesquisador em sua investigação. Se o geólogo está interessado em descobrir e testar tais modelos, ele não está preocupado com questões históricas relativas a indivíduos ou sujeitos centrais, mas se volta à compreensão do que é comum em certos fenômenos ou em certa classe de indivíduos. Essa atividade de busca e de compreensão daquilo que é comum dentro de certos fenômenos ou classes de indivíduos é uma atividade que podemos caracterizar como teórica.

Já havíamos apontado essa diferenciação entre objetivos teóricos e objetivos históricos, dentro da atividade investigativa da geologia, no capítulo anterior, quando tratamos da questão dos modelos de explicação nas ciências geológicas. David Hull é um autor que oferece elementos que reforçam essa distinção, mesmo ele próprio considerando a geologia como uma ciência histórica. A distinção que o mesmo faz entre nomes próprios e nomes comuns aponta a diferença entre interesses que existem dentro de uma ciência: o interesse pelo particular e pela sua história e o interesse pelo comum e por sua generalidade

com relação a certa classe. Dentro da geologia, bem como dentro de qualquer outra ciência, podemos identificar diferentes interesses em relação aos objetos de estudo; o interesse pode estar em explicar um fenômeno ou objeto particular, mas também pode estar na identificação daquilo que é comum entre uma classe inteira de indivíduos.

A partir da distinção que David Hull faz entre nomes próprios e nomes comuns, podemos separar atividades históricas e atividades teóricas dentro da geologia. Em se tratando de nomes próprios, com relação a elementos geológicos, podemos dizer que exemplos característicos desses nomes seriam Vesúvio, Itaimbezinho, Jurerê, esta amostra de granito, etc. Paralelamente a esses nomes próprios, teríamos os nomes comuns referentes a esses indivíduos ou fenômenos particulares: vulcão, cânion, praia, granito. Investigar o Vesúvio seria uma atividade histórica se tivéssemos ele como um sujeito central e se estivéssemos interessados em reconstruir a história de suas erupções. Porém, se investigamos o Vesúvio, o Krakatoa, o Etna, e o Mauna Loa, não com a intenção de reconstruir a história desses vulcões, mas interessados no que existe de comum entre eles, nosso interesse é teórico. Da mesma forma podemos diferenciar interesses históricos de interesses teóricos quando investigamos o cânion do Itaimbezinho, a praia de Jurerê ou uma amostra de granito. Podemos estar interessados nas particularidades desses indivíduos ou podemos estar cumprindo mais uma etapa na investigação teórica que busca compreender o que há de comum entre os cânions, entre as praias ou entre os granitos.

A geologia tem o interesse de reconstruir a história da Terra e essa parece ser a atividade dessa ciência que mais ficou evidente durante a sua história. É clássica a figura do geólogo investigando seqüências de estratos como quem folheia as páginas de um livro e nelas se esforça para ler uma história separada em capítulos, com diferentes personagens vivendo os mais diferentes episódios e as mais diferentes situações. Porém, não é tão comum visualizarmos o geólogo como alguém que está preocupado em decifrar o alfabeto no qual a história da Terra está escrita ou como alguém interessado em saber quais as frases que indicam a redação de novas páginas. Voltar pesquisas àquilo que é geral em certos

fenômenos possibilita ao geólogo, não só reconstruir a história a partir de um marco teórico relativamente seguro, mas também prever novos fatos e, com isso, estar preparado para enfrentar tais acontecimentos.

A humanidade sempre buscou evidências que indicassem a possibilidade de desastres naturais como enchentes, deslizamentos, erupções vulcânicas, etc. Também se esforçou (e ainda se esforça) longamente para descobrir jazidas minerais ou fontes naturais de energia que possam vir a ser utilizadas em seu benefício. A investigação e a busca daquilo que é comum em tais domínios proporciona certa segurança e certa garantia de bons resultados nas pesquisas realizadas pelo homem. Dominar a natureza é saber interpretar seus sinais e ler suas evidências. Tal atividade não é uma atividade que busca a singularidade, mas aquilo que é comum em determinado acontecimento e que faz parte do conteúdo teórico de uma determinada ciência.

Arthur Hagner (1970, p. 300) diz que “a coordenação de dados observáveis diretamente com os imperceptíveis, por suplementos mentais, produziu modelos suficientemente úteis para prever a localização de óleo e gás e a presença de minerais no subsolo”. Deve-se considerar que os fatos geológicos são parcialmente observáveis. Os dados que se obtém, na maioria das vezes são fragmentados. A química e a física conseguem isolar elementos em partes menores e testá-los mais facilmente. No caso da geologia, por exemplo, como “é impossível levar uma montanha ao laboratório, a experimentação desempenha um papel menos importante do que aquele que tem na física e na química” (Hagner, 1970, p.300). Por isso, a geologia tenta estabelecer modelos gerais de explicação, que, por analogia, são aplicados na explicação de fenômenos semelhantes. “A escala na geologia varia do submicroscópico ao planetário e desde a estrutura dos cristais até a estrutura da Terra” (Hagner, 1970, p. 299). Para lidar com tão diferentes escalas, o geólogo precisa realizar um grande esforço mental. Esse cientista precisa saber como as leis da natureza agem sobre a configuração terrestre, mas, ao mesmo tempo, precisa entender o resultado da ação de várias leis sobre os mais variados elementos geológicos. Dar-se conta

da complexidade dessa junção entre amplo período de tempo, ampla variedade de elementos geológicos e a ação das várias leis da natureza é o que o geólogo tenta fazer em suas pesquisas.

Com base nessas idéias, podemos dizer que a geologia não pode ser considerada somente como uma ciência de interesse histórico. Suas atividades e seus interesses são bastante variados. Isso faz dela uma ciência que pode ser tanto teórica como histórica. Essa idéia se aplica a qualquer outra ciência que tem como desafio explicar acontecimentos singulares, mas que também precisa construir seu marco teórico que possibilite tais explicações. O geólogo pode estar interessado em explicar um fenômeno particular, mas sua explicação não é simples narrativa. Ele vai a campo com uma bagagem teórica que lhe permite captar informações necessárias para alcançar seu objetivo. Sem tais marcos teóricos, muitas informações importantes para sua investigação podem passar despercebidas. Por outro lado, sua investigação particular pode adicionar informações gerais ao marco teórico de sua ciência. Aos poucos essa bagagem teórica vai engrossando e melhorando as condições de se explicar as coisas. O teórico e o histórico mostram-se, ambos, fundamentais para o crescimento de uma ciência.

CONCLUSÃO

Após analisarmos as diferentes concepções de alguns autores quanto à separação entre ciência teórica e ciência histórica, vemos que a rígida classificação de uma ciência como teórica ou como histórica talvez não seja a classificação mais viável a se fazer. Uma classificação rígida desse tipo parece restringir o campo de análise de determinada ciência a uma predominância do exercício teórico ou do exercício histórico, demasiado significativa em comparação ao outro. Ao que nos parece, qualquer ciência tem seus olhos voltados a atividades teóricas e a atividades históricas. Não só a geologia é um exemplo de ciência de vários interesses tendo em vista problemas teóricos e problemas históricos. A química, a física, a biologia, a cosmologia e todas as outras ciências se preocupam com problemas tanto de um, como de outro tipo.

Realizado o trabalho de investigação acerca da diferenciação entre ciência teórica e ciência histórica e aplicando tais distinções numa análise da geologia, chegamos à conclusão de que a geologia pode ser tanto teórica como histórica. Na verdade, ao invés de buscarmos diferenciar, de forma rígida, ciência teórica de ciência histórica, a distinção mais coerente a se fazer seria a distinção entre uma atividade científica teórica e uma atividade científica histórica. Toda ciência tem, no seu exercício investigativo, esses dois tipos de atividades. Algumas podem enfatizar a atividade teórica, outras a atividade histórica. Até que ponto uma ciência é predominantemente voltada às pesquisas teóricas ou às pesquisas históricas ainda é uma questão que permanece. O fato de muitas ciências, talvez a maioria delas, terem suas atividades históricas em maior número comparado ao número de atividades teóricas parece atribuir a essa ciência uma preocupação maior com os fatos

históricos. Numerar as atividades teóricas e as atividades históricas não parece ser um bom critério para caracterizar uma ciência como predominantemente teórica ou predominantemente histórica. O que parece ser claro nisso tudo é que qualquer explicação científica (pelo menos dentro das ciências naturais) necessita tanto de conteúdo teórico quanto de conteúdo histórico.

Nenhum dos critérios apresentados pelos autores para distinguir ciência teórica de ciência histórica, num primeiro momento, permitia a classificação da geologia como uma ciência teórica. Popper, ao estabelecer o critério de distinção entre os dois tipos de ciência a partir da preocupação de cada uma delas com leis gerais de um lado e com fatos particulares e a aplicação dessas leis de outro lado, parece ter a química e a física como as únicas ciências teóricas. As demais, inclusive a geologia, privadas de leis próprias, apenas aplicam as leis das ciências teóricas na resolução de seus problemas particulares, históricos. Simpson considera aquilo que é próprio da geologia, ou seja, explicação das diferentes configurações da Terra em um dado momento, como uma atividade histórica. Estudar a imanência dos fenômenos, para Simpson, seria algo atribuído à química e à física, das quais a geologia é apenas uma parte. Hull cita a geologia como uma das quatro disciplinas históricas mais importantes junto com a cosmologia, a paleontologia e a história humana. Todas elas, para Hull, se preocupam em narrar a história dos seus objetos de análise: a geologia – a história da Terra; a cosmologia – a história do universo; a paleontologia – a história da vida; a história humana – a trajetória dos acontecimentos da humanidade.

Cada um dos autores, porém, fornece alguns elementos que permitem ver a geologia, assim como qualquer outra ciência, como possuidoras de conteúdo e de interesses teóricos. No pensamento de Popper, identificamos a preocupação que as ciências têm com modelos gerais de explicação. Esses modelos, uma vez testados e corroborados, passam a fazer parte do conteúdo teórico da ciência; e as explicações dessa ciência passam a apoiar-se em tais modelos. Ao apresentar a idéia dos modelos gerais de explicação, Popper nos permite ver elementos teóricos não somente nas leis gerais e nas ciências que se preocupam

com as mesmas. A preocupação com modelos gerais, com estruturas explicativas que se estendem a uma classe de fenômenos, também passa a ser encarada como uma atividade teórica.

Simpson atribui às ciências teóricas a explicação dos elementos imanentes no universo, a saber, as propriedades, os processos e os princípios sempre presentes na natureza. Dentro da geologia, os processos como a erosão, o intemperismo, o vulcanismo, etc., são imutáveis. A explicação de tais processos é feita pela parte da física e da química que se preocupa com os processos geológicos. Exclusivamente da geologia é o interesse pela explicação desses processos em situações particulares, nas diferentes configurações da Terra em determinado momento. Analisamos, porém, que esses processos imanentes não deixam de ser processos geológicos e de interesse da ciência da geologia, apesar de serem explicados com as “ferramentas” da física e da química. Explicar como funciona o vulcanismo, um processo de glaciação ou a formação de um depósito petrolífero é algo que cabe ao geólogo fazer, além de ser um problema de interesse desse cientista e não dos físicos ou dos químicos. Evidentemente o conhecimento físico-químico é algo necessário em tais explicações.

Analisando de forma crítica o pensamento de Hull com relação à ciência da geologia e seu papel dentro das principais “ciências históricas”, chegamos à conclusão de que a geologia não se interessa exclusivamente em narrar a história da Terra. Até porque, para reconstruir a história da Terra, a geologia depende de um marco teórico que não se reduz às ciências da física e da química. Há objetos na natureza que são de interesse da geologia e por ela são explicados. Tais objetos podem ser fatos ou indivíduos particulares (nomes próprios) ou classes inteiras de eventos (nomes comuns), que podem ser estudados independentemente do espaço e do tempo. Como vimos, a noção de processo geológico, por exemplo, não se reduz a alguns eventos particulares, mas se estende a todos os processos de um mesmo tipo. Esse interesse pelo geral é um interesse teórico. Isso faz parte

do conteúdo teórico de uma ciência, conteúdo este que permite explicar fenômenos semelhantes.

O conflito entre uniformitaristas e catastrofistas também parece se resolver. Ao invés de possuir uma visão rígida com relação aos eventos geológicos (ciclicidade ou direcionalidade) o geólogo, hoje em dia, parece optar por um equilíbrio entre as duas visões. Vemos que os eventos geológicos respeitam um padrão de desenvolvimento, mesmo não respeitando uma ciclicidade rígida como pensavam os uniformitaristas. Também não temos uma visão onde cada evento geológico acontece sem precedentes ou encaminhando-se a um determinado ponto. Podemos dizer que terremotos ocorrem, mas nem sempre com a mesma intensidade, nem em direção a uma estabilização cada vez maior das placas litosféricas. Porém, para explicar um terremoto particular, temos que entender o que há de comum a essa classe de fenômenos e quais as condições que desencadearam determinado fato. A visão do geral e do particular, do cíclico e do direcional e único, são elementos importantes na explicação e no entendimento de um fenômeno geológico.

Ao lado das visões que mostravam a geologia como uma ciência, se não exclusivamente histórica, mas com interesse predominantemente histórico, tentamos mostrar a preocupação que a geologia tem de descobrir e corroborar conteúdos teóricos. Toda a explicação e toda a pesquisa histórica da geologia dependem de um conteúdo teórico para se sustentar. Mesmo as pesquisas geológicas voltadas para fins econômicos dependem de marcos teóricos bem corroborados para continuar suas atividades. É o caso das pesquisas realizadas pela nossa Petrobrás. O investimento dessa empresa é imenso no sentido de criar tecnologias e fomentar pesquisas a fim de obter resultados mais seguros e mais precisos na busca pelo petróleo sob o território brasileiro e, mais atualmente, também em outros países. Certamente os técnicos e os cientistas da Petrobrás não contam somente com a sorte para encontrar petróleo, mas buscam no conhecimento de várias ciências, principalmente da geologia, a segurança que precisam para descobrir depósitos do tão valorizado óleo. Isso também acontece com relação às várias companhias ou empresas

mineradoras em todo o mundo. Descobrir jazidas minerais não é mais questão de sorte, mas de conhecimento.

Nossa conclusão de que a geologia, bem como qualquer outra ciência, pode ser tanto teórica como histórica, está baseada na argumentação que construímos a partir da idéia de cada autor apresentado. É preciso perceber que, numa mesma ciência, podem existir diferentes interesses que podem variar de grau de importância de um tempo para outro, ou de um cientista para outro. Identificar, apontar e definir aquilo que é teórico e aquilo que é histórico também são exercícios necessários para dizer quando uma ciência possui, num dado momento e num dado contexto, interesses teóricos ou interesses históricos.

Buscamos, no pensamento dos autores apresentados, as peças necessárias para resolver nosso “quebra-cabeça”. Uniformitaristas, catastrofistas, Popper, Simpson, Hull e outros, nos forneceram elementos importantes acerca do problema da distinção entre ciência teórica e ciência histórica. Como já dissemos, distinguir, de forma rígida, ciência teórica de ciência histórica, talvez não seja a melhor distinção a se fazer. Ao invés disso, distinguimos interesses e atividades teóricas ou históricas dentro de uma mesma ciência. Sendo assim, uma ciência, ao preocupar-se com modelos gerais, com estruturas gerais de explicação, com aquilo que é comum a uma classe de fenômenos, está realizando uma atividade teórica; e se seu interesse está voltado à explicação de fatos particulares, históricos, mesmo recorrendo a conteúdos teóricos, a mesma está exercendo uma atividade histórica.

Torcemos para que este trabalho venha a render frutos dentro de uma área tão pouco trabalhada com é a Filosofia da Geologia. Buscamos estender o interessante trabalho de analisar, de forma crítica, as atividades de ciências tradicionais como a física, a química, a biologia ou a medicina, para a ciência que busca entender melhor o planeta em que vivemos: a geologia. Que a filosofia possa ajudar essa tão importante ciência a crescer cada

vez mais, revendo seus métodos, suas formas de explicar os fenômenos geológicos e a lidar, de forma mais segura, com os mesmos. Afinal, que a geologia possa refinar seu conhecimento olhando-se no espelho da filosofia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, Frank Dawson. *The birth and development of the geological sciences*. New York: Dover Publications, 1954.

BARRYCOX, C.; MOORE, Peter D. *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach*. 4. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1985.

BRADLEY, W.H. “Leyes geológicas”, in Albritton JR.C.C. *Filosofia de la Geologia*. México: Compañía Editorial Continental, 1970, p. 25-38.

CAPONI, Gustavo. La estructura de la comprensión objetiva. *Reflexão*, Campinas, n.61, janeiro/abril/1995, p.131-168.

————— *Como e por qué de lo viviente*. Ludus Vitalis, VIII (14), México, 2000, p. 67-102.

COLLINGWOOD, R.G. *Idea de la historia*. México: Fondo de cultura económica, 1952.

COMPIANI, Maurício. “Uma breve comparação entre as concepções de ciências geológicas analíticas e as concepções dialéticas”. In: LOPES, M. M.; FIGUERÔA, S. M (org). *O conhecimento geológico na América Latina: Questões de história e teoria*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1990.

CUVIER, Georges. *Le règne animal*. Paris: D’Après Son Organisation, 1817.

—————. *Discours sur les révolutions de la surface du globe*. Paris: Troisième Édition Francaise, 1825.

- EICHER, Don L. *Tempo geológico*. São Paulo: Edgard Blücher, 1969.
- GILLULY, J.; WATERS A.C.; WOODFORD, A.O. *Principles of geology*. San Francisco, California: W. H. Freeman & Company, 1957.
- GONÇALVES, Daniel Nunes. “Nos vales profundos do Sul”. *Terra*, São Paulo: Abril, Ano 7, n. 8, ed.76. p 18-29, ago. 1998.
- GOODMAN, Nelson. *Fact, fiction and forecast*. 4. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1983.
- GOULD, Stephen Jay. *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.
- GUNTAU, Martin. “As relações entre passado e presente da Terra como problema epistemológico da geologia”. In: LOPES, M. M.; FIGUERÔA, S. M (org). *O conhecimento geológico na América Latina: Questões de história e teoria*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1990.
- HAGNER, Arthur F. “Aspectos Filosóficos de las Ciencias Geológicas”, in Albritton JR.C.C. *Filosofia de la Geologia*. México: Compañía Editorial Continental, 1970, p.295-305.
- HEMPEL, Carl. *As leis e seu papel na explicação científica*. Filosofia da Ciência Natural. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.
- “A função de leis gerais na história”, in Gardiner, Patrick. *Teorias da História*. 3. ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1984.
- HOLMES, A.; HOLMES D. L. *Geología Física*. Barcelona: Omega, 1987.
- HULL, David. “Sujeitos centrales y narraciones historicas”, in Martínez, Sérgio. *História y explicación en biología*. México: Ediciones científicas universitárias, 1998.

————— Filosofia da ciência biológica. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

KLIMOVSKI, G. *Las desventuras del conocimiento científico*. Buenos Aires: A/Z Editora, 1994.

KANT, Immanuel. *Crítica da razão pura*. São Paulo: Martin Claret, 2001.

LAUDAN, Rachel. *From Mineralogy to Geology: The Foundations of a Science, 1650-1830*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.

LYELL, Charles. *Principles of geology*. Chicago: The University of Chicago Press (Facsimile da primeira edição, 1991). Volume I.

————— *Principles of Geology*. 3.vols. London: J. Murray, 1830-1833. Disponível em: <http://www.esp.org/books/lyell/principles/facsimile/contents.htm>. Acesso em: outubro de 2004.

MARTÍNEZ, Sergio F. *De los efectos a las causas*. México: Paidós, 1997.

MAYR, Ernest. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Universidade de Brasília, 1998.

McALESTER, A. Lee. *História geológica da vida*. São Paulo: Edgard Blücher, 1969.

McINTYRE, Donald. “James Hutton y la Filosofía de la Geología”, in Albritton JR.C.C. *Filosofía de la Geología*. México: Compañía Editorial Continental, 1970, p.11-23.

MENEGAT, Rualdo; FERNANDES, L.A.D. “A nova mente da estratigrafia e os padrões de explicação geológica: Parte 1 – Da classificação estratigráfica à estratigrafia de modelos”. In: I ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDO E BACIAS, 2003, Porto Alegre. *Anais*, Porto Alegre: ILEA/UFRGS, 2003, p. 158-160.

- MENEGAT, Rualdo; FERNANDES, L.A.D. “Historiografia da geologia no Brasil e no Rio Grande do Sul: Breve comentário sobre seus métodos e protagonistas”. *Episteme*, Porto Alegre, v. 1, n.2, p. 105-118, 1996.
- MOSSON, S.F. *História da ciência: As principais correntes do pensamento científico*. Porto Alegre: Globo, 1962.
- MORRIS, Richard. *O que sabemos sobre o universo: realidade e imaginação científica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- NAGEL, Ernest. *The Structure of Science: problems in the logic explanation*. Indianápolis: Hackett Publishing Company, 1984.
- NEWTON, Isaac. Princípios matemáticos da filosofia natural. In. NEWTON. São Paulo: Nova Cultural, 1987. (Os pensadores).
- ORDWAY, Richard J. *Earth Science*. 2. ed. New York: D. Van Nostrand Company Regional Offices, 1972.
- POPP, J.H. *Geologia geral*. 5 ed. Rio de Janeiro; São Paulo: LTC, 2002.
- POPPER, Karl. *A miséria do historicismo*. São Paulo: Cultrix, 1980.
- *Conhecimento Objetivo*. São Paulo: Edit. da Universidade de São Paulo, 1975.
- *A sociedade aberta e seus inimigos*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987, (Tomo 2).
- *A lógica da Investigação Científica*. São Paulo: Abril, 1975.
- *Conjecturas e Refutações*. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1982.

————— *El mito del marco común*. Barcelona: Paidós, 1997.

ROGERS, J. J. W.; ADAMS, J. A. S. *Fundamentals of Geology*. New York and London: Harper & Row, 1966.

SOBER, Elliot. *Philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, 1993.

STOKES, William Lee. *Essentials of Earth History: an introduction to historical geology*. 2.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.

SIMPSON, G.G. “La ciencia histórica”, In: Albritton Jr. C.C. *Filosofia de la geologia*. México: Compañía Editorial Continental, 1970, pp.39-69.

————— “Historical science”, In: Albritton Jr.C.C. *The fabric of geology*. 2. ed. Stanford, California: Freeman, Cooper & Company, 1964, p. 24-48). (Geological Society of America).

————— *O significado da evolução: um estudo da história da vida e do seu sentido humano*. São Paulo: Pioneira, 1962.

SUERTEGARAY, Dirce M.A. *Terra: feições ilustradas*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M.C.M. et al (Org). *Decifrando a terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.