



# Aspectos filosóficos da obra “Princípios de Geologia” de Sir Charles Lyell: uma abordagem inicial

PHILOSOPHICAL ASPECTS OF THE “PRINCIPLES OF GEOLOGY” BY CHARLES LYELL: A STARTER APPROACH

HELly CRISTIAN BRANCO, MSc

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR), CURITIBA, PR, BRASIL.

EMAIL: HELYCRANCO@GMAIL.COM

**Abstract:** The book “Principles of Geology” of the British geologist and naturalist Sir Charles Lyell [1797-1875] permanently changed the way nature is seen, granting Geology the status of science and establishing many of the main epistemological basis present in this field of knowledge until today. This paper analyses some of the main philosophical fundaments of Lyell’s work, focusing on the influences perceived from the works of the philosopher Sir Francis Bacon [1561-1626], whose ideas profoundly marked our comprehension about what experimental science is and how it is made. Amongst the influences on the “Principles”, deserve special attention the theological fundaments, the importance of natural history and experimentation, in addition to the great value attributed to inductive reasoning in the construction of scientific knowledge. It is concluded that a markedly experimental epistemology may be identified in Lyell’s work.

**Resumo:** A obra “Princípios de Geologia” do geólogo e naturalista inglês Sir Charles Lyell [1797-1875] mudou para sempre a forma como a natureza é vista, elevando a Geologia ao status de ciência e estabelecendo várias das principais bases epistemológicas presentes nesse campo do conhecimento até os dias de hoje. Este artigo analisa alguns dos principais aspectos filosóficos que fundamentam o trabalho, com foco nas influências percebidas a partir da obra do filósofo Sir Francis Bacon [1561-1626], cujo pensamento marcou profundamente a compreensão sobre o que é e como fazer ciência experimental. Dentre as influências em “Princípios”, destacam-se o fundamento teológico, a importância da história natural e da experimentação, bem como a valorização do raciocínio indutivo na construção do conhecimento científico. Desse modo, identifica-se uma base epistemológica marcadamente experimental na obra de Lyell.

**Citation/Citação:** Branco, H. C. (2021). Aspectos filosóficos da obra “Princípios de Geologia” de Charles Lyell: uma abordagem inicial. *Terra Didática*, 17(Publ. Contínua), 1-x, e021039. doi: 10.20396/td.v17i00.8666003.

**Keywords:** Philosophy of Science, Philosophy of Geology, Experimental Science.

**Palavras-chave:** Filosofia da Ciência, Filosofia da Geologia, Ciência Experimental.

**Manuscript/Manuscrito:**

Received/Recebido: 13/06/2021

Revised/Corrigido: 25/08/2021

Accepted/Aceito: 21/10/2021



## Introdução

Em 1830, o primeiro dos três volumes da obra “Princípios de Geologia”, escrita pelo geólogo e naturalista inglês Sir Charles Lyell [1797-1875], foi publicado, mudando para sempre a forma como a Terra é vista. De acordo com o naturalista inglês Sir Charles Darwin [1809-1882]:

“[...] o grande mérito dos *Princípios* foi ter alterado por completo o tom da mente da pessoa, e, portanto, quando vendo algo nunca visto por Lyell, essa pessoa ainda veria parcialmente através de seus olhos!” (Secord, 1997, p. ix).

Na obra “A Origem das Espécies”, Darwin faz menção direta à sua importância, caracterizando Lyell como “[...] causador de uma revolução na

ciência natural [...]” (Darwin, 2011, p. 285). No âmbito da Geologia, o livro “Princípios” foi uma obra ambiciosa, propondo-se a estabelecer os fundamentos epistemológicos e científicos desse campo do conhecimento, pretensão que cumpriu com sucesso (Secord, 1997). Para Lyell:

Geologia é a ciência que investiga as mudanças sucessivas que ocorrem nos reinos orgânico e inorgânico da natureza; ela questiona as causas dessas mudanças, e as influências que ela exerceram na modificação da superfície e estrutura externa do nosso planeta<sup>2</sup> (Lyell, [1830-1833] 1997 p. 5).

Em outras palavras, a Geologia constrói seu

1 “[...] the great merit of the *Principles* was that it altered the whole tone of one’s mind, & therefore that, when seeing a thing never seen by Lyell, one yet saw it partially through his eyes” (tradução livre do autor).

2 “*Geology is the science which investigates the successive changes that have taken place in the organic and inorganic kingdoms of nature; it enquires into the causes of these changes, and the influence which they have exerted in modifying the surface and external structure of our planet*” (tradução livre do autor).

conhecimento a partir da observação cuidadosa dos fenômenos naturais e de sua evolução ao longo do tempo, partindo do estudo de casos específicos, ou seja, de observações pontuais, para a elaboração abstrata e geral, tal como no caso das leis e das teorias. Assim torna-se possível entender as leis responsáveis pela evolução e estruturação da Terra, desde o seu surgimento, conhecimento este capaz de se projetar até os dias de hoje. Lyell ainda ressalta a importância da história natural, sendo possível atingir o melhor entendimento do presente somente a partir da compreensão da sucessão de eventos passados tal como no estudo das civilizações humanas, pois, segundo o autor:

Assim como a condição presente das nações é o resultado de várias mudanças antecedentes, algumas extremamente remotas e outras recentes, algumas graduais e outras violentas, tal o estado do mundo natural é o resultado de uma longa sucessão de eventos, e se nós formos expandir nossa experiência da presente economia da natureza, nós precisamos investigar os efeitos de suas operações em épocas passadas<sup>3</sup> (Lyell, [1830-1833] 1997 p. 5).

Em outras palavras, o estado atual das nações é resultado de sua história cultural, sendo cada mudança, por menor e mais distante no passado que seja, fundamental. Para Lyell, os ambientes naturais comportam-se de forma análoga, sendo seu estado atual resultante de uma longa sucessão de eventos naturais em seu passado, ou seja, resultado de sua história natural. A compreensão dessa história seria possível mediante o uso de hipóteses e teorias elaboradas com base em processos e fenômenos atuais, permitindo decifrar os registros do passado (e.g. rochas e estruturas geológicas), e assim recontar a história da Terra, ou mesmo fazer conjecturas sobre seu possível futuro. A esse princípio, resumido na célebre frase “o presente é a chave para o passado<sup>4</sup>”, foi dado o nome de Uni-

3 “As the present condition of nations is the result of many antecedent changes, some extremely remote and others recent, some gradual other sudden and violent, so the state of the natural world is the result of a long succession of events, and if we would enlarge our experience of the present economy of nature, we must investigate the effects of her operations in former epochs” (tradução livre do autor).

4 Embora seja comumente associada a Lyell, essa máxima foi cunhada pelo geólogo escocês Archibald Geikie [1835-1924] em 1905 (Geikie, 1905, p. 299).

formitarismo<sup>5</sup>, sendo uma das bases fundamentais da Geologia até os dias de hoje (mais detalhes nas seções subsequentes).

As bases filosóficas estabelecidas por Lyell foram marcantes nos trabalhos dos naturalistas que o sucederam, sendo perceptíveis mesmo após quase dois séculos de sua publicação original. Tal como qualquer grande obra do conhecimento humano, o “Princípios de Geologia” foi um produto de sua época e, por isso, diversas influências filosóficas podem ser percebidas. A seguir, serão tratadas algumas das possíveis influências e pontos comuns à obra do filósofo Sir Francis Bacon [1561-1626], cujo pensamento marcou profundamente nossa compreensão sobre o que é e sobre como fazer ciência.

## A filosofia de Bacon na obra de Lyell

Diversos paralelos podem ser traçados entre a obra de Lyell e a filosofia desenvolvida por Sir Francis Bacon. Em obras como “Novum Organum”, o filósofo estabelece as bases de um novo fazer científico baseado na observação cuidadosa do meio natural e na experimentação. Para Bacon, “[...] o homem é sujeito e intérprete da natureza, no entanto, vê-se limitado em decorrência ao se agarrar aos obstáculos que o impedem de avançar e desenvolver um conhecimento mais apurado acerca da natureza” (Rhoden & Cunha, 2020, p. 15). Portanto, segundo o autor, é necessário superar as pré-concepções acerca do mundo natural e as limitações impostas por nossos sentidos, ativamente buscando desenvolver instrumentos que permitam decifrar o funcionamento dos fenômenos naturais

5 Além do termo “uniformitarismo”, os termos “uniformismo” e “atualismo” também são usados para se referir às ideias presentes nas obras de Lyell. Os dois primeiros são preferidos por falantes da língua inglesa (no original, “*uniformitarianism*” e “*uniformism*” respectivamente), enquanto o último — ou mais precisamente, variações dele como “*actualism*” e “*actualisme*” — é preferido por falantes de línguas latinas na Europa continental. O termo “atualismo” faz referência às menções as “causas atuais” (“*actual causes*”) dos fenômenos geológicos e merece especial atenção, pois no inglês original a palavra “*actual*” pode remeter tanto a ideia de “atual” ou “do presente momento” quanto à “real” ou “autêntico”; é com esse segundo sentido que Lyell a usa em sua obra. Contudo, vale ressaltar que nenhum dos três termos (i.e. “uniformitarismo”, “uniformismo” e “atualismo”) foram usados pelo autor, mas sim por outros pesquisadores ao defenderem ou criticarem os trabalhos de Lyell (Virgili, 2007).

em sua totalidade. Do modo similar, Lyell defende a importância da observação e experimentação, criticando a falta de embasamento experimental nas teorias de vários de seus predecessores e contemporâneos. Para o geólogo:

Pareceu a eles mais filosófico se especular sobre as possibilidades do passado ao invés de pacientemente explorar as realidades do presente, e tendo inventado teorias sob a influência de tais absolutos, eles foram consistentemente incapazes de testar suas validades pelo critério de concordância com as operações ordinárias da natureza<sup>6</sup> (Lyell, [1830-1833] 1997 p. 352).

Lyell critica o método excessivamente especulativo usado para a elaboração dessas teorias, em grande parte baseadas em hipóteses acerca do passado geológico com pouca ou nenhuma base observacional, impossibilitando a verificação de sua veracidade. Para o geólogo, as teorias devem ter base experimental, isto é, devem ser desenvolvidas com base em observações de fenômenos do mundo natural. A partir destas observações, seria possível traçar hipóteses e teorias gerais, cuja veracidade pode ser verificada a partir da comparação a outros fenômenos naturais; elas podem ser usadas para explicar o funcionamento dos ambientes naturais, em um processo similar ao método indutivo de Bacon, ou mesmo para fazer inferências sobre o futuro (mais detalhes nas seções subsequentes).

Outro ponto ressaltado por Bacon é a importância fundamental da história natural para a compreensão da natureza. Para o autor “o conhecimento é como uma pirâmide, em que a história é a base; assim, na filosofia natural, a base é a história natural” (Bacon, [1605] 1963 v. III, p. 356, apud Zaterka, 2010, p. 131). A concepção do filósofo difere consideravelmente de concepções anteriores, tidas por ele como limitadas e pouco confiáveis. Para Bacon, a finalidade da história natural seria fornecer informações para o intelecto, uma vez que é construída a partir de uma investigação exaustiva e sistemática de todos os dados empíricos relevantes para a compreensão de um determinado fenômeno. Além de observações de ocorrências espontâneas da natureza, incluiria também relatos de experimentos

6 “It appeared to them more philosophical to speculate on the possibilities of the past than patiently to explore the realities of the present, and having invented theories under the influence of such maxims, they were consistently unwilling to test their validity by the criterion of their accordance with the ordinary operations of nature” (tradução livre do autor).

feitos com a intenção de revelar aspectos ocultos do mundo natural, de outra forma imperceptíveis. Por fim, a história natural baconiana é seletiva, pois considera apenas os relatos que de alguma forma contribuem para a compreensão de um fenômeno; ela desconsidera observações neutras, incluindo apenas os “experimentos luminosos”, que objetivam revelar as causas dos processos naturais. Além dos resultados, inclui também registros dos procedimentos experimentais e interpretações relevantes, de modo que todas as etapas de sua elaboração, condução e interpretação possam ser revisadas por todos (Smith, 2017).

Como anteriormente mencionado, tal base filosófica está presente ao longo de todo o texto de Lyell, podendo ser percebida desde as primeiras páginas:

Por meio dessas pesquisas acerca do estado da Terra e seus habitantes em períodos anteriores, nós adquirimos um conhecimento mais perfeito sobre sua *presente* condição e pontos de vista abrangentes a respeito das leis *agora* governando suas produções animadas e inanimadas<sup>7</sup> (Lyell, [1830-1833] 1997, p. 5).

Nesse trecho, Lyell ressalta a importância da história natural, sendo fundamental para o entendimento do presente, em completo acordo com Bacon, ao afirmar que “a história natural deve fornecer luz à descoberta das causas” (Bacon, [1620] 1963 v. IV, p. 22, apud Zaterka, 2010, p. 132). Somente por meio da cuidadosa observação e do entendimento dos registros geológicos do passado, ou dos registros físicos da história natural, é possível entender o funcionamento dos diversos processos ligados ao funcionamento e à evolução dos ambientes naturais nos dias de hoje.

#### A teologia nas Ciências Naturais do século XIX

Tanto Bacon como Lyell desenvolveram trabalhos com fortes bases teológicas. Em Bacon, isso pode ser percebido no próprio “Novum Organum” em aforismos como:

Pois o homem, pela Queda, caiu ao mesmo tempo de seu estado de inocência e de seu domínio sobre a criação. Ambas as perdas, contudo,

7 “By these researches into the state of the Earth and its inhabitants at former periods, we acquire a more perfect knowledge of its present condition and very comprehensive views concerning the laws now government its animate and inanimate productions” (tradução livre do autor).

podem ser em parte remediadas ainda nesta vida; a primeira, pela religião e fé, a última pelas artes e ciências (Bacon, [1620] 1963 v. IV, p. 248, *apud* Zaterka, 2010, p. 129).

Nessa passagem, nota-se a importância central da teologia na filosofia do autor, que

“[...] objetiva atingir [...] uma restauração do conhecimento que o homem possuía antes do pecado original, conhecimento este que, por ter sido dotado pela bondade divina, lhe permitia conhecer plena e, portanto, verdadeiramente, os fenômenos da natureza” (Zaterka, 2010, p. 130).

Desse modo, o homem, por meio da ciência, reganharia seu domínio sobre a natureza conforme o desejo original de Deus. Base similar é encontrada ao longo de toda a obra “Princípios de Geologia” de Lyell, em uma possível tentativa de conciliar o avanço da ciência à forte religiosidade da época. Para Lyell, a correta percepção da grandiosidade do mundo natural seria senão prova da grandiosidade de Deus, pois:

[...] em qualquer direção pela qual seguimos com nossas pesquisas, seja no tempo ou no espaço, nós descobrimos em todo lugar as provas claras de uma Inteligência Criativa, e de Sua previsão, sabedoria e poder<sup>8</sup> (Lyell, [1830-1833] 1997, p. 437).

Possivelmente apenas por meio de uma visão conciliadora como essa, de certa forma adequada, ou ao menos não abertamente conflitante, às visões teológicas vigentes, que avanços significativos na Geologia seriam possíveis nos tempos de Lyell. Ao menos até o séc. XIX, a religião sempre se mostrou como um dos fatores limitantes do avanço da Geologia, incentivando pensadores a alimentarem “visões quiméricas” relacionadas à criação e à destruição de mundos ao invés de interpretações geológicas embasadas no mundo natural (Porter, 1976). Ao incorporar alguns dos elementos fundamentais do cristianismo à sua visão, sobretudo a forte reverência a Deus e à grandiosidade de sua criação, Lyell não só convence as autoridades religiosas da não-perversidade de suas ideias, mas também as torna mais palatáveis ao público de seu

8 “[...] in whatever direction we pursue our researches, wether in time or space, we discover everywhere the clear proofs of a Creative Intelligence, and of His foresight, wisdom, and power” (tradução livre do autor).

tempo, majoritariamente religioso e conservador. Isso, somado ao apelo ao exótico e às maravilhas do mundo natural, também comuns desses tempos, o que resultou na imensa popularidade do livro, e no estabelecimento da Geologia como campo respeitável do conhecimento (Secord, 1997).

## O método indutivo baconiano como base da pesquisa geológica

De forma simplificada, o método indutivo consiste em propor constatações ou teorias gerais a partir de observações pontuais, portanto partindo do específico para o geral. Em sua obra “Magna Instauratio” e no Livro II de “New Organon” Bacon apresenta seu sistema de “verdadeira e perfeita indução,” tido por ele como a base fundamental do método científico e único método que permite alcançar uma interpretação apropriada da natureza (Simpson, 2021). De acordo com Simpson (2021):

O seu método consiste em proceder ‘regular e gradualmente de um axioma para o outro, de forma que o mais geral não seja alcançado até o final.’ Em outras palavras, cada axioma — i.e. cada degrau acima na ‘escada do intelecto’ — é rigorosamente testado por meio de observação e experimentação antes que o próximo passo seja tomado. Em efeito, cada axioma confirmado torna-se uma base de apoio para uma verdade superior, com o axioma mais geral representando o último estágio do processo.<sup>9</sup>

Em outras palavras, Bacon propõe uma versão mais rigorosa do método indutivo, na qual cada etapa de generalização é rigorosamente avaliada de forma a constituir uma base sólida para a construção da seguinte; as generalizações são feitas de forma incremental, de modo a garantir o maior rigor conceitual possível. Para o filósofo, o verdadeiro conhecimento científico é construído sob forte base empírica, sustentada pelo conjunto de experimentos (i.e. observações sistemáticas, rigorosas e detalhadas de fenômenos naturais) que compõe a história natural. Esse método tornou-se uma das

9 “His method is to proceed “regularly and gradually from one axiom to another, so that the most general are not reached till the last.” In other words, each axiom – i.e., each step up “the ladder of intellect” – is thoroughly tested by observation and experimentation before the next step is taken. In effect, each confirmed axiom becomes a foothold to a higher truth, with the most general axioms representing the last stage of the process.” (tradução livre do autor).

principais bases do método científico, com ramificações perceptíveis em todas as grandes obras científicas posteriores, incluindo o livro “Princípios de Geologia.”

A Geologia de Lyell fundamenta-se, mesmo que indiretamente, no raciocínio indutivo baconiano, construindo uma compreensão geral dos processos geológicos responsáveis pela evolução da Terra (i.e. constatações gerais) a partir de um vasto conjunto de observações sobre o funcionamento dos ambientes naturais atuais e da compreensão do registro geológico (i.e. observações específicas). O autor se mostra particularmente rigoroso quanto à aplicação apropriada desse tipo de raciocínio, incluindo críticas quanto ao mal uso em trabalhos contemporâneos ao “Princípios” em diversos trechos da obra. Por exemplo, ao discorrer sobre a transitoriedade da influência humana sobre o meio, e a inevitabilidade de um retorno do meio natural às condições iniciais caso a ação humana venha a cessar, afirma que “[...] se fosse pertinente se traçar tais inferências em relação ao futuro, nós não podemos senão aplicar as mesmas regras de indução ao passado<sup>10</sup>” (Lyell, [1830-1833] 1997, p. 437). Em outro segmento, ao falar das leis da natureza, afirma que sua

“[...] constância imutável sozinha pode nos possibilitar a raciocinar por analogia, pelas regras estritas da indução, respeitando os eventos de tempos anteriores, ou, por meio de uma comparação ao estado das coisas em duas épocas geológicas distintas, a se chegar no conhecimento a respeito de princípios gerais na economia do nosso sistema terrestre<sup>11</sup>” (Lyell, [1830-1833] 1997, p. 102).

Nesse último trecho, há uma das primeiras menções ao raciocínio por analogia, um tipo particular de raciocínio indutivo de enorme importância para a Geologia. Segundo Hess (1966), analogias podem ser definidas como comparações baseadas nas semelhanças entre objetos de estudo distintos. As analogias mais comumente usadas se baseiam

10 “[...] *if it would be reasonable to draw such inferences with respect to the future, we cannot but apply the same rules of induction to the past*” (tradução livre do autor).

11 “[...] *immutable constancy alone can enable us to reason from analogy, by the strict rules of induction, respecting the events of former ages, or, by a comparison of the state of things at two distinct geological epochs, to arrive at the knowledge of general principles in the economy of our terrestrial system*” (tradução livre do autor).

em semelhanças observadas no meio natural, permitindo comparação direta entre fenômenos de interesse, e fenômenos já conhecidos e descritos com precisão apreciável. De modo geral, verifica-se a ocorrência de efeitos previstos por hipóteses concorrentes, sendo a consistência, coerência e consiliência desses efeitos os fatores responsáveis por dar confiabilidade à teoria criada (Baker, 2014). Esse tipo de raciocínio difere dos métodos experimentais fechados tradicionalmente empregados outros campos das Ciências Naturais como a Física ou a Química, nos quais hipóteses são testadas a partir da comparação de asserções teóricas à medições feitas em condições estritamente controladas, i.e. experimentos laboratoriais.

De acordo com Baker (2014), a estrutura lógica desse tipo de análise pode ser dividida em duas etapas. Na primeira, classificam-se as propriedades P1 vinculadas a um fenômeno de interesse F1 decorrente de causas desconhecidas C1 e pertencente a classe geral de fenômenos G. Essa etapa é semelhante à inferência indutiva, baseada tanto em dados estatísticos como na experiência do pesquisador. Na segunda parte, estabelecem-se conexões entre um outro fenômeno F2 (diferente de F1) também pertencente à classe de fenômenos G (que inclui F1). O fenômeno F2 apresenta propriedades P2 equivalentes às do fenômeno F1, com causas C2 muito bem conhecidas. Por também pertencer à classe de fenômenos G, pode-se estabelecer, por analogia, que as causas C2 (conhecidas) do fenômeno F2 têm boas chances de corresponderem as causas C1 (desconhecidas) do fenômeno F1. Isso permite criar hipóteses, posteriormente testadas a partir da exploração das suas consequências. Um exemplo do uso desse tipo de raciocínio é a definição do tipo de ambiente geológico que levou a formação das estratificações cruzadas E1 em um determinado local. Sabemos que estratificações E2 muito similares encontradas em um outro lugar foram formadas por rios. Por analogia, podemos dizer que as estratificações E1, por serem muito similares às estratificações E2 já conhecidas, também foram formadas por rios, ou mais precisamente que muito provavelmente foram formadas por rios.

Atualmente, o raciocínio indutivo baconiano e o raciocínio por analogia configuram duas das principais bases metodológicas da Geologia, integrando o “raciocínio geológico,” i.e. a forma singular de raciocínio usada pelos pesquisadores da área (Baker, 2014). Esse método é consideravelmente versátil e adaptável, permitindo a reconstrução da história da

Terra a partir de um registro incompleto resultante de processos em sua maioria não observáveis em tempo real, de modo geral acessível apenas mediante o uso de análogos.

## “O presente é a chave para o passado”

Entre os séculos XVIII e XIX, a opinião dos filósofos naturais era dividida entre duas teorias antagônicas: o Catastrofismo e o Uniformitarismo. De acordo com o Catastrofismo, a história da Terra é constituída por uma série de fenômenos únicos, que não se repetem. O interesse está nas peculiaridades de cada fenômeno, explicados com base em princípios comprovados da Física, Química e Cosmologia. Em contrapartida, segundo o Uniformitarismo, a história da Terra é constituída por ciclos que se repetem indefinidamente. A partir do entendimento dos processos atuais, seria possível estabelecer leis gerais que permitiriam a plena compreensão do funcionamento e evolução do planeta (Ody, 2005).

Um dos principais defensores do Catastrofismo foi Georges Cuvier [1769-1832]. O zoólogo e naturalista francês foi responsável por importantes contribuições científicas, incluindo a criação das bases do que se tornaria a bioestratigrafia e a criação do conceito de extinção (Faria, 2012). De acordo com o autor, a Geologia seria um caso de física particular ou história natural, uma vez que usa de leis da física e da química para explicar fenômenos específicos (Cuvier, 1817, apud Ody, 2005). O geólogo deveria se ocupar em reconstruir a história da Terra, com isso permitindo a compreensão da história da vida, que seria constituída por uma sucessão de grandes catástrofes ou revoluções responsáveis pela extinção de grande parte das espécies e sua pronta substituição por outras<sup>12</sup> (Ody, 2005). De acordo com 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”. Em outras palavras, baseavam-se no literalismo empírico, com ênfase na leitura direta das evidências geológicas com interpretações mínimas; o registro geológico seria perfeito, com mudanças abruptas nas rochas

12 Para Cuvier, as espécies eram imutáveis. Eventos catastróficos levariam a sua extinção e posterior substituição por novas espécies, sem uma transição gradual entre elas. Isso seria provado como errado por avanços subsequentes na Paleontologia e Biologia (Ody 2005).

correspondendo a mudanças abruptas nas condições ambientais, na fauna e flora do passado.

Lyell, por sua vez, era defensor do Uniformitarismo<sup>13</sup>, teoria originalmente proposta pelo geólogo inglês Sir James Hutton [1726-1797]. De acordo com essa teoria, a história da Terra seria construída a partir de uma eterna sucessão de ciclos de soerguimento, erosão, deposição e consolidação, sendo cada etapa a causa de sua sucessora (Ody, 2005). A partir da interpretação ou leitura dos registros deixados pelos ciclos (i.e. rochas e estruturas geológicas) e da cuidadosa observação de processos modernos, geólogos seriam capazes de compreender a dinâmica e regularidade dos ciclos geológicos, desvendando as leis ou teorias gerais os controlam. Em outras palavras, os meios naturais evoluem gradativamente por meio de mudanças pequenas e constantes, praticamente imperceptíveis na escala de tempo humana, não havendo “[...] nenhum vestígio de um começo, ou promessa de um fim<sup>14</sup>” (Hutton, [1795] 1959, p. 200). Para Lyell, o objetivo do geólogo deveria ser a descoberta das causas verdadeiras (“*vera causa*”) dos fenômenos, pois sua compreensão permitiria a compreensão de outros fenômenos de mesma natureza. Nesse sentido, tal como anteriormente mencionado, o presente seria a chave para o passado, pois, ao se descobrir as causas dos fenômenos atuais, descobriam-se também as causas dos fenômenos passados, e até mesmo a causa de possíveis fenômenos futuros (Ody, 2005).

O Uniformitarismo passou por diversas reformulações e complementações desde sua proposição original. De acordo com Gould (1967), é um tema relacionado às bases científicas da Geologia, composto por dois aspectos distintos e relacionados entre si. O primeiro, denominado de Uniformitarismo Substantivo, parte do pressuposto de que as condições e velocidades dos processos naturais não se alteram (i.e. são uniformes), tendo sido abandonado frente às inúmeras constatações da heterogeneidade dos processos naturais<sup>15</sup> e outras inconsistências. Tal concepção implica uma unifor-

13 O termo “uniformitarismo” foi cunhado em uma análise crítica ao “Princípios de Geologia” feita por William Whewell, cientista contemporâneo a Lyell, e usado desde então para designar essa vertente das Ciências Naturais (Rosenberg, 2020).

14 “[...] *no vestige of a beginning, no prospect of an end*” (tradução livre do autor).

15 Tome-se por exemplo a redução da quantidade de impactos de meteoritos com o tempo, fato facilmente verificável ao se contabilizar e caracterizar crateras de diferentes idades nas superfícies da Lua ou de Marte.

midade nos fenômenos da Terra que só é possível se tais fenômenos repetirem-se cíclica e gradualmente com o passar do tempo. A segunda, denominada Uniformitarismo Metodológico ou Atualismo, parte de dois pressupostos fundamentais às inferências históricas em qualquer ciência empírica: as leis naturais são imutáveis e constantes por todo o espaço, e nenhum princípio hipotético desconhecido deve ser invocado para se explicar um conjunto de observações, uma vez que existem fenômenos observáveis no presente capazes de explicá-las (Gould, 1967, Oliveira et al., 2015). Essa perspectiva, a caracterização e determinação da frequência de ocorrência de eventos geológicos do passado e de seus mecanismos geradores permitiria entender os fenômenos presentes, e até mesmo prever sua possível evolução e/ou acontecimento no futuro (Oliveira et al., 2015). Em outras palavras, as leis da natureza, as causas dos processos geológicos e suas intensidades seriam constantes, não variando ao longo do tempo (Laudan, 1993), permitindo ao geólogo decifrar o registro geológico e contar a história da Terra.

Conceitos originários do Uniformitarismo e do Catastrofismo continuaram a ser aperfeiçoados e expandidos. Sob uma perspectiva estritamente científica, o Uniformitarismo Substantivo foi abandonado por conta da uniformidade de velocidades dos fenômenos na Terra e uma uniformidade de condições implícitas em suas acepções, que nunca foram comprovadas. O Uniformitarismo Metodológico ou Atualismo continuou a ser usado, transformando-se em importante base gnoseológica e epistemológica da Geologia e demais Ciências Naturais. Conceitos derivados do Catastrofismo também passaram por evolução similar, tal como a concepção de Equilíbrio Pontuado<sup>16</sup>, que foi fundamental para o desenvolvimento de áreas como a Paleontologia e mantém-se relevante até os dias de hoje.

## Conclusões

A obra “Princípios de Geologia” de Charles Lyell foi um marco importante na história da Geologia, estabelecendo várias bases epistemológicas e científicas fundamentais desse campo do conhecimento, que continuam sendo respeitadas. Notam-se diversas influências da filosofia de Francis Bacon na obra, como o fundamento teológico,

16 Mais informações a respeito desse conceito podem ser encontradas em Gould (2007).

comum a vários campos das ciências na época; a importância da história natural, vista como um dos fundamentos para o desenvolvimento das ciências naturais, e a experimentação, fundamental para a comprovação e refinamento de hipóteses e teorias, além da valorização do raciocínio indutivo na construção do conhecimento científico. Deste modo, deriva-se uma base epistemológica marcadamente experimental na obra de Lyell. Diversos outros paralelos à filosofia baconiana e de outros filósofos anteriores e contemporâneos a Lyell podem ser feitos, além de inúmeros paralelos ao trabalho de naturalistas que o sucederam.

## Agradecimentos

O autor agradece à professora Débora de Sá Ribeiro Aymoré e ao professor Paulo Vieira Neto, ambos docentes do Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Paraná pela orientação durante o desenvolvimento do trabalho. Em especial, agradece à professora Débora pela supervisão na elaboração do texto, incluindo as inúmeras sugestões de leitura e de redação sem as quais esse trabalho não teria sido concluído. Professores como esses tornam o fazer ciência um processo profundamente inspirador e agradável.

## Referências

- Baker, V. R. (2014). Terrestrial analogs, planetary geology, and the nature of geological reasoning. *Planetary and Space Science*, 95, 5-10. doi: 10.1016/j.pss.2012.10.008.
- Darwin, C. (2011). *A Origem das Espécies e a Seleção Natural*. Trad. Soraya Freitas. São Paulo, Madra Editora. 462p.
- Faria, F. (2012). *Georges Cuvier: do estudo dos fósseis à Paleontologia*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34. 272p.
- Geikie, A. (1905). *Founders of Geology*. 2 ed. Londres, Macmillan. 498p.
- Gould, S. J. (1967). Is Uniformitarianism Useful? *Journal of Geological Education*, 15(4), p. 149-150. doi: 10.5408/0022-1368-XV.4.149.
- Gould, S. J. (1991). *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. Trad. C. A. Malferrari. São Paulo, Companhia das Letras. 224p.
- Gould, S. J. (2007). *Punctuated Equilibrium*. Belknap Press of Harvard University Press. ISBN: 0674024443,9780674024441.
- Hess, M. (1966). *Models and Analogies in Science*. Notre Dame, EUA, Notre Dame University Press. 184p.
- Hutton, J. ([1795] 1959). *Theory of the Earth*. 2 v. Codicote, Wheldon and Wesley.
- Laudan, R. (1993). *From Mineralogy to Geology: The*

- Foundations of a Science, 1650-1830*. Chicago, The University of Chicago Press. 285p.
- Lyell, C. ([1830-1833] 1997). *Principles of Geology*. Edited by Secord, J. A. Londres, Penguin Books. 471p.
- Ody, L. C. (2005). *Teoria e História na Geologia*. Florianópolis: Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina. 105p. (Dissert. Mestrado). URL: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102454>. Acesso 14.10.2021.
- Oliveira, M. J. de, et al. (2015). História geológica e Ciência do Clima: métodos e origens do estudo dos ciclos climáticos na Terra. *Terræ*, 12(1-2), p. 03-26. URL: [http://www.ige.unicamp.br/terrae/V12/T\\_V12\\_1.html](http://www.ige.unicamp.br/terrae/V12/T_V12_1.html). Acesso 21.10.2021.
- Porter, R. (1976). Charles Lyell and the Principles of the History of Geology. *The British Journal for the History of Science*, 9(2). doi: 10.1017/s0007087400014692.
- Rhoden, C. & Cunha, J. (2020). Francis Bacon e René Descartes: a fundamentação da ciência moderna. *Diaphonía*, 6(1), 2446-7413. doi: 10.48075/rd.v6i1.25062.
- Rosenberg, M. (2020). *Uniformitarianism*. ThoughtCo. URL: [thoughtco.com/what-is-uniformitarianism-1435364](https://www.thoughtco.com/what-is-uniformitarianism-1435364). Acesso 14.10.2021.
- Secord, J. A. (1997). Introduction. In: Lyell, C. ([1830-1833] 1997). *Principles of Geology*. Secord, J. A. (Ed.). Londres, Penguin Books. 471p.
- Simpson, D. (2021). *Francis Bacon [1561-1626]*. Internet Encyclopedia of Philosophy: A Peer-Reviewed Academic. URL: <https://iep.utm.edu/bacon/>. Acesso 14.10.2021.
- Smith, P. J. (2017). Ciência, experimento e história em Bacon. *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea*, 5(1), 7-36. URL: <https://philpapers.org/rec/SMI-CEE-2>. Acesso 28.10.2021.
- Virgili, C. (2007). Charles Lyell and scientific thinking in geology. *C. R. Geoscience*, 339, 572-584. doi: 10.1016/j.crte.2007.07.003.
- Zaterka, L. (2010). A longevidade segundo a concepção de vida de Francis Bacon. *Filosofia e História da Biologia*, 5(1), 127-140. URL: <https://www.abfhib.org/FHB/FHB-05-1/FHB-v05-n1-08.html>. Acesso 21.10.2021.