

# A Teoria das Hierarquias e seus fundamentos epistemológicos

Hierarchy Theory and its epistemological grounds

Nei Freitas Nunes-Neto\*, Charbel Niño El-Hani

Departamento de Biologia Geral, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia

\*Contato do autor: nunesneto@gmail.com

**Resumo.** A teoria das hierarquias emergiu, a partir de meados da década de 1960, como resultado de uma convergência de contribuições advindas de diversas disciplinas que compartilhavam à época um interesse pela complexidade, como economia, química e biologia. Da perspectiva da teoria das hierarquias, a complexidade não é considerada uma propriedade dos sistemas naturais em si mesmos e tampouco é concebida como uma propriedade exclusiva da mente humana, mas sim como uma propriedade das questões colocadas por nós, agentes do conhecimento, no processo de observação. A complexidade emerge, pois, na relação entre os sistemas naturais e os sujeitos cognoscentes. Este trabalho realiza uma análise dos fundamentos epistemológicos da teoria das hierarquias, tratando, sobretudo, da possibilidade de embasá-la numa visão anti-realista, como o empirismo construtivo de van Fraassen.

**Palavras-chave.** Hierarquias, complexidade, biologia, anti-realismo.

**Abstract.** Hierarchy theory arose in the middle of the 1960s, as a result of a convergence from contributions of different disciplines that shared an interest for complexity, such as economy, chemistry, and biology. From the perspective of hierarchy theory, complexity is not considered either as a property of natural systems in themselves or as an exclusive property of the human mind, but rather as a property of questions posed by ourselves, as agents of knowledge, in the observational process. Complexity emerges, thus, in the relationship between natural systems and knowing subjects. This work carries out an analysis of the epistemological foundations of hierarchy theory, mainly addressing the possibility of grounding it in an anti-realist stance, such as van Fraassen's constructive empiricism.

**Keywords.** Hierarchy, complexity, biology, anti-realism.

Recebido 25abr11  
Aceito 10out11  
Publicado 15dez12

## Introdução

É um clichê entre biólogos dizer que sistemas biológicos são intrinsecamente hierárquicos e complexos. Apesar de tais afirmações serem muito repetidas, em variados contextos, raramente as expressões que nelas figuram são tomadas como objeto de uma análise mais profunda. Então cabe perguntar: o que significa complexidade nas ciências em geral, e na biologia, em particular? O que significa dizer que um sistema é hierárquico?

Este trabalho objetiva oferecer uma possível resposta a estas questões. Para isso, o caminho do argumento será o seguinte: na próxima seção, apresentaremos brevemente algumas noções gerais acerca da teoria das hierarquias, mais especificamente, por meio do modo como ela interpreta o desenvolvimento de uma pesquisa científica. Em seguida, exploraremos as bases filosóficas desta teoria, apontando principalmente para sua natureza anti-realista.

Por ora, a fim de guiar o leitor, daremos breves definições de alguns termos aqui utilizados, mesmo sendo discutidos em mais detalhes nas seções seguintes. Para

entender o que significa o anti-realismo, vale a pena esclarecer o que significa, em termos muito simples e breves, o realismo científico. O realismo científico é a posição segundo a qual (i) a ciência objetiva construir um relato verdadeiro do mundo e (ii) as entidades inobserváveis (aquelas que não podemos observar diretamente com nossos sentidos, como DNA, elétron etc.) são reais.

Em contraponto às duas teses acima, a posição anti-realista assume (i) que, como uma atividade de construção de modelos, e não de descoberta do mundo, a ciência deve oferecer não modelos verdadeiros, mas sim modelos empiricamente adequados (isto é, que capturem de modo apropriado aspectos da realidade observável, esta a que temos acesso direto com nossos sentidos, sem intermediação de aparelhos como microscópios, por exemplo) e (ii) que as entidades inobserváveis não necessariamente existem, ainda que haja termos na linguagem científica que se refiram a elas.

Neste artigo, argumentamos que a teoria das hierarquias tem uma natureza anti-realista, que pode ser apoiada no empirismo construtivo de Bas van Fraassen,

um importante filósofo empirista contemporâneo. Ainda que nosso foco principal no presente artigo recaia sobre as bases filosóficas da teoria das hierarquias, comentaremos, sempre que possível, algo acerca das implicações deste olhar epistemológico para a prática ou o ensino da biologia.

### Natureza e contexto do pensamento hierárquico

A teoria das hierarquias nasceu como uma área de investigações (e não exatamente como uma disciplina com fronteiras muito bem definidas), no início dos anos 1960, a partir dos trabalhos de vários pesquisadores e pensadores de destaque, como o químico Ilya Prigogine, o economista Herbert Simon (1969) e o epistemólogo e biólogo Jean Piaget. Além disso, as ideias expostas na Teoria Geral dos Sistemas, proposta pelo biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy (1976), desenvolvida desde a década de 1920, inspiraram fortemente aqueles autores.

Em poucas palavras (porque iremos tratar do assunto em mais detalhes abaixo), a posição filosófica assumida pela teoria das hierarquias é intermediária entre o solipsismo e o realismo. Por um lado, esta teoria assume que há uma realidade externa independente da mente humana (negando, portanto, o solipsismo). Porém, por outro lado, para ela, esta realidade não é passível de ser conhecida diretamente e em si mesma, como resultado de um acesso privilegiado ao mundo pelos sentidos, mas apenas por meio da própria mente humana.

Entre os teóricos de hierarquias mais influentes da contemporaneidade, encontramos alguns biólogos. Entre estes, merece destaque T. F. H. Allen, um ecólogo que ampliou sua atuação nas últimas décadas para uma reflexão sobre a atividade científica. Ele é atualmente um dos principais articuladores da teoria das hierarquias e de suas aplicações na ciência da ecologia (ver, por exemplo, Allen e Hoekstra, 1992). Tendo isto em vista, nós utilizaremos, como um modelo para apresentar idéias centrais da teoria das hierarquias, um trabalho produzido por ele, em colaboração com Valerie Ahl.

Para Ahl e Allen (1996, p. 11), a teoria das hierarquias é “a filha de uma fertilização cruzada de disciplinas tradicionais” interessadas na complexidade, como filosofia, psicologia, biologia, termodinâmica e economia. Sobretudo a partir da década de 1960, a criação de tal zona de intersecção entre disciplinas acadêmicas bem estabelecidas, em termos institucionais e metodológicos, permitiu uma fértil troca de idéias e métodos. Tal intercâmbio tem sido um belo exemplo de tentativa de superação das barreiras entre o que C. P. Snow, em 1959, chamou de “As duas culturas” (as humanidades e as ciências naturais). Trata-se de uma busca pela construção de um conhecimento interdisciplinar, o que constitui uma demanda necessária para fazer frente a muitos dos desafios da sociedade contemporânea (como as questões ambientais, por exemplo).

É muito comum uma idéia intuitiva sobre o pensamento hierárquico, a de que ele diz respeito a uma teoria focada principalmente em níveis de organização da realidade (como, por exemplo, os níveis assumidos tradicio-

nalmente no ensino de biologia: celular, histológico, orgânico etc.) Porém, como Ahl e Allen apontam, a teoria das hierarquias não está focada prioritariamente sobre níveis de organização. Em vez disso, ela é “uma teoria do papel do observador e do processo de observação no discurso científico. É uma teoria sobre a natureza de questões complexas” (Ahl e Allen, 1996, p. 27).

Analisemos aqui, brevemente, esta citação de Ahl e Allen, a fim de entender melhor em que consiste a teoria das hierarquias. Um termo chave nesta citação é “complexo”. Ele se refere às questões que nós, sujeitos construtores de conhecimento, colocamos sobre o mundo à nossa volta. Assim, se a complexidade é algo que se atribui às questões, e não aos objetos do mundo diretamente, então podemos pensar que há vários graus possíveis de complexidade que podem estar relacionados a um mesmo objeto, os quais dependerão, é claro, dos interesses, dos valores e do conhecimento prévio do observador. Assim, em última instância, a complexidade do objeto dependerá do tipo de questão que se coloca sobre ele. Tomemos um exemplo de Ahl & Allen (1996) para ilustrar este ponto. Uma cadeira pode ser observada de um ponto de vista simples ou complexo. Uma questão simples sobre uma cadeira seria: qual o limite de carga que uma dada cadeira pode suportar sem se quebrar? Uma questão complexa seria: onde e de que maneira, em detalhes, a cadeira se quebrará? O objeto cadeira, em si mesmo, não muda a partir das questões que colocamos sobre ele. Contudo, ele pode ser *visto como* simples ou complexo, a depender das questões que colocamos.

O tratamento da complexidade como uma propriedade das questões científicas (e não como uma propriedade dos sistemas estudados pelas ciências naturais) nos parece uma tese importante, por estar associada ao anti-realismo da teoria das hierarquias, um argumento que desenvolveremos mais abaixo.

Apesar de nossa concordância com esta concepção sobre a complexidade, discordamos de outro ponto defendido por Ahl e Allen, embora menor. Pensamos que, ao se referir a *um observador individual*, estes autores assumem uma postura excessivamente subjetivista. Parece-nos equivocado falar num sujeito epistêmico único – o que pode conduzir à idéia ingênua, mas frequente no ensino de ciências e na própria imagem social da ciência, de que a ciência é feita por poucos gênios isolados, ou ao menos, de que ela é feita individual, e não coletivamente (ver Gil-Pérez et al., 2001). Ao invés disso, nos parece mais adequado conceber o “observador” como uma comunidade, um grupo integrado de indivíduos que compartilha certos valores cognitivos, epistêmicos, procedimentais, à maneira como pensava, por exemplo, o filósofo Thomas Kuhn (1962), ao tratar do processo de construção de um paradigma.

Isto conduz, necessariamente, a uma ligeira reformulação do argumento colocado por Ahl e Allen. Tomemos o exemplo do filósofo russo Lev Vigotski (1984). Para ele, as funções mentais superiores e, por extensão, o conhecimento individual sobre certo objeto é adquirido a partir de uma internalização de algo que num primeiro momento é compartilhado socialmente. Ou seja, não faz

sentido falar na interação de um sujeito único com determinados objetos, como se isto fosse suficiente para a construção do conhecimento. Faz mais sentido falar numa comunidade epistêmica, uma comunidade de observadores capazes de construir conhecimento, sempre em interação com o mundo natural.

### A investigação científica de acordo com a teoria das hierarquias

Ahl e Allen realizam uma análise do processo de investigação científica de acordo com a teoria das hierarquias, o que ilustra alguns princípios e pressupostos desta. De acordo com os autores, a investigação científica pode ser vista como uma sequência de cinco passos: colocação de uma questão; definição de entidades ou unidades; escolha de medidas; observação de fenômenos; avaliação de modelos.

É importante notar que esta sequência não é uma série rígida de passos, como vemos na descrição algorítmica de um método científico supostamente único e capaz de conduzir à verdade, algo bastante comum em livros didáticos das áreas de ciências naturais, seja no ensino médio, seja no ensino superior (Gil-Pérez e col., 2001). Não se trata da proposição de uma ordem temporal *necessária* da pesquisa, mas de uma reconstrução da *lógica possível* do processo investigativo, a qual pode ser realizada com as idas e vindas próprias de um processo criativo como o trabalho científico. Frequentemente, a criatividade científica redefine as fronteiras entre esses passos ou até mesmo procede de um modo não-linear. De qualquer modo, tal heterogeneidade nos procedimentos científicos não impede que construamos um esquema conceitual abstrato, que possa servir como um marco de referência para a análise de investigações científicas particulares.

Da perspectiva da teoria das hierarquias, certo problema de pesquisa (por exemplo, como ocorreu a coevolução entre a planta *Angraecum sesquipedale* e a mariposa *Xantophan morganii praedicta*?) constitui um ponto de partida para a investigação científica. Os problemas de pesquisa, é importante notar, são construções teóricas da ciência, porque são gerados a partir de análises que os cientistas fazem do corpo de conhecimentos científicos. Há dados em jogo nesta análise, obviamente, mas os dados só fazem sentido à luz do conhecimento teórico construído pela ciência. Ou seja, ao dizer que a ciência tem início com um problema de pesquisa (como colocou Karl Popper e muitos outros filósofos depois dele), estamos dizendo automaticamente que ela não se inicia meramente com a observação dos fenômenos. Este ponto é importante, na medida em que oferece um contraponto necessário a uma idéia ingênua, ainda muito forte na concepção de ciência de muitos cientistas, professores e estudantes de ciências, de que a atividade científica se inicia com a observação de fenômenos.

A ambiguidade de significado proporcionada pela observação da imagem do pato-coelho (Fig. 1) é um recurso didático para mostrar que não vemos absolutamente nada de uma perspectiva não-cognitiva, e tampouco de

uma perspectiva não-teórica. Se alguém a quem é mostrada esta imagem diz “eu vejo um pato” ou “eu vejo um coelho”, as próprias noções de “pato” e “coelho” e de tudo o que eles podem significar são pressupostas em tais proposições de observação.

Imagine a seguinte situação: duas pessoas diferentes, digamos, João e Maria, dizem respectivamente, quando mostramos a imagem, “eu estou vendo um pato” e “eu estou vendo um coelho”. Apesar de “verem” objetos diferentes (supondo que João e Maria não apresentam qualquer patologia relacionada à visão ou ao processamento de imagens no cérebro), a imagem nas retinas de João e Maria é essencialmente a mesma, correspondendo a certa disposição de traços e manchas escuras num fundo branco. As imagens em si mesmas não são dotadas de significado. Ou seja, se eles possuem a mesma imagem na retina, mas dizem que vêem coisas diferentes, há algo *além da imagem na retina* que é responsável pelo ato de ver. Portanto, o ato de ver, em nós, pressupõe a cognição; e de maneira inescapável. É ela, com seus conceitos, modelos, expectativas, experiências pretéritas, que orienta tudo o que é e pode ser “visto” (ver, por exemplo, Hanson, 1965).

Desse modo, notamos que a colocação de uma questão ou problema de pesquisa, derivada de uma análise do conhecimento estabelecido (que é teórico, por natureza), é o ponto de partida para qualquer investigação científica. Em termos mais concretos, podemos situar materialmente a colocação de questões na cognição humana, dependente, por sua vez, do contexto sociocultural. É ela que permite ver e ver é perceber algo a partir de uma perspectiva cognitiva e socialmente orientada.

Analisemos agora o próximo passo da investigação científica, de acordo com Ahl e Allen. Qualquer questão ou problema de pesquisa, como apontam estes autores, pressupõe certas entidades, uma vez que nos problemas de pesquisa necessariamente aparecem termos que se referem a tais entidades. No caso do problema de pesquisa apresentado acima, podemos reconhecer pelo menos a referência a duas entidades: a planta *Angraecum sesquipedale* e a mariposa *Xantophan morganii praedicta*. A questão contempla ainda um processo não observável, a coevolução, ainda que possa ser observada a interação ecológica efetiva entre certo inseto e certa planta.

Na descrição da atividade científica de acordo com a teoria das hierarquias, Ahl e Allen (1996) dividem as en-

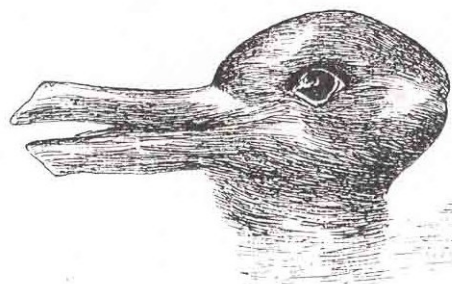


Figura 1. O pato-coelho. Ver é perceber algo a partir de uma perspectiva cognitiva e socialmente orientada. Fonte: Jastrow (1899)

tidades cujos termos figuram nas questões científicas em dois tipos, tangíveis e intangíveis. Grosso modo, tangível é aquilo que pode ser acessado diretamente pelos sentidos humanos (pode ser visto, tocado, etc., como dito acima, de maneira mediada pela cognição). Por sua vez, intangível é aquilo que não pode ser acessado diretamente pelos sentidos, mas apenas através de aparatos tecnológicos (como o microscópio eletrônico). Apesar de estes autores se limitarem a entidades (normalmente entendidas como objetos), pensamos que vale a pena considerar e, assim, aplicar a distinção também a processos, o que representa uma ampliação do alcance do argumento daqueles autores. Assim, no caso da questão acima, podemos qualificar a planta *Angraecum sesquipedale* e a mariposa *Xantophan morganii praedicta* como entidades tangíveis, enquanto o processo de coevolução pode ser qualificado como intangível. Outros exemplos de entidades ou processos tangíveis podem ser uma mosca ou a predação de uma anta por uma onça pintada. Exemplos de entidades ou processos intangíveis podem ser o elétron, a seleção natural ou o nicho ecológico.

Esta distinção entre tangíveis e intangíveis é, de fato, essencialmente uma mesma que é feita classicamente na filosofia da ciência, ainda que com outra terminologia (Dutra, 2009; van Fraassen, 1980). Neste âmbito, filósofos têm distinguido entre entidades observáveis e inobserváveis e boa parte das discussões filosóficas sobre o realismo científico têm se dado sobre a possibilidade ou a legitimidade de tal distinção. Não discutiremos esta questão a fundo aqui; desejamos apenas apontar a similaridade da distinção em pauta nas duas áreas<sup>1</sup>.

Outra distinção feita por esses autores, bastante útil para o modo como podemos estruturar a prática científica no que tange à definição das entidades e dos processos, é a separação entre imagem e fundo (*figure vs. background*). Imagem é toda parte do campo observacional que é tratada como significativa, dotada de significado, enquanto fundo é todo o resto. Tanto imagem quanto fundo - nos dizem Ahl e Allen - são o produto de pressuposições, questões, valores, conhecimentos, expectativas de um observador. Ter clareza sobre o que é imagem e o que é fundo em uma investigação científica, algo que se pode fazer ao propor o próprio problema de pesquisa, permite organizar e pré-definir uma série de passos metodológicos da pesquisa (relacionados com medições, por exemplo), assim como evitar a adoção por parte do cientista de posições epistemológicas ingênuas ou equivocadas, como comentaremos mais abaixo.

Ahl e Allen propõem uma analogia bastante ilustrativa para esclarecer a distinção entre imagem e fundo.

1 Ahl e Allen se perguntam se a investigação muda em função de lidar com tangíveis ou intangíveis. De acordo com estes autores, a resposta é um enfático não. Para eles, tanto tangíveis quanto intangíveis são obtidos pelo mesmo processo fundamental: em nenhum caso, eles são dados pelo mundo, mas são produzidos por operações de distinção que são dependentes da cognição. Entretanto, Ahl e Allen não tomam em consideração o debate filosófico sobre o realismo científico, algo que consideramos em alguma medida neste artigo, e que constitui um dos focos de nossa pesquisa sobre a teoria das hierarquias.

Imagine uma rede de pesca, com uma malha de tamanho  $x$  (Fig. 2). A malha captura peixes de certo tamanho, digamos,  $z$ , mas não captura os peixes de tamanho muito menor que  $z$ , porque estes passam por entre a malha, escapando, ou peixes de tamanho muito maior que  $z$ , porque estes são grandes o bastante para que não fiquem retidos na rede. Os peixes de tamanho  $z$  são, portanto, idealmente, a imagem, enquanto os outros, muito pequenos ou muito grandes, são parte do fundo não significativo, dada a rede em questão.

É evidente que imagem e fundo são conceitos relativos aos estados do sistema cognitivo individual e do desenvolvimento do conhecimento científico numa dada época. Por exemplo, se aceitarmos a analogia da rede como um instrumento da cognição, então uma rede com malha mais estreita tomaria como imagem os peixes de tamanho muito menor que  $z$ , enquanto todo o resto seria

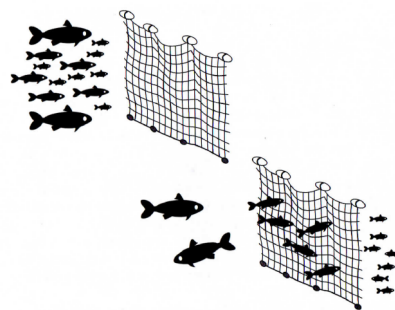


Figura 2. Uma rede de pesca, com sua malha característica, como uma metáfora do sistema cognitivo coletando informações. A imagem é o que a rede captura, enquanto o fundo é todo o resto (Imagem retirada de Ahl e Allen, 1996, p. 56).

tratado como fundo, uma situação diferente da anterior.

Estas considerações sobre imagem e fundo, como parte da teoria das hierarquias, nos permitem comentar sobre um erro comum, que é derivado de assumir que os termos usados na linguagem científica se referem sempre a entidades reais. Trata-se dos debates sobre a realidade de uma dada entidade intangível. Na ecologia, por exemplo, por vezes os ecólogos discutem se as comunidades ecológicas são reais ou não. Contudo, este questionamento não faz sentido, já que entidades não são o produto *apenas* do mundo em si mesmo, mas são construídas por uma comunidade epistêmica (os ecólogos) em interações com o mundo dos fenômenos. Cabe apontar ainda que tal visão, fortemente realista, quando usada no ensino de ciências, tende a reificar<sup>2</sup> entidades abstratas.

Sintomaticamente, mesmo não sendo assumida sua correspondência a algo no mundo, uma entidade, como construto de uma comunidade científica, pode cumprir um papel útil na pesquisa. Por exemplo, quando o con-

2 Em termos simples, reificar algo significa transformar este algo em substância. Em outros termos, é o mesmo que atribuir uma natureza material a certas entidades ou noções que não são materiais, mas sim abstratas. Para o filósofo francês Gaston Bachelard (1996), a reificação, denominada por ele “substancialismo”, foi um obstáculo epistemológico importante para o avanço do conhecimento científico na idade moderna.



ceito de gene foi introduzido por Johannsen, em 1909, ele próprio e a maioria dos geneticistas o concebiam como um termo útil sem correspondente material claramente estabelecido, a ser usado como uma unidade de cálculo (Johannsen, 1909. Ver Falk, 1986, Wanscher, 1975). Isso não tornou, certamente, o conceito de gene menos útil, como atesta o rápido progresso da genética clássica nos anos que se seguiram à sua proposição.

Em suma, ao considerar as entidades e os processos como o produto das decisões de uma comunidade científica, em interação com o mundo natural, é bloqueada desde o início uma possível linha não produtiva de discussão, focada em saber se a entidade ou o processo é real ou não. Conforme argumentaremos mais à frente, este argumento pode ser construído dentro da teoria das hierarquias, desde que estabeleçamos devidamente seus fundamentos anti-realistas, o que começaremos a fazer na próxima seção.

Uma vez que as entidades e os processos de interesse estejam definidos, o próximo desafio se relaciona ao modo de operação ou às atividades que eles exibem (que daqui em diante chamaremos simplesmente de “comportamentos”). O comportamento é capturado a partir da mensuração das mudanças nos estados da entidade ao longo do tempo. Determinar quais entidades e comportamentos são observados depende, assim, da escala dos protocolos de medida escolhidos. Uma vez que estas decisões sejam feitas, o comportamento do sistema começa a fazer sentido.

Uma vez que uma demarcação de entidades e/ou processos e um regime de mensuração estejam fixados, o fenômeno observado, em vez dos próprios observadores, é responsável pelas mudanças de estado. O protocolo de medidas deve capturar a frequência (isto é, a taxa de ocorrência) dos comportamentos. Normalmente, comportamentos de baixa frequência estão em níveis de organização mais elevados, enquanto comportamentos de alta frequência estão em níveis menos elevados. De certa forma, quanto a este ponto, a teoria das hierarquias formaliza uma idéia intuitiva: de que coisas pequenas são mais rápidas e duram menos, enquanto coisas maiores são mais lentas e duram mais. A formalização da intuição ocorre pela compreensão de que níveis hierárquicos num modelo podem ser ordenados de acordo com as frequências de comportamento das entidades que os constituem. Neste sentido, totalidades têm frequências de comportamento maiores e é por isso que incluem as partes, as quais exibem frequências de comportamento menores. Pensemos, por exemplo, num filhote de elefante e em suas células epiteliais. Num período de um ano, supondo que os comportamentos de uma célula reunidos num ciclo celular completo se estendam por 1 dia, teremos cerca de 365 ciclos celulares. Por sua vez, o elefante, que é a totalidade, neste mesmo período de tempo de um ano, teve relativamente muito menos alterações em seus comportamentos (por exemplo, sendo um filhote e não tendo atingido a idade reprodutiva, ele não se reproduziu), se comparado às suas células. Isso ocorre por que os comportamentos têm ritmos distintos, a depender do nível de organização considerado. A teoria das hierarquias coloca grande ênfase sobre este ponto, ao

sustentar que a própria relação todo-parte decorre destas diferenças de frequência de comportamento.

Uma vez que o comportamento do sistema tenha sido registrado por um protocolo de medidas, apenas algumas mudanças de estado serão consideradas interessantes. Assim, no protocolo de medidas, os comportamentos que se visa mensurar são a imagem, enquanto o resto é tomado como fundo, de acordo com a distinção imagem/fundo discutida acima.

À escolha das medidas, segue-se a observação dos fenômenos, o quarto passo da descrição da atividade científica feita por Ahl e Allen. Neste ponto, eles exploram uma metáfora para explicar o processo de observação na ciência. Imagine uma teia de aranha. Nesta analogia, a aranha é como uma comunidade de cientistas e a teia é como uma rede teórica. A captura de um besouro comestível, por exemplo, como algo novo na rede, é análoga a um cientista fazendo uma observação. O conserto de uma teia rompida por um inseto comestível, ou por gotas de chuva, é análogo ao trabalho da ciência normal kuhniiana. Neste caso, a estrutura da rede sofreu um abalo que, normalmente, pode ser consertado apelando-se aos métodos convencionais.

Entretanto, o que acontece se um passarinho ou um objeto de tamanho similar colide com a teia? Uma alteração profunda acontece, o que corresponde à destruição de toda uma teoria ou à crise de um paradigma. Proceder com um mero reparo na teia pode ser insuficiente para dar conta de tais prejuízos, razão pela qual a aranha pode buscar construir uma nova teia. Da mesma forma, se certa teoria ou certo paradigma não mais atende às necessidades dos cientistas, por conta do acúmulo considerável de anomalias não resolvidas, se faz necessário o uso de outro construto teórico, alternativo. Grosso modo, isso corresponde à mudança paradigmática para Kuhn (1962).

No exemplo acima, há um tipo de seleção no processo, de filtragem do que deve ser fenômeno significativo para o modelo. Ou seja, nem tudo o que cai na teia é bom para a aranha. Do mesmo modo, nem tudo o que pode ser observado é bom para um determinado cientista, imbuído da tentativa de dar conta de um problema de pesquisa específico. Este pode ser, inclusive, o momento de revisar as entidades e os processos demarcados e, quiçá, a própria questão colocada.

Situar a observação neste ponto, e não em um momento anterior da investigação científica, é bastante salutar, em vista da renitência de uma visão empirista ingênua no ensino de ciências. De acordo com tal visão, há *um único método científico, que sempre se inicia com a observação*. Ainda que não em forma tão ingênua, um empirismo exagerado também marca, com frequência, a formação dos próprios cientistas, que, muitas vezes, consideram que o sucesso ou fracasso das teorias e hipóteses depende somente de seu confronto com os dados empíricos. A observação é importante e, sem ela, não há ciência; porém, ela só é possível de um ponto de vista teoricamente situado. Os dados resultantes da observação são importantes, porém eles não são o propósito da ciência, nem decidem por si só o destino das teorias. Dito de outro modo, dados

empíricos são condição necessária, mas não suficiente, para a aceitação e rejeição de teorias. Eles são razões que movem os cientistas quanto aos seus juízos sobre teorias, mas são somente parte das razões invocadas num processo argumentativo, situado na arena social da comunidade científica e enovelado com processos externos à ciência (vinculados ao financiamento, a ideologias etc.), do qual depende, em parte, o sucesso ou o fracasso das teorias (porque, afinal, a natureza sócio-histórica da mudança teórica implica também fatores irracionais). Por isso mesmo, há algo mais a tratar como parte da atividade científica, que está para além da observação dos fenômenos, ou coleta de dados. Em parte, isso foi o que mostramos aqui.

Finalmente, os modelos científicos, construídos por meio de procedimentos como os descritos por Ahl e Allen, são avaliados em função de sua adequação empírica e de sua capacidade de representação, explicação e previsão de fenômenos. No que concerne à construção e à avaliação de modelos, parece-nos que a perspectiva epistemológica da teoria das hierarquias é bastante próxima de um ponto de vista anti-realista, como aquele do empirismo construtivo de van Fraassen, conforme discutiremos a seguir.

### O debate entre realistas e anti-realistas em filosofia da ciência

Aqui, consideraremos os fundamentos filosóficos da teoria das hierarquias, mais especificamente, suas bases anti-realistas. Para isso, será necessário abordar, ainda que minimamente, o debate entre realistas e anti-realistas na filosofia da ciência, que já mencionamos brevemente acima.

O realismo científico tem sido uma posição forte entre filósofos da ciência e cientistas naturais. Uma reação importante à hegemonia do realismo, talvez a mais importante da filosofia contemporânea, foi a de Bas van Fraassen. Em seu livro de 1980, *A Imagem Científica*, podemos dizer que van Fraassen constrói seu argumento em duas partes principais. Uma primeira parte é destinada a atacar fortemente o realismo científico e uma segunda, a apresentar uma visão alternativa a ele.

Do ponto de vista de van Fraassen, para os realistas, a “ciência visa dar-nos em suas teorias um relato literalmente verdadeiro de como o mundo é, e a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira.” (van Fraassen, 1980, p. 27).

A posição de van Fraassen, construída contra o realismo, é denominada por ele empirismo construtivo. É um empirismo porque, para ele, os juízos (isto é, as crenças) dos cientistas que importam para a aceitação de uma teoria científica devem ser apenas juízos sobre entidades e processos observáveis (que são equivalentes aos tangíveis, na terminologia da teoria das hierarquias). Isto é, os cientistas não devem assumir compromissos metafísicos acerca da existência ou inexistência de entidades e processos inobserváveis (ou intangíveis, na terminologia da teoria das hierarquias) ao fazer juízos epistêmicos, ou seja, aqueles que estão subjacentes à aceitação das teorias. Note-se que os cientistas podem, por outro lado, assumir tais com-

promissos – acrescentamos – no que diz respeito a outros juízos, por exemplo, juízos pragmáticos relativos às vias mais poderosas para o desenvolvimento de uma teoria.

Assim como falamos de dois tipos de juízos que os cientistas podem ter: epistêmicos e pragmáticos, podemos falar também em dois tipos de virtudes: epistêmicas e pragmáticas. As virtudes são qualidades das teorias. As virtudes epistêmicas, em particular, dizem respeito àquelas qualidades presentes nas teorias que são razões pelas quais os cientistas as aceitam. Exemplos são a adequação empírica (que explicaremos mais à frente) ou a crença de que os termos que se referem a entidades ou processos inobserváveis (como DNA, elétron etc.) se referem a entidades ou processos reais. Por sua vez, para van Fraassen, as virtudes pragmáticas não estão presentes no domínio da própria construção das teorias, nem da sua aceitação, mas sim no domínio da aplicação da teoria ao mundo. Normalmente, elas ganham saliência nas atividades de explicação e previsão da ciência. Estas consistem na aplicação de modelos a casos particulares, os quais, por isso mesmo, só podem ser compreendidos em contextos específicos.

Para van Fraassen, os realistas vão longe demais ao usar, como razão para aceitar as teorias científicas, a tese de que as entidades e os processos inobserváveis postulados na linguagem científica são reais. Tais supostas entidades ou processos, para ele, não necessariamente existem, ou, ao menos, a questão da sua existência ou não é destituída de importância no que cabe aos juízos epistêmicos subjacentes à aceitação de uma teoria. Isso implica que sua posição é mais parcimoniosa, mais econômica do que a posição realista.

Uma analogia com a crença em Deus pode ajudar neste ponto. A posição de van Fraassen é similar à de um agnóstico, que não afirma nem nega a existência de Deus, como fazem respectivamente os teístas ou ateus, mas, em vez disso, suspende seu juízo sobre a existência de tal entidade. Da mesma forma, para van Fraassen, é irrelevante qualquer juízo sobre inobserváveis no que se refere à aceitação de teorias, devendo-se ser agnóstico quanto aos inobserváveis ao julgar tal aceitação. Todos os juízos que importam para a aceitação das teorias devem ser voltados para as entidades observáveis apenas.

Por sua vez, a qualificação “construtivo”, usada para designar a posição deste filósofo, se deve ao fato de que, para ele, a ciência é uma atividade de *construção* de modelos, e não uma atividade de descoberta. Esta idéia, similar à de Thomas Kuhn (1962), significa que os modelos não são o resultado de processos de descoberta sobre o mundo, nem almejam a verdade. Do ponto de vista de van Fraassen, os modelos são construções humanas que visam interpretar, explicar, prever fenômenos, devendo apenas ser *empiricamente adequados*, uma exigência menor do que a dos realistas. Assim, diz-se que uma teoria é *empiricamente adequada* quando ela possui ao menos um modelo com sub-estruturas empíricas isomorfas (i.e., em correspondência direta) com o conjunto de *todas* as aparências (fenômenos observáveis). Esse isomorfismo que ao menos um dos modelos deve possibilitar é o que permite, segundo van Fraassen, que a teoria dê conta dos fenômenos (por

definição, aquelas entidades ou processos observáveis). Em outras palavras, é necessário que o modelo represente adequadamente estes fenômenos, constituindo uma imagem científica do mundo (daí o título do livro de van Fraassen, "A Imagem Científica"). Isso significa que todos os juízos que importam para a aceitação das teorias devem ser voltados para as entidades observáveis apenas. De outro lado, juízos sobre entidades inobserváveis não são necessários, do ponto de vista de van Fraassen, para determinar a aceitação ou não de uma teoria científica, por certo grupo de cientistas.

Vale lembrar que tais juízos podem ter outros papéis, pragmáticos, no trabalho científico, como ilustramos acima, com os juízos sobre as vias mais poderosas para o desenvolvimento de uma teoria. Pode ter sido mais poderoso, por exemplo, desenvolver a genética em suas primeiras décadas sem assumir uma hipótese sobre a existência dos genes como entidades materiais. Contudo, em período posterior da história da genética, foi mais poderoso assumir a existência material do gene, o que pavimentou, por exemplo, o caminho para a construção do modelo da dupla hélice (El-Hani, 2007). Estes não são, no entanto, juízos epistêmicos, que são aqueles pertinentes, para van Fraassen, à aceitação de uma teoria. Trata-se de juízos de outra ordem, conforme distinção que fizemos acima.

A posição de van Fraassen no cenário filosófico atual pode ser melhor compreendida se adotarmos como referência uma análise empreendida por Ian Hacking (1983), para o qual há dois debates separados sobre o realismo científico, que frequentemente aparecem misturados nas discussões filosóficas. O primeiro é um debate sobre o papel que a noção de verdade tem na avaliação das teorias científicas, ou seja, na determinação de juízos sobre sua aceitação (denominados acima 'juízos epistêmicos'). O segundo debate está relacionado ao estatuto ontológico (isto é, existencial) das entidades inobserváveis postuladas na linguagem científica, como, por exemplo, elétron, gene ou DNA. Van Fraassen se qualifica como um anti-realista nos dois campos, ou seja, é um anti-realista de entidades (os inobserváveis não necessariamente existem, devendo-se ser agnóstico a seu respeito) e de teorias (as teorias científicas não visam à verdade, mas apenas à adequação empírica).

### Os fundamentos anti-realistas da teoria das hierarquias

A partir daqui, então, começaremos a discutir com mais nuances a proximidade entre a teoria das hierarquias, tal como formulada por Ahl e Allen, e a filosofia de van Fraassen. A teoria das hierarquias pretende assumir uma posição anti-realista, intermediária entre o solipsismo e o realismo. Nas palavras de Ahl e Allen, a teoria das hierarquias "não afirma o solipsismo, uma filosofia que declara que tudo é uma questão de construção humana. Para o solipsismo, não há mundo lá fora, porque tudo é uma construção humana" (Ahl e Allen, 1996, p. 74). Aqui, os autores desejam afastar-se do solipsismo, a idéia de que o mundo físico é uma criação da mente apenas, ou seja, de

que não há uma realidade externa independente de nós.

Em outra passagem, os autores explicitam um pouco mais os fundamentos de suas posições: "Nossa posição é que há provavelmente um mundo onde há existência, mas as coisas não existem como coisas lá fora. Nós nunca temos acesso ao mundo, mas aprendemos a partir de uma interação com ele" (Ahl e Allen, 1996, p. 74).

Esta é a posição intermediária entre o solipsismo e o realismo a que já nos referimos na Introdução.

É possível mostrar que a teoria das hierarquias, situada assim entre o solipsismo e o realismo, pode receber um fundamento adequado na perspectiva anti-realista de van Fraassen. Essa empreitada permite formular em termos epistemológicos mais consistentes a teoria proposta por Ahl, Allen e outros.

Quanto às entidades e aos processos postulados pela ciência, podemos assumir, da perspectiva da teoria das hierarquias, que os inobserváveis (ou, em seus termos, intangíveis) não necessariamente existem (ou, ao menos, que sua existência ou inexistência é sem importância para os juízos epistêmicos), seguindo a posição de van Fraassen. Ou seja, o juízo sobre a existência das entidades e dos processos intangíveis postulados pelos modelos científicos seria irrelevante para a aceitação ou a rejeição desses modelos, bem como da teoria que os inclui. Este ponto não é suficientemente elaborado pelos autores que têm trabalhado com o pensamento hierárquico. Trata-se, então, de dar passos adiante na epistemologia associada ao pensamento hierárquico, buscando embasar suas teses no anti-realismo de entidades, que é parte do empirismo construtivo de van Fraassen.

Quanto à verdade, a teoria das hierarquias aceita sem problemas que a ciência não objetiva a verdade, nem a descoberta de um mundo para além dos fenômenos, mas é uma atividade de construção de modelos, que são avaliados por suas virtudes pragmáticas (ou seja, por suas consequências práticas, aplicadas), como poder preditivo e explicativo, e também por suas virtudes epistêmicas, como a adequação empírica. Isso significa que a teoria das hierarquias também pode receber um fundamento no anti-realismo de teorias, compartilhado por filósofos como Hacking e van Fraassen<sup>3</sup>.

### Considerações finais

À guisa de conclusão, podemos dizer que a construção de um fundamento anti-realista para a teoria das hierarquias somente será realizada satisfatoriamente como parte de um programa de pesquisa filosófico e, portanto, demanda muito amadurecimento. Estamos, portanto, dando apenas um passo neste sentido no presente artigo.

De nosso ponto de vista, o trabalho filosófico no que concerne à teoria das hierarquias deve ter um duplo objetivo, em particular no que tange à biologia. De um lado, é necessário analisar e explicitar os fundamentos epistemológicos da teoria das hierarquias (como seu viés anti-

3 Não se deve, contudo, perder de vista que Hacking é um realista de entidades, em contraste com van Fraassen. Ver Hacking (1983).

-realista). De outro lado, é importante derivar implicações possíveis – ou analisar aquelas já existentes – da teoria para o ensino e a prática da biologia. Aqui, demos apenas um primeiro passo no sentido de clarificar os fundamentos filosóficos desta teoria.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESB, à CAPES e ao CNPq por financiamentos que proporcionaram a realização deste estudo, e a Dália Conrado e a Leopoldo Marchelli, pelas sugestões para melhoria do texto.

## Referências

- Ahl V e Allen T. 1996. Hierarchy theory: a vision, vocabulary, and epistemology. New York: Columbia University Press.
- Allen T e Hoekstra T. 1992. Toward a unified Ecology. New York: Columbia University Press.
- Bachelard G. 1996. *A formação do espírito científico: contribuição para uma Psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Dutra LH. 2009. Introdução à teoria da ciência. Florianópolis: Editora da UFSC.
- El-Hani CN. 2007. Between the cross and the sword: the crisis of the gene concept. *Genetics and Molecular Biology* 30(2): 297-307.
- Falk R. 1986. What is a gene? *Studies in the History and Philosophy of Science* 17: 133-173.
- Gil-Pérez D, Montoro IF, Alís JC, Cachapuz A e Praia J. 2001. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação* 7 (2): 125-153.
- Hacking I. 1983. Representing and intervening. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hanson NR. 1965. Patterns of discovery. London: Cambridge University Press.
- Jastrow J. 1899. The mind's eye. *Popular Science Monthly* 54: 299-312.
- Johannsen W. 1909. *Elemente der Exakten Erblchkeitslehre*. Jena: Gustav Fisher.
- Kolb B e Wishaw IQ. 2002. *Fundamentals of human Neuropsychology*. New York: Worth Publishers.
- Kuhn T. 1962. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva.
- Shrader-Frechette K e McCoy ED. 1994. Applied ecology and the logic of case studies. *Philosophy of Science*, 61: 228-249.
- Simon H. 1969. *The sciences of the artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Snow CP. 1993. *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Fraassen B. 1980. *The scientific image*. Oxford: Clarendon Press.
- Von Bertalanffy L. 1976. *Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimentos e aplicações*. Petrópolis: Vozes.
- Vygotsky LS. 1984. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Wanscher JHK. 1975. The history of Wilhelm Johannsen's genetical terms and concepts from the period 1903 to 1926. *Centaurus* 19 (2): 125-147.