



# A evidência visual na ciência

Otávio BUENO



## RESUMO

Neste artigo, proponho uma formulação do conceito de evidência visual como um tipo particular de evidência no qual condições contrafáticas análogas àquelas encontradas na percepção estão presentes. Argumento que a evidência visual pode ser produzida também por instrumentos científicos, tais como diversos tipos de microscópios para os quais sabemos que as condições em apreço são, de fato, satisfeitas. Como resultado, tanto a percepção como as informações geradas por instrumentos que produzem evidência visual satisfazem as mesmas propriedades epistêmicas. Com base nesse fato, proponho, finalmente, uma forma de estender o observável para além da percepção a olho nu, mas que ainda preserva, no interior de uma concepção empirista, casos em que determinados objetos não podem ser observados.

**PALAVRAS-CHAVE** • Evidência visual. Percepção. Observação. Microscopia. Representação científica. Instrumentação científica. van Fraassen.

## I OS CONCEITOS DE EVIDÊNCIA E DE EVIDÊNCIA VISUAL

Um aspecto marcante da ciência contemporânea consiste no papel desempenhado por uma variedade de imagens, sobretudo produzidas por diversos tipos de microscópios, na produção de evidência. A existência dos mais díspares fenômenos é estabelecida com base nessas imagens. Considere-se, por exemplo, o modo como a existência de ribossomos foi estabelecida a partir de imagens geradas por um microscópio de transmissão eletrônica (cf. Palade, 1955), ou como a existência do processo de reconstrução de superfície em cristais de proteínas foi estabelecida a partir de imagens geradas por um microscópio de força atômica (Li *et al.*, 1999). Em ambos os casos, as imagens envolvidas são cruciais para o estabelecimento dos fenômenos em questão. Não é exagero afirmar que, na ausência das mesmas, tais fenômenos continuariam desconhecidos. Essas imagens oferecem a evidência visual em prol desses fenômenos.

Mas, como o conceito de *evidência visual* pode ser caracterizado? Neste artigo, apresentarei um modo de formular esse conceito que leva em conta importantes aspectos da prática científica. Dois passos serão dados para tanto. Inicialmente, o conceito de *evidência* será formulado e, a partir dele, a contribuição oferecida pelos componentes visuais na produção e estabilização da evidência será então levada em conta.

A proposta consiste, assim, em tomar a evidência visual como um tipo particular de evidência, e não como um conceito independente.

O foco é o conceito de evidência visual *na ciência*, a qual oferece um rico cenário no qual se articula uma pluralidade de formas de evidências, incluindo diversos tipos de imagens em microscopia e vários resultados experimentais. Apesar da ênfase na ciência, o conceito de evidência aqui examinado pode também ser empregado, com alguns ajustes, em contextos não científicos.

## 2 ALGUMAS DIFICULDADES ACERCA DA NOÇÃO DE EVIDÊNCIA

Quais são as condições mínimas para que algo seja considerado evidência para certo resultado? A evidência deve oferecer *boas razões para acreditar-se* que determinados estados de coisas sejam de fato o caso (cf. Achinstein, 2001); esses estados incluem eventos, processos, presença de objetos particulares, ou identificação de certas propriedades. Tais razões são objetivas, isto é, não dependem (em casos típicos) de características subjetivas para o estabelecimento dos fenômenos em questão. Além disso, embora as evidências não sejam conclusivas (já que não necessariamente garantem a verdade da hipótese em apreço), elas oferecem boas razões para acreditar na hipótese no sentido de que as razões apresentadas oferecem suporte para a hipótese e não para sua negação. De fato, a presença de evidência para certo resultado permite excluir hipóteses e cenários contrários à obtenção do resultado. Em muitos casos (embora certamente não em todos), pode-se mesmo explicar por que tais hipóteses e cenários rivais não são obtidos. Uma parte significativa da atividade científica consiste, assim, em excluir possibilidades (alternativas relevantes), cuja atualização é incompatível com a presença do resultado para o qual há evidência.

Duas condições mínimas encontram-se frequentemente presentes na formulação do conceito de evidência (cf. Achinstein, 2001). Como é usual, “ $P(h)$ ” denota a probabilidade de certa hipótese  $h$ , e “ $P(h|e)$ ” se refere à probabilidade condicional da hipótese  $h$  dada a evidência  $e$ . Nesse caso, as duas condições são as seguintes:

- (a)  $P(h|e) > P(h)$ .
- (b)  $P(h|e) > 1/2$ .

Segundo a condição (a), a evidência deve influenciar (aumentar) a probabilidade da hipótese em questão. Ao ampliar essa probabilidade, o requerimento de que a evidência seja relevante para a hipótese é estabelecido, ao menos no sentido de que a probabilidade da hipótese, dada a evidência em questão, é maior do que a probabilidade ini-

cial da hipótese (independentemente da evidência). Por sua vez, a condição (b) exclui a possibilidade de que a evidência torne mais provável a negação da hipótese. Se esse não fosse o caso, isto é, se  $P(h|e) \leq 1/2$ , contrariamente à condição (b), disporíamos de evidência para a *negação* da hipótese em questão (em vez de evidência a seu favor).

Todavia, essas duas condições, mesmo se tomadas em conjunto, não são suficientes para caracterizar algo como a evidência para certa hipótese (Achinstein, 2001). Considere-se, por exemplo, os seguintes enunciados:

$h$  = João se envolve em um naufrágio.

$e$  = João entra em um barco.

Suponha-se que João jamais entre em um barco. Em tal caso, a probabilidade de que ele se envolva em um naufrágio, isto é,  $P(h)$ , é nula. A condição (a), todavia, implica que o fato de João entrar em um barco ( $e$ ) proporciona evidência (ainda que pequena) de que ele irá envolver-se em um naufrágio ( $h$ ), já que  $P(h|e) > P(h)$ . Afinal, com a entrada de João no barco, a probabilidade condicional de que ele se envolva em um naufrágio, isto é,  $P(h|e)$ , não é nula, diferentemente da probabilidade inicial da hipótese em questão,  $P(h)$ , que é zero.

Contudo, ainda que a presença de João em um barco seja uma condição necessária para que ele se envolva em um naufrágio, ela não é suficiente. Situações adicionais são necessárias, por exemplo, acerca do barco e suas péssimas condições, o mar arredio, o número excessivo de passageiros na embarcação ou, enfim, algo que vincule a presença de João no barco ao possível naufrágio do mesmo, de tal modo que a presença de João na embarcação possa servir de evidência para seu envolvimento no naufrágio. Para que algo seja tomado seriamente como evidência, é crucial que nos ofereça boas razões para acreditar no fenômeno para o qual oferece evidência – razões que excluam a possibilidade de que o fenômeno em questão não tenha, de fato, ocorrido. Do contrário, dispor de evidência para algo não nos colocaria em condições epistêmicas especiais relativamente àquilo que a evidência sugere. Uma condição mais exigente é requerida.

Talvez, neste ponto, a condição (b), a saber,  $P(h|e) > 1/2$ , possa ser empregada. Nesse caso, não basta apenas que a evidência amplie a probabilidade da hipótese considerada; essa probabilidade, dada a evidência, deve exceder um valor mínimo. Contanto que a probabilidade de que João se envolva em um naufrágio ( $h$ ), dado que ele se encontra agora em um barco ( $e$ ), seja maior do que  $1/2$ , a condição (b) implica que  $e$ , de fato, oferece evidência para  $h$ . Como vimos, a exigência de que a probabilidade condicional em questão exceda  $1/2$ , para que se disponha de evidência para a hipótese  $h$ , relaciona-se ao fato de que a evidência não deve também apoiar a *negação* da hipótese

em apreço. Tal apoio ocorreria se um valor mínimo para a probabilidade condicional inferior a  $\frac{1}{2}$  fosse admitido. Mas, contanto que tal probabilidade condicional seja estritamente superior a  $\frac{1}{2}$ , a condição (b) sugere que há uma conexão significativa entre a presença de João no barco e a possibilidade de que ele se envolva em um naufrágio.

É necessário, contudo, *estabelecer tal conexão*, sem a qual não é o caso que a presença de João no barco constitui-se em evidência para seu envolvimento em um naufrágio. De fato, na ausência dessa conexão, a probabilidade condicional do envolvimento de João em um naufrágio, dado que ele se encontra agora em um barco, presumivelmente não seria maior do que  $\frac{1}{2}$ . A condição (b) seria, nesse caso, violada. Em outras palavras, o requerimento de um valor mínimo para a probabilidade condicional em questão busca garantir que haja tal conexão significativa entre a hipótese em apreço e a evidência relevante. Todavia, e esse é o ponto a ser enfatizado, tal conexão deve ser estabelecida, e não apenas assumida como sendo o caso. Contudo, mesmo a condição (b) não é suficiente. Considerem-se agora os seguintes enunciados:

$h$  = Kaká não está grávido.

$e$  = Kaká tem duas pernas.

Nesse caso, é claro que  $P(h) > \frac{1}{2}$ . Na verdade, tal probabilidade possui valor 1. Por outro lado,  $P(h|e) > \frac{1}{2}$ , já que, independentemente de Kaká possuir duas pernas ou não, a probabilidade de que ele não esteja grávido permanece tendo valor máximo. Nesse caso, a condição (b) implica que o fato de Kaká ter duas pernas é evidência de que ele não ficará grávido. Mas essa implicação claramente não é correta. Não há, afinal, nenhuma relação de relevância entre Kaká ter duas pernas e ele não ficar grávido, embora a correlação probabilística entre os dois eventos de fato ocorra.

Diante de dificuldades como essas, Achinstein (cf. 2001, p. 155) sugere a seguinte condição adicional (além daquela (b) acima):

(c) para que algo seja evidência para certa hipótese: é necessário que haja uma *conexão explanatória* entre a evidência em apreço ( $e$ ) e a hipótese em questão ( $h$ ).

Desse modo, estabelece-se uma relação de relevância entre a hipótese e a evidência. No entender de Achinstein, tal conexão explanatória deve satisfazer alguns requisitos:  $h$  explica *corretamente* por que  $e$  é verdadeira, ou  $e$  explica *corretamente* por que  $h$  é verdadeira, ou alguma outra hipótese verdadeira explica *corretamente* por que  $h$  e  $e$  são ambas verdadeiras (cf. Achinstein, 2001, p. 160). O compromisso realista de Achinstein torna-se aqui manifesto. Não apenas a evidência e a hipótese são assumi-

das como verdadeiras, mas a própria explicação a ser oferecida deve ser correta, isto é, deve identificar de forma apropriada os processos envolvidos na produção dos fenômenos em questão. O compromisso com a verdade dos diversos componentes é, evidentemente, uma marca típica do realista.

Há ainda três características adicionais que, segundo Achinstein (cf. 2001, p. 161), uma conexão explanatória deve satisfazer:

Ela deve: (i) ser objetiva, (ii) não depender do contexto, e (iii) não ser caracterizada em termos de evidência.

A objetividade da conexão explanatória resulta do fato de que a relação entre evidência e hipótese é análoga à relação de consequência lógica entre enunciados de determinada linguagem. Uma vez que tais enunciados sejam formulados, se há uma relação de consequência lógica ou não entre eles não depende de características subjetivas, mas apenas das propriedades semânticas e formais dos enunciados em consideração, o mesmo vale, *mutatis mutandis*, para a conexão explanatória. A exigência de objetividade faz sentido já que Achinstein caracteriza o conceito de evidência em termos do conceito de explicação: se este último não for objetivo, o primeiro também não o será. De modo similar, a conexão explanatória não deve depender do contexto, já que o conceito de evidência, no entender de Achinstein, também não depende do contexto. Se dispusermos de evidência para determinado resultado, tal evidência não se encontra atada ao contexto em que é gerada, podendo ser estendida a outras situações. Finalmente, a conexão explanatória não deve ser caracterizada em termos de evidência. Do contrário, a proposta de Achinstein, que caracteriza a evidência em termos da conexão explanatória, acabaria envolvida em um círculo vicioso.

Suponha-se que todas as condições acima sejam satisfeitas. Nesse caso, segundo Achinstein (cf. 2001, p. 155),  $e$  é a evidência para  $h$  (dadas certas informações de fundo  $b$ ), contanto que:

$$(d) P(\text{há uma conexão explanatória entre } h \text{ e } e \mid h \ \& \ e \ \& \ b) \times P(h \mid e) > 1/2.$$

Note-se que a proposta, estritamente falando, não exige a presença de uma conexão explanatória entre a hipótese e a evidência. Se esse fosse o caso, um requisito demasiadamente forte seria introduzido, já que somente com a presença de explicações corretas teríamos evidência. O requerimento é mais fraco: a probabilidade condicional de que haja tal conexão explanatória, dada a hipótese e a evidência, multiplicada pela probabilidade condicional da hipótese, dada a evidência, deve ser estritamente superior a  $1/2$ . Satisfaz-se, assim, o requerimento de relevância entre a evidência e a hipóte-

se, dada a probabilidade significativa de que haja uma conexão explanatória entre ambas. Também é satisfeito o requerimento da presença de um valor mínimo para a probabilidade em questão. Evita-se, desse modo, que a evidência ofereça apoio tanto à hipótese quanto a sua negação.

A proposta de Achinstein, todavia, enfrenta diversas dificuldades. Em primeiro lugar, a introdução da condição explanatória pressupõe que o conceito de explicação seja mais básico que o de evidência. Mas com frequência os cientistas possuem evidência para a presença de determinado fenômeno cuja explicação desconhecem. Por exemplo, a existência de ímãs, planetas e gestações foi estabelecida muito antes que uma explicação correta das características dos mesmos fosse elaborada. Isso sugere que, ao menos em alguns casos, a *evidência* seja um conceito mais básico que o de *explicação*.

Em segundo lugar, a condição explanatória pressupõe uma posição realista com relação à ciência. Afinal, como vimos, o conceito de *explicação correta*, empregado na formulação da conexão explanatória, assume que as hipóteses em questão sejam verdadeiras. O problema é que esse compromisso realista exclui casos típicos ao longo da história da ciência, nos quais teorias falsas foram empregadas com sucesso na previsão e explicação de certos fenômenos que, por sua vez, ofereceram evidência para essas próprias teorias. Por exemplo, segue-se da proposta de Achinstein que a descoberta de Netuno e a descrição de sua órbita com base em cálculos a partir da teoria newtoniana não proporcionam evidências para essa teoria. Afinal, a teoria é falsa; pois, estritamente falando, não há gravidade tal como a teoria newtoniana a descreve. Dada a falsidade da teoria, esta não pode ser empregada para oferecer uma explicação correta e, portanto, não se encontra envolvida em uma relação explanatória com a evidência proporcionada pela descrição correta da trajetória da órbita de Netuno. Não há, assim, evidência nesse caso.

No entanto, como a órbita de Netuno foi corretamente identificada empregando-se a concepção newtoniana (juntamente com alguns princípios auxiliares), tal identificação foi tomada como proporcionando evidência para a teoria. A conclusão, resultante da concepção de Achinstein, de que esse não é o caso é claramente inadequada.

Achinstein poderia responder insistindo que sua concepção de evidência não requer que as hipóteses empregadas sejam verdadeiras, mas requer antes que a probabilidade condicional – de que haja uma conexão explanatória entre a hipótese e evidência, dada a verdade destas últimas – multiplicada pela probabilidade condicional da hipótese, dada a verdade da evidência, seja estritamente superior a  $\frac{1}{2}$ . De fato, como a condição (d), discutida acima, torna claro, tal produto de probabilidades condicionais é exigido. Contudo, as probabilidades condicionais envolvidas pressupõem a verdade tanto da hipótese em questão como da própria evidência. Afinal, é com base na verdade delas que a probabilidade condicional é caracterizada. E ainda que esse não

fosse o caso, não é claro que, no caso de teorias falsas, seja positiva a probabilidade condicional de que haja uma conexão explanatória entre a teoria e a evidência. Como a teoria newtoniana é falsa, qual é a probabilidade condicional de que haja uma conexão explanatória entre ela e a evidência, dada a teoria newtoniana e a evidência em questão (a saber, a descrição correta da órbita de Netuno)? Como a presença da conexão explanatória exige a verdade da teoria, não é claro como determinar a probabilidade condicional expressa pela condição (d), dado que a teoria em questão é, de fato, falsa. Qual é a probabilidade de que uma teoria falsa, se fosse verdadeira, estabeleceria uma conexão explanatória com a evidência? A relação entre os termos de uma probabilidade condicional, no entender de Achinstein, não é contrafática, mas deve expressar uma relação objetiva, atual, entre os eventos, propriedades e processos descritos. Não é claro, então, que tal probabilidade encontre-se bem determinada. Nesse caso, obteríamos novamente a conclusão de que a proposta de Achinstein não permite que haja evidência para teorias falsas.

De modo análogo, não poderíamos dizer que, segundo a proposta de Achinstein, dispomos de evidência para a mecânica quântica, dado que não é claro que tal teoria seja verdadeira, embora seja extremamente bem testada. Afinal, a mecânica quântica é incompatível com a teoria da relatividade; pelos menos uma dessas teorias é falsa; talvez ambas sejam. Mas dizer que não dispomos de evidência para a mecânica quântica é também um resultado pouco aceitável. Essas dificuldades surgem por conta do compromisso realista assumido por Achinstein que acaba introduzindo uma restrição muito forte na caracterização do conceito de evidência. Uma concepção mais tolerante deve ser proposta.

### 3 UMA CONCEPÇÃO ALTERNATIVA DE EVIDÊNCIA

Em vez de introduzirmos a exigência de que haja uma conexão explanatória entre a evidência e a hipótese em questão (baseada no conceito de explicação correta), propomos o seguinte requerimento (além da exigência de que  $P(h|e) > 1/2$ ):

*Relação de relevância:* Há uma *relação de relevância* entre a evidência e a hipótese, de tal modo que a presença dos componentes expressos na evidência contribua para a presença dos fatores encontrados na hipótese.

Contanto que a relevância entre a evidência e a hipótese seja estabelecida, juntamente com a condição de que a probabilidade condicional da hipótese, dada a evidência, seja superior a  $1/2$ , a evidência oferece boas razões para acreditar na hipótese.

Tais razões são objetivas, e devem permitir que se possa excluir as possibilidades contrárias ao estabelecimento da hipótese. Há uma *pluralidade* de relações de relevância, dependendo do contexto.

(a) Em certos casos, embora não em todos, a relação de relevância pode ser *causal*. Nesse caso, a evidência é responsável por produzir (em parte) o fenômeno em questão. Por exemplo, o fato de Kaká não ter útero é evidência de que ele não ficará grávido.

(b) Em outros casos, embora não em todos, a relação de relevância pode ser *explanatória*. Nesse caso, a evidência auxilia-nos a compreender certo aspecto do fenômeno considerado. Note-se, todavia, que uma relação pode ser explanatória ainda que as hipóteses em questão sejam falsas. A teoria newtoniana oferece uma explicação do movimento dos planetas, embora a teoria não seja verdadeira. Obras literárias oferecem explicações do comportamento humano, ainda que os personagens envolvidos não existam. A verdade não é um requerimento para uma boa explicação (cf. van Fraassen, 1980).

(c) Em outros casos, embora não em todos, a relação de relevância pode ser *inferencial*. Nesse caso, a evidência é empregada para inferir-se certas características do fenômeno investigado. Por exemplo, a presença de determinadas marcas na radiografia do tórax de um paciente pode ser usada para inferir que o paciente possui uma complicação pulmonar.

O contexto particular determinará qual relação de relevância deve ser empregada, já que em situações diferentes fatores diferentes são apropriados para determinar as características da evidência. Em certos contextos, uma relação causal é apropriada. Por exemplo, imagens geradas por um microscópio devem ser produzidas como resultado da interação causal entre o instrumento e a amostra. Em outros contextos, uma conexão explanatória é suficiente. A teoria newtoniana (juntamente com algumas condições adicionais) explica por que a órbita de Urano possui um formato peculiar, dada a interferência de Netuno. Embora a teoria seja falsa, a detecção de Netuno proporciona evidência a seu favor.

Note-se que, em determinados casos, mais do que um tipo de relação de relevância pode estar envolvido (embora a presença de apenas uma relação de relevância seja, de fato, suficiente). A relação *causal* entre amostra e imagem, no caso de microscópios, permite que *inferências* acerca da amostra sejam estabelecidas a partir da imagem. Podemos, por exemplo, inferir a presença de um novo tipo de componente na estrutura de uma célula com base em informações presentes nas imagens desta úl-

tima produzidas por um microscópio eletrônico. Podemos também *explicar* por que essa nova estrutura celular encontra-se representada nas imagens geradas pelo microscópio, com base no fato de que tais imagens são geradas a partir da interação com a amostra. As relações de relevância nesse caso são múltiplas.

Nesse ponto, a seguinte objeção pode ser levantada. Como a relação de relevância depende do contexto, o conceito de evidência acabará também dependendo do contexto. Contudo, a objeção prossegue, considerando que as evidências na ciência *não* dependem do contexto, já que tais evidências são sempre transportáveis. Um resultado estabelecido em certo domínio científico pode sempre ser aplicado a outro domínio. Resultados na física podem ser empregados na química; resultados na biologia podem ser empregados na economia. Por exemplo, o efeito de tunelamento na mecânica quântica pode ser utilizado na química inorgânica. Isso ocorre quando os químicos empregam o efeito de tunelamento para estudar as propriedades da superfície de certos compostos químicos usando um microscópio de escaneamento por tunelamento. Como compreender essa transportabilidade, se o conceito de evidência depende do contexto?

Em resposta, as evidências na ciência são *em princípio* transportáveis, mas a transportabilidade exige certas condições. Com frequência, há restrições acerca da obtenção de determinados resultados, e somente se tais restrições forem satisfeitas é que a evidência em questão pode ser, de fato, transportada. A presença de fumaça é, em muitos casos, evidência de que há fogo, contanto, todavia, que haja oxigênio no local. A presença de oxigênio é uma das condições para que a evidência esteja presente. Sem a presença de oxigênio, a identificação da fumaça não é evidência de que haja fogo. Nesse sentido, há certa *sensibilidade ao contexto* que deve ser respeitada para que evidências possam ser transpostas de um domínio a outro. O contexto em questão envolve as condições de aplicabilidade da evidência; condições para que a evidência possa ser obtida. Afinal, se essas condições não forem satisfeitas, a evidência não pode estar presente, e a transportabilidade desta última não se aplica.

A situação é análoga à aplicação de teoremas na matemática. Para que certo teorema possa ser aplicado, as condições que caracterizam o mesmo devem ser satisfeitas. Considere-se, por exemplo, a questão: todo conjunto pode ser bem ordenado? A resposta depende da presença do axioma da escolha. Se este for assumido, a resposta é positiva; caso contrário, é negativa. O axioma da escolha é, assim, uma das condições para a aplicabilidade do resultado de que todo conjunto pode ser bem ordenado. A transportabilidade desse resultado, tal como da evidência na ciência, depende das condições do contexto em questão.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Segundo o axioma da escolha, dada qualquer coleção de conjuntos não vazios e mutuamente disjuntos, é possível obter-se um novo conjunto contendo exatamente um elemento de cada membro dessa coleção. Em seu célebre

## 4 A PERCEPÇÃO

Dispor de evidência em prol de determinado resultado não significa dispor de evidência *visual* a favor do mesmo. Que condições são exigidas para que determinada evidência seja considerada visual? Para responder à questão, examinarei, em primeiro lugar, algumas condições que a percepção deve satisfazer para que seja uma fonte confiável de conhecimento. A seguir, indicarei que, em certos casos, tais condições encontram-se satisfeitas mesmo quando a evidência visual seja produzida por instrumentos (como diversos tipos de microscópios) e não possa ser obtida de modo direto empregando-se somente nossos sentidos.

As experiências perceptuais (em particular, as experiências visuais) podem ser de três tipos (cf. Fish, 2009):

- (1) a *percepção* (ou a percepção verídica) ocorre quando um objeto é visto corretamente (por assim dizer, “tal como ele é”). Por exemplo, um objeto quadrado é visto como sendo quadrado;
- (2) a *ilusão* (ou a ilusão de ótica) ocorre quando um objeto é visto incorretamente (“tal como ele não é”). Por exemplo, um objeto redondo é visto como sendo oval; um objeto azul é visto como sendo cinza;
- (3) A *alucinação* ocorre quando parece que algo é visto, embora nada seja, de fato, visto. Por exemplo, alucina-se que há um elefante lilás em uma sala (quando, de fato, não há nenhum elefante presente).

O que há de comum entre esses três tipos de experiências perceptuais? Todas possuem uma característica qualitativa: há algo que experimentamos ao percebermos certo objeto, ao termos certa ilusão de ótica, ou ao alucinarmos. Há uma qualidade intrínseca a essas experiências que faz parte da fenomenologia das experiências perceptuais.<sup>2</sup>

Além disso, as experiências perceptuais possuem um conteúdo representacional, isto é, apresentam *informações* articuladas de determinada *forma*. Como tal conteúdo representacional deve ser caracterizado? Deve-se, é claro, acomodar tanto a na-

artigo de 1904, Ernest Zermelo mostrou que, assumindo-se o axioma da escolha, pode-se provar que todo conjunto pode ser bem ordenado (teorema da boa ordem). Pouco depois da publicação do artigo de Zermelo, ficou claro que a volta também vale: o teorema da boa ordem implica o axioma da escolha. Os dois resultados são, portanto, equivalentes. Encontra-se um exame detalhado do axioma da escolha em Moore (1982), e uma discussão dos diversos resultados equivalentes ao axioma da escolha em Rubin & Rubin (1985).

<sup>2</sup> Nem todos concordam com esse ponto. Disjuntivistas acerca da percepção, por exemplo, insistem que a percepção e a alucinação não possuem nada em comum (cf. Byrne & Logue, 2009). Não é claro, contudo, que os disjuntivistas sejam capazes de capturar apropriadamente a fenomenologia da alucinação, já que esta última possui características qualitativas inteiramente análogas à percepção.

tureza da informação apresentada como a forma que ela assume. Christopher Peacocke buscou, em determinado momento, caracterizar o conteúdo representacional em termos proposicionais. No seu entender, “o conteúdo representacional de uma experiência perceptual deve ser dado por uma proposição, ou um conjunto de proposições, que especifique o modo pelo qual a experiência representa como o mundo é” (Peacocke, 1983, p. 5). Caracterizado nesses termos, o conteúdo representacional é identificado por uma estrutura conceitual de forma proposicional. Esse conteúdo é forçosamente conceitual, dada a estrutura proposicional envolvida.

Essa é, contudo, uma forma muito artificial de caracterizar o conteúdo de uma representação. Proposições são entidades abstratas, isto é, não se encontram localizadas no espaço e no tempo. Experiências perceptuais, por seu turno, são processos mentais concretos que se articulam em momentos particulares do tempo e localizam-se em regiões subjetivas do espaço. A caracterização do conteúdo de uma representação em termos de (um conjunto de) proposições impede que tenhamos acesso perceptual a tal conteúdo. Afinal, dado o caráter concreto das experiências perceptuais e o caráter abstrato das proposições, não é possível apreender estas últimas – e, assim, o conteúdo de uma representação – de forma perceptual. Considere-se a experiência perceptual que tenho ao ver uma maçã verde sobre a mesa. O conteúdo dessa representação parece encontrar-se em minha própria experiência. Que a maçã é verde trata-se de uma característica da maçã representada em minha experiência desta última. Ainda que se possa dizer que tal conteúdo representacional seja caracterizado por uma proposição, tal conteúdo é apreendido na própria experiência perceptual, e não por meio da consideração de determinada proposição. É ao olhar a maçã e perceber que ela é verde que tenho acesso ao conteúdo de minha experiência perceptual; proposições não formam parte desse conteúdo. Do contrário, não é possível dar conta de um aspecto importante da fenomenologia da percepção.

Há, no entanto, outras formas para caracterizar o conteúdo de uma representação. Uma proposta alternativa consiste em formular o conteúdo representacional como um processo de transmissão de informação. Em certos casos, embora não em todos, essa transmissão é um processo *causal*. O conteúdo representacional é, então, o resultado da interação de nosso aparato cognitivo com o ambiente a nosso redor. Essa interação produz a informação que caracteriza o conteúdo de uma representação perceptual. Como as experiências perceptuais são processos concretos, produzidos por interações no mundo, temos acesso perceptual ao conteúdo de uma representação. Um aspecto importante da fenomenologia da percepção pode ser assim capturado.

Em outros casos, todavia, a transmissão de informação não é causal, ou não é inteiramente causal. Por exemplo, em determinados contextos, apenas parte da informação relevante é transmitida; a informação é, assim, incompleta. Isso ocorre nos ca-

tos de ilusão, onde se identifica corretamente certo objeto, mas algumas de suas propriedades não se encontram adequadamente representadas na experiência. Por exemplo, identifico corretamente a presença de um copo com água e de um canudo em seu interior, mas incorretamente tenho a experiência perceptual de que o canudo está partido. Em outros contextos, entretanto, a transmissão da informação não é gerada por um objeto externo; trata-se, assim, de uma alucinação. Ao alucinar que há um tigre prateado diante de mim, tenho uma experiência perceptual que não corresponde a nenhum objeto de fato presente naquele momento. Nesse caso, apenas certos estados cerebrais encontram-se envolvidos, sem a existência de um objeto externo que produza a experiência perceptual correspondente. Como resultado, a informação é imperfeita. No entanto, ainda assim há informação, já que uma experiência perceptual encontra-se presente, não obstante a informação não ter sido gerada pelo objeto externo que lhe deveria corresponder. Desse modo, em todos esses casos é possível dar conta do conteúdo representacional como constituído na própria experiência perceptual, sem o compromisso com entidades abstratas (tais como proposições).

Em que condições uma experiência perceptual constitui-se em uma percepção? Percebemos um objeto quando a experiência perceptual é produzida pela interação com esse objeto e as propriedades que este satisfaz (dada a sensibilidade de nosso aparato cognitivo) são corretamente representadas nessa experiência. A percepção de um objeto depende, assim, das seguintes condições contrafáticas entre a cena diante de nós e nossa experiência perceptual:<sup>3</sup>

(C<sub>1</sub>) Se a cena diante de nossos olhos fosse diferente (dada a sensibilidade de nosso aparelho cognitivo), nossa experiência perceptual seria correspondentemente diferente.

(C<sub>2</sub>) Se a cena diante de nossos olhos fosse a mesma (dada a sensibilidade de nosso aparelho cognitivo), nossa experiência perceptual seria correspondentemente a mesma.

Por conta dessas condições, podemos rastrear visualmente objetos ao nosso redor. A percepção permite esse rastreamento por ser uma relação de dependência causal entre esses objetos e as experiências perceptuais correspondentes; uma relação que é, em particular, sensível a variações nesses mesmos objetos (dependendo, é claro, da sensibilidade de nosso aparelho cognitivo).

<sup>3</sup> Para uma discussão do papel da dependência causal entre a cena diante de nossos olhos e a correspondente experiência perceptual na caracterização da visão, cf. Lewis (1980). Diferentemente de Lewis, todavia, enfatizo a necessidade de *ambas* as condições (C<sub>1</sub>) e (C<sub>2</sub>) discutidas no texto, e não apenas da primeira.

Note-se que as alucinações e as ilusões *não* satisfazem as condições contrafáticas acima. Não são, portanto, percepções. No caso das alucinações, ainda que a cena diante de nossos olhos seja diferente, nossa experiência visual pode continuar a mesma. A alucinação, por exemplo, de um elefante azul imóvel sobre um picadeiro, permanece apesar da mudança na cena diante de nós, por exemplo, com o movimento dos objetos ao nosso redor. A condição ( $C_1$ ) é, assim, violada. As alucinações também violam a condição ( $C_2$ ). Ainda que a cena diante de nossos olhos permaneça sem alterações, nossa experiência perceptual pode alterar-se. Por exemplo, a alucinação agora é do elefante azul movendo-se sobre o picadeiro, não obstante a ausência de alterações na cena a nosso redor. No caso das ilusões, há situações em que, embora a cena diante de nossos olhos seja diferente (por exemplo, movemos um canudo dentro de um copo com água em vez de deixá-lo imóvel), nossa experiência visual continua a mesma (a ilusão de que o canudo está partido permanece, apesar do movimento do canudo no interior do copo). Novamente, a condição ( $C_1$ ) não é satisfeita.

A importância das condições contrafáticas resulta do fato de garantirem que a percepção satisfaça três características básicas (características estas cruciais para que a percepção constitua uma forma de conhecimento): independência (e robustez), refinamento e rastreamento.<sup>4</sup> Examinarei cada uma delas em sequência.

#### (a) *Independência e robustez*

O que percebemos não depende de nossas crenças. Olhamos uma mesa, piscamos, e ela continua no mesmo lugar. Todavia, a *interpretação* do que percebemos depende das crenças que possuímos e, em particular, de conceitos apropriados. Para que eu perceba que o objeto que tenho no colo neste momento é um computador, necessito do conceito de *computador*. Posso, é claro, perceber o computador sem perceber que se trata de um computador, já que no primeiro caso, diferentemente do segundo, não necessito do conceito relevante. De qualquer modo, minha experiência perceptual, sua qualidade intrínseca, não se altera com a aquisição de novos conceitos que me permitem interpretar tal experiência de forma mais refinada. Esses conceitos enriquecem a experiência perceptual na medida em que possibilitam a identificação de certos traços na mesma que, do contrário, passariam despercebidos. Mas a qualidade da própria experiência não se altera. Daí sua independência e robustez. Tanto a independência

<sup>4</sup> Um exame dessas características da percepção – no contexto do que Jody Azzouni denomina “acesso epistêmico forte” – é encontrado em Azzouni (2004). Ao passo que Azzouni toma essas características como básicas, indicarei abaixo que elas resultam das condições contrafáticas, ( $C_1$ ) e ( $C_2$ ), que caracterizam a percepção. Nesse sentido, as condições contrafáticas são mais fundamentais.

quanto a robustez resultam da dependência contrafática entre a cena diante de nós e a experiência perceptual correspondente. Independentemente de minhas crenças, por conta das condições  $(C_1)$  e  $(C_2)$ , ao abrir os olhos, não poderei ver um elefante lilás na minha frente, se esse animal não estiver diante de mim. Posso alucinar que há tal elefante. Entretanto, como vimos acima, a alucinação não é o mesmo que a percepção.

(b) *Refinamento*

Podemos refinar nossa percepção de certos objetos. Por exemplo, podemos chegar mais perto dos mesmos para melhor observá-los. Tal refinamento é limitado pelos recursos de nosso aparato visual. Por mais próximo que me aproxime de uma mesa, evidentemente não posso perceber as moléculas que constituem sua madeira. Mas posso perceber matizes na textura de sua superfície que não me são acessíveis ao olhar a mesa a distância. Tal refinamento também é produto da dependência contrafática entre a cena diante de nós e a experiência perceptual resultante. Por conta das condições  $(C_1)$  e  $(C_2)$ , ao aproximar-me da mesa, noto as diferenças em sua textura à medida que a cena diante de mim altera-se, por exemplo, com a mesa situando-se sucessivamente mais próxima a meus olhos.

(c) *Rastreamento*

Podemos rastrear, por meio da percepção, certos objetos no espaço e no tempo. Esse rastreamento oferece uma das características mais marcantes da percepção, ou seja, a possibilidade que ela nos proporciona de estudar objetos, eventos e processos ao longo do tempo e no espaço. Posso rastrear o relevo de uma ilha ou observar as alterações da fisionomia de um bebê ao longo de suas três primeiras semanas de vida. O rastreamento também resulta da dependência contrafática entre a cena diante de mim e as experiências perceptuais que lhe são associadas. Dadas as condições  $(C_1)$  e  $(C_2)$ , mudanças de um objeto ao longo do tempo ou de algumas de suas propriedades produzem experiências perceptuais diferentes em mim. Na ausência de tais mudanças, as experiências perceptuais permaneceriam as mesmas.

Em que condições a percepção nos oferece conhecimento? Devemos adotar uma posição externalista ou internalista quanto à percepção? Segundo os defensores do externalismo, o conhecimento exige apenas um processo (ou um procedimento) que produza, de forma sistemática, informações confiáveis. Não necessitamos *saber* que tal processo é, de fato, confiável. Contanto que a percepção ofereça tal processo confiável, ela irá gerar conhecimento, independente de sabermos se o processo en-

volvido possui ou não tal confiabilidade. Segundo os defensores do internalismo, o conhecimento exige *não* apenas um processo (ou um procedimento) que produza, de forma sistemática, informações confiáveis; necessitamos *saber* que tal processo é de fato confiável ou, ao menos, ter acesso às condições que sustentam tal confiabilidade. Para produzir conhecimento, a percepção deve oferecer não apenas um processo confiável de geração de informação, mas deve ser tal que *saibamos* que esse processo é, de fato, confiável ou, pelo menos, devemos ter acesso aos fatores que sustentam tal confiabilidade.

Como decidir entre o internalismo e o externalismo acerca do conhecimento perceptual? Temos que examinar tanto os benefícios como os custos de cada uma dessas concepções. Considere-se, primeiro, o externalismo. Este possui alguns (possíveis) benefícios. Primeiro, ele oferece um domínio mais amplo para o conhecimento. Com menos restrições acerca do que constitui conhecimento, mais itens podem ser caracterizados como tal. O alcance do conhecimento é, desse modo, maior. Mas, em segundo lugar, o externalismo oferece a possibilidade, ao menos em princípio, de responder a uma forma de ceticismo quanto à percepção. Considere-se o seguinte argumento cético a respeito da alucinação:

(P<sub>1</sub>) Se tenho conhecimento perceptual de que *P* é o caso, então sei que não estou alucinando que *P* é o caso.

(P<sub>2</sub>) Não sei que não estou alucinando que *P* é o caso.

Portanto, não tenho conhecimento perceptual de que *P* é o caso.

Contudo, segundo o externalista, a premissa (P<sub>1</sub>) é falsa. Posso ter conhecimento perceptual de que *P* é o caso, ainda que não saiba que não estou alucinando. Afinal, terei conhecimento perceptual, se dispuser de um mecanismo confiável de geração de crenças perceptuais, mas não necessito para tanto saber que tal mecanismo é confiável ou mesmo saber que ele se encontra operante. Assim, posso não saber que não estou alucinando acerca de *P*, ainda que disponha de conhecimento perceptual acerca de *P*.

O externalismo tampouco está isento de problemas. Primeiro, porque ele abre margem para situações em que conhecemos algo por pura sorte. A resposta externalista ao argumento cético da alucinação indica tal possibilidade. Se minhas faculdades perceptuais estão funcionando apropriadamente, segundo o externalista, terei conhecimento perceptual de que *P*, ainda que seja uma pura contingência o fato de eu não estar alucinando que *P*. Além disso, o externalismo não captura um aspecto importante acerca do conceito de conhecimento, em particular, do conhecimento perceptual. Considere-se o seguinte enunciado:

(A) Sei que estou lendo estas palavras, mas posso estar alucinando que as estou lendo.

Segundo o externalista, a situação descrita em (A) é perfeitamente possível. Isso mostra que a caracterização externalista do conceito de conhecimento é compatível com um tipo curioso de “conflito pragmático” acerca do mesmo: sei que *P* é o caso, embora possa não dispor de condições de saber que *P*.

Por seu turno, o internalismo possui alguns benefícios (não partilhados pela posição externalista). Em primeiro lugar, o conhecimento, quando obtido segundo os padrões internalistas, é mais seguro. Dados esses padrões, se sei que *P* é o caso, então sei que o procedimento que me leva a ter esse conhecimento é, de fato, confiável. Isso evita a “oscilação” do conhecimento. Diferentemente da situação externalista, não posso ter o conhecimento de que *P* por acaso. Além disso, a concepção internalista é capaz de capturar uma característica importante do conhecimento. Dada essa concepção, se tenho conhecimento de que *P*, não pode ser o caso que eu não esteja em condições de ter tal conhecimento; do contrário, segundo o internalista, eu não poderia saber que *P*. Desse modo, não se enfrenta a segunda dificuldade na qual se envolve a concepção externalista.

Ainda assim, o internalismo enfrenta algumas possíveis dificuldades. Em primeiro lugar, a extensão do conhecimento para o internalista é mais restrita do que preconiza o externalista, dado que uma condição adicional é exigida para que tenhamos conhecimento. Essa dificuldade, contudo, não é genuína. Não se pode perder um conhecimento que não se tem. O que, no entender do externalista, é conhecimento, não é necessariamente classificado como tal pelo internalista. Nesse caso, na perspectiva deste último, nada se perde de um ponto de vista epistemológico quando se adota sua proposta.

A segunda dificuldade é que o internalismo acaba gerando uma forma de ceticismo acerca da percepção. O argumento cético da alucinação, discutido acima, não pode ser rejeitado. Novamente, contudo, o problema não é genuíno. Segundo o internalista, a premissa ( $P_2$ ) do argumento cético é falsa. Posso saber que não estou alucinando acerca de *P*, contanto que eu tenha, de fato, conhecimento perceptual de que *P*. Afinal, segundo o internalista, se sei que *P*, então sei que sei que *P*; o que exige que as condições para que eu tenha conhecimento acerca de *P* sejam satisfeitas, e que eu saiba que elas de fato ocorrem. Mas, no caso do conhecimento perceptual, uma de tais condições é que eu não esteja alucinando que *P* (isto é, a premissa ( $P_1$ ) do argumento cético é verdadeira segundo o internalista). Para o internalista, tenho que dispor desse conhecimento, isto é, tenho que saber que não estou alucinando, para que eu tenha o conhecimento de que *P*. Desse modo, se sei que *P*, então sei que não estou alucinando.

Mas, nesse caso, se sei que não estou alucinando, a premissa ( $P_2$ ) é falsa, e o argumento cético é rejeitado.

Subsiste, entretanto, uma dificuldade aqui. A resposta internalista assume que eu tenha conhecimento perceptual de que  $P$ . Afinal, é por ter esse conhecimento que sei que não estou alucinando que  $P$ . Como o argumento cético busca estabelecer que esse *não* é o caso (isto é, não é o caso que sei que  $P$ ), a resposta internalista assume o ponto em questão. Ela é, portanto, inadequada. Note-se que exatamente a mesma dificuldade ocorre no caso da resposta externalista ao argumento cético da alucinação. Para mostrar que a premissa ( $P_1$ ) é falsa, o externalista tem que *assumir* o conhecimento de que  $P$  para, então, argumentar que, na perspectiva externalista, tal conhecimento é compatível com não se saber que não se está alucinando. Mas, desse modo, essa proposta também assume o ponto em questão.

Essas considerações sugerem que não é claro que haja uma resposta adequada ao ceticismo.<sup>5</sup> Quando este é considerado seriamente, perde-se o conhecimento, pelo menos se este for tomado de forma dogmática. Essa é a grande ironia de fazer epistemologia, como ficou muito claro desde pelo menos Hume.<sup>6</sup> Nesse sentido, tanto o internalista quanto o externalista não se encontram em condições de oferecer uma resposta convincente ao ceticismo. Como o internalista, dadas as considerações tecidas acima, enfrenta menos dificuldades que o externalista, uma proposta internalista acerca da percepção parece mais adequada (ainda que não responda ao ceticismo).

A teoria da percepção aqui sugerida possui, assim, as seguintes características básicas:

1 *Realismo direto*. Percebo o mundo diretamente. Ao abrir os olhos diante do mar, o que vejo é o mar diante de mim, e não dados sensíveis ou alguma outra característica da sensação. Tenho, de fato, uma experiência percep-

<sup>5</sup> Exceto se adotarmos uma postura cética, e mostrarmos como as noções de verdade, investigação e conhecimento podem ser adequadamente reinterpretadas. Uma proposta ao longo dessas linhas foi desenvolvida por Oswaldo Porchat Pereira (cf. Porchat, 2006).

<sup>6</sup> Nesse ponto, uma resposta contextualista pode ser sugerida (cf. DeRose, 2009). No entender do contextualista, as atribuições de conhecimento dependem de *contextos*: em certos contextos (por exemplo, quando argumentos céticos estão sendo considerados), os padrões de conhecimento são altos. Nesse caso, não se tem conhecimento. Em outros contextos (por exemplo, ao se considerarem situações cotidianas), os padrões de conhecimento são baixos. Nesse caso, tem-se conhecimento. O problema é que o ceticismo aplica-se mesmo em situações cotidianas, com padrões baixos. Ao fazer preparativos em setembro para passar a virada do ano novo em Barcelona, posso afirmar que tenho conhecimento de que estarei em Barcelona no dia 31 de dezembro? A resposta parece ser negativa, já que não sei, por exemplo, que não terei um ataque cardíaco fulminante até lá. Além disso, a própria distinção entre contextos onde os padrões são altos e onde são baixos, se tratada como uma distinção filosófica, é problemática. O conceito de conhecimento – diferentemente talvez das aplicações particulares desse conceito – não parece estar sujeito a tais variações.

tual. Mas se trata de uma experiência do mar, produzida por sua presença, e não pela apreensão de um dado sensível.

2 *Conteúdo representacional*. A percepção possui um conteúdo representacional. Ela representa aspectos da cena diante de mim que causalmente a geraram, proporcionando informações a seu respeito.

3 *Condição contrafática*. A percepção depende contrafaticamente dos objetos, eventos e processos que a produzem. Se a cena diante de nós fosse diferente (dentro dos limites de sensibilidade de nosso aparato cognitivo), teríamos uma experiência perceptual correspondentemente diferente. Se a cena fosse a mesma (dentro dos limites em questão), teríamos correspondentemente a mesma experiência perceptual.

4 *Internalismo*. A condição contrafática não apenas é satisfeita, mas sabemos que ela é satisfeita (ao menos intuitivamente). Sabemos que há uma dependência entre a cena diante de nós e as experiências perceptuais que temos, ou sabemos disso assim que os conceitos apropriados nos sejam apresentados.

## 5 A EVIDÊNCIA VISUAL

É possível agora, finalmente, formular o conceito de evidência visual. Para que algo proporcione evidência visual, ele deve oferecer razões para acreditar em determinado fenômeno (trata-se, pois, de *evidência*), mas tal evidência possui um *conteúdo representacional de caráter perceptual*, constituindo-se, em particular, em evidência *visual*. As seguintes condições devem então ser satisfeitas:

- (a)  $P(h|e) > 1/2$ .
- (b) Há uma *relação de relevância* (de caráter causal, explanatório, ou inferencial) entre a hipótese  $h$  e a evidência  $e$ .
- (c) A evidência  $e$  é de *caráter perceptual*, isto é, há *condições contrafáticas* entre  $e$  e a cena em questão:
  - (c<sub>1</sub>) Se a cena fosse diferente (dentro dos limites do aparato empregado), a evidência  $e$  seria correspondentemente diferente.
  - (c<sub>2</sub>) Se a cena fosse a mesma (dentro dos limites do aparato empregado), a evidência  $e$  seria correspondentemente a mesma.
- (d) Sabemos que as condições contrafáticas (c<sub>1</sub>) e (c<sub>2</sub>) são o caso.

Note-se que esse conceito de evidência visual permite que diversos tipos de instrumentos, em particular vários tipos de microscópios, proporcionem evidência visual para a presença de objetos que não podemos observar a olho nu, contanto, é claro, que saibamos que as condições contrafáticas sejam satisfeitas. Tais instrumentos fazem parte da categoria dos “aparatos” referidos nas condições ( $c_1$ ) e ( $c_2$ ). Na verdade, bons instrumentos de pesquisa são bons justamente por satisfazerem tais condições. E já que essas são as mesmas condições que a percepção satisfaz, não é surpreendente que os cientistas sistematicamente descrevam o resultado de experimentos nos quais, por exemplo, microscópios eletrônicos são empregados como sendo *observações*. A percepção a olho nu e a percepção auxiliada por certos instrumentos possuem muito em comum. De fato, como indicarei abaixo, elas satisfazem as mesmas condições epistêmicas.

Isso não significa, todavia, que todos os objetos físicos sejam observáveis. Há diversos tipos de objetos que devido, por exemplo, a seu tamanho não podem ser observados, mesmo com o auxílio de instrumentos. Os elétrons e os quarks encontram-se claramente nessa categoria. Há aqui, assim, uma distinção entre observável e inobservável, típica de uma posição empirista na filosofia da ciência (cf. van Fraassen, 1980, 2008; Bueno, 1999, 2008a, 2010). A posição é, todavia, menos drástica que aquela encontrada no empirismo construtivo de Bas van Fraassen (2008), já que, no entender deste autor, as imagens geradas por microscópios são alucinações públicas. Segundo a proposta aqui esboçada, contanto que saibamos que as condições contrafáticas ( $c_1$ ) e ( $c_2$ ) sejam de fato satisfeitas (bem como as condições (a) e (b), acima), os instrumentos em questão produzem evidência visual tal como a percepção. Não há razão, nesse caso, para adotarmos uma posição agnóstica acerca da evidência em consideração.

Entretanto, nos casos em que não sabemos se as condições contrafáticas são satisfeitas, é razoável suspender o juízo acerca de se as informações produzidas pelos instrumentos em questão oferecem ou não evidência para determinado resultado. Afinal, como as condições contrafáticas podem não ser satisfeitas, as informações obtidas não excluem a negação da hipótese considerada. Finalmente, nas situações em que as condições contrafáticas *não* são satisfeitas, tal como nos casos análogos à ilusão e à alucinação, não dispomos de evidência para o resultado considerado. Afinal, é possível que alterações na amostra estudada (a “cena” diante do instrumento) não correspondam a alterações na imagem produzida (a “evidência” em questão), ainda que tais alterações encontrem-se no limite de sensibilidade do instrumento.

É importante neste ponto lembrar das relações entre a *evidência visual*, os *dados* e os *fenômenos*. Os dados com frequência possuem conteúdo representacional; eles oferecem informações acerca de algo. Mas os dados nem sempre se constituem em evi-

dência a favor de certo evento  $\nu$ , já que, primeiramente, os dados podem ser inconclusivos acerca da presença ou não de  $\nu$ ; em segundo lugar, podem não proporcionar razões (objetivas) para acreditar-se em  $\nu$ ; terceiro, podem não ser estáveis o suficiente para que  $\nu$  seja unicamente determinado; e, por fim, podem não ser inteligíveis no formato em que se encontram. Tomados em si mesmos, *os dados podem não ser suficientes como evidência*. Os fenômenos, por outro lado, são estáveis, podem ser usados como base para explicações (cf. Bogen & Woodward, 1988; Woodward, 1989), embora não possuam conteúdo representacional (são objetos, processos ou eventos no mundo). Os fenômenos são estabelecidos, estabilizados, a partir de evidências, em muitos casos, de evidências visuais. Os fenômenos são aquilo que as evidências, em particular, as evidências visuais, estabelecem. Para tanto, a evidência visual deve: primeiro, oferecer razões (objetivas) para acreditar-se na presença de certo fenômeno; segundo, ser estável o suficiente para que o fenômeno em questão seja unicamente determinado; terceiro, ser inteligível no formato em que se encontra formulada. Quando o fenômeno em apreço possui características visuais salientes, a evidência utilizada para estabelecê-lo deve, é claro, ser visual. A evidência visual deve, então, ser *suficiente para estabelecer a presença do fenômeno em questão*.

De modo análogo ao que ocorre com a percepção, as condições contrafáticas satisfeitas pela evidência visual garantem que esta última possui três características significativas (responsáveis, em parte, pelo papel que a evidência visual desempenha na produção do conhecimento): independência (e robustez), refinamento e rastreamento. Tais características serão consideradas em sequência.

(a) *Independência e robustez*

As evidências visuais não dependem de nossas crenças. Quando um instrumento científico, tal como um microscópio eletrônico propriamente calibrado, é empregado para examinar determinada amostra, o resultado obtido (a imagem gerada pelo instrumento) não depende de nossas crenças. Se não houver nenhuma bactéria na amostra, nenhuma bactéria será representada na imagem produzida pelo microscópio. No entanto, tal como no caso da percepção, a *interpretação* da evidência depende de nossas crenças. Para reconhecermos que determinadas estruturas na imagem produzida pelo microscópio representam bactérias, temos que dispor dos conceitos relevantes e do conhecimento da forma que elas possuem.

As condições contrafáticas ( $c_1$ ) e ( $c_2$ ) são cruciais para garantir a independência e a robustez da evidência visual. Se a imagem gerada por um microscópio é alterada de acordo com alterações na amostra empregada (dentro dos limites do aparato usado), claramente a imagem é sensível a variações na amostra, independentemente das cren-

ças dos investigadores. Se a imagem gerada pelo instrumento é a mesma quando não há alterações na amostra (dentro dos limites do equipamento empregado), o resultado é claramente robusto.

(b) *Refinamento*

A evidência visual pode ser refinada dentro dos limites dos instrumentos em questão. Ainda que cada instrumento possua limites previamente determinados acerca da resolução das imagens que gera, é possível obter resoluções progressivamente melhores empregando-se uma série de instrumentos mais aprimorados. Considere-se, por exemplo, como as imagens das estruturas celulares foram sendo sucessivamente aprimoradas com o desenvolvimento de microscópios ópticos com resoluções cada vez melhores, seguidos por microscópios eletrônicos também cada vez melhores.

Também aqui as condições contrafáticas ( $c_1$ ) e ( $c_2$ ) revelam-se cruciais. O aprimoramento da resolução das imagens ao longo de uma série de instrumentos é possível pelo fato de que sucessivas alterações nas amostras podem ser detectadas nas imagens correspondentes produzidas por sucessivos instrumentos. Pode-se também explorar a sobreposição de imagens, ou seja, as características da amostra que se encontravam presentes em imagens iniciais (produzidas por instrumentos com menor resolução) também estavam presentes em imagens posteriores (geradas por aparatos com resolução ampliada); além disso, essas últimas apresentam ainda uma riqueza de detalhes jamais detectados até então. Nesse caso, o mesmo tipo de amostra gera imagens com conteúdo sucessivamente maior, preservando, todavia, as informações disponíveis até então, tal como ilustrado no exemplo mencionado acima do aprimoramento da detecção de estruturas celulares ao longo de uma sequência de microscópios.

(c) *Rastreamento*

A evidência visual permite rastrear certos objetos no espaço e no tempo. Determinadas propriedades da amostra podem ser estudadas a partir de imagens geradas por microscópios que correspondem a características que os objetos possuem em determinado momento do tempo e em certa região do espaço.

As condições contrafáticas ( $c_1$ ) e ( $c_2$ ) são cruciais para tanto. Por conta delas, variações de determinadas características na amostra podem ser detectadas (dentro, é claro, dos limites dos instrumentos empregados), já que diferenças na amostra produzem imagens correspondentemente diferentes, e a permanência das características na amostra gera imagens correspondentemente iguais.

Como uma ilustração das diversas condições acima, considere-se o seguinte exemplo. Na primeira metade da década de 1950, George Palade notou, nas imagens produzidas por seu microscópio de transmissão eletrônica, a presença de inúmeras pequenas partículas ao longo das membranas das células estudadas. Sua reação inicial foi a de considerar tais partículas como um artefato do método de preparação da amostra. Contudo, não obstante as alterações no método empregado para preparar esta última, as partículas ainda encontravam-se presentes nas imagens produzidas pelo instrumento. Palade considerou, então, que a presença dessas partículas poderia resultar do tipo de célula empregada, ou do tipo de animal do qual as células provinham. Novas amostras foram então preparadas. Todavia, apesar das alterações resultantes, as partículas ainda estavam representadas nas imagens produzidas. Estas continuavam a apresentar pequenos “pontos” ao longo da representação das membranas celulares. Assim, as partículas pareciam, de fato, corresponder a novas estruturas celulares até então desconhecidas.

Palade triangulou a seguir os resultados inicialmente obtidos com o microscópio eletrônico com os resultados gerados por uma centrífuga. Sua hipótese era que, se as partículas em questão fossem de fato características genuínas da amostra, então o tempo de decantação dos conteúdos das células estudadas deveria ser diferente. E foi exatamente isso que ocorreu. Em 1955, ele finalmente publicou seus resultados, contendo as imagens das novas “partículas” geradas por seu microscópio de transmissão eletrônica (cf. Palade, 1955). A partir dessas imagens, a comunidade científica aceitou a existência do que viria a ser denominado, alguns anos depois, “ribossomos”.

Note-se aqui o emprego crucial das condições contrafáticas. Em meados da década de 1950, o uso do microscópio eletrônico já era corrente, aceito e difundido na biologia molecular (cf. Rasmussen, 1997). A confiabilidade desse instrumento não estava em questão. Desse modo, se alterações no método de preparação da amostra e nos componentes desta última produziam imagens nas quais as “partículas” eram representadas, isso indicava que tais “partículas”, de fato, eram características genuínas da amostra, e não algum artefato do instrumento. Tinha-se, desse modo, evidência visual para a existência dos ribossomos.

Há casos, contudo, de instrumentos acerca dos quais não sabemos se as condições contrafáticas encontram-se, de fato, satisfeitas. Isso ocorre, por exemplo, com microscópios de tunelamento por varredura que permitem obter informações acerca da topografia das superfícies de amostras de materiais condutores e semi-condutores (cf. Chen, 1993). Diferentemente dos microscópios eletrônicos, esse instrumento produz dados que podem ser apresentados de múltiplas formas, as quais geram imagens visualmente muito diferentes (cf. Bueno, 2006, 2008b, no prelo). Não é claro, assim, que possamos *saber* que se a amostra fosse diferente (dentro dos limites de sensibili-

dade do aparato), as imagens geradas seriam correspondentemente diferentes. Ainda que seja possível que as condições contrafáticas encontrem-se satisfeitas, a dificuldade consiste em *saber* que esse é, de fato, o caso. Como resultado, uma posição agnóstica acerca dos resultados gerados por esse instrumento encontra-se justificada.

## 6 A EVIDÊNCIA VISUAL E A OBSERVAÇÃO

O conceito de evidência visual desempenha um papel importante na prática científica, oferecendo razões objetivas para acreditar-se na presença de determinados fenômenos. Dadas as similaridades entre a percepção e os resultados estabelecidos por instrumentos que produzem evidência visual, temos aqui uma forma bem motivada de estender o observável para além do que pode ser visto somente a olho nu.

Entretanto, como vimos, nem todos os instrumentos que produzem imagens na ciência geram evidências visuais, já que em muitos casos não sabemos se as condições contrafáticas encontram-se realmente satisfeitas (como ocorre com os microscópios de tunelamento por varredura). Pode-se manter, assim, a distinção empirista entre o observável e o não observável: o observável produz evidências visuais, diferentemente do não observável. Mas trata-se, agora, de uma distinção motivada por considerações epistêmicas acerca da natureza dos instrumentos envolvidos, e não por conta da aceitação pouco crítica da percepção como uma fonte especial e única de conhecimento sobre o mundo.☞

AGRADECIMENTOS. Agradeço à Pablo Mariconda e à FAPESP pelo auxílio de Pesquisador Visitante que culminou na preparação deste trabalho. Discussões com Jody Azzouni, Davis Baird, Steven French, Peter Luykx, Pablo Mariconda e Bas van Fraassen foram extremamente esclarecedoras.

*Otávio* BUENO

Professor Doutor do Departamento de Filosofia,

University of Miami, EUA.

*otaviobueno@mac.com*

## ABSTRACT

In this article, I characterize the concept of visual evidence as a particular kind of evidence in which counterfactual conditions analogous to those met by perception are present. I argue that visual evidence can also be produced by scientific instruments, such as various kinds of microscopes for which we know that the relevant conditions are, in fact, satisfied. Thus, both perception and the information generated by instruments that yield visual evidence share the same epistemic properties. Drawing on this fact, I finally offer a way of extending the observable beyond instances of unaided perception, but which still preserves, within an empiricist view, cases in which certain objects cannot be observed.

KEYWORDS • Visual evidence. Perception. Observation. Microscopy. Scientific representation. Scientific instrumentation. van Fraassen.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHINSTEIN, P. *The book of evidence*. New York: Oxford University Press, 2001.
- AZZOUNI, J. *Deflating existential consequence*. New York: Oxford University Press, 2004.
- BOGEN, J. & WOODWARD, J. Saving the phenomena. *Philosophical Review*, 97, p. 303-52, 1988.
- BUENO, O. *O empirismo construtivo: uma reformulação e defesa*. Campinas: Unicamp, 1999. (Coleção CLE).
- \_\_\_\_\_. Representation at the nanoscale. *Philosophy of Science*, 73, p. 617-28, 2006.
- \_\_\_\_\_. Scientific representation and nominalism: an empiricist view. *Principia*, 12, p. 177-92, 2008a.
- \_\_\_\_\_. Visual evidence at the nanoscale. *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, 2, p. 132-8, 2008b.
- \_\_\_\_\_. Models and scientific representations. In: MAGNUS, P. D. & BUSCH, J. (Ed.). *New waves in philosophy of science*. Hampshire: Palgrave MacMillan, 2010. p. 94-111.
- \_\_\_\_\_. When physics and biology meet: the nanoscale case. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*. No prelo.
- BYRNE, A. & LOGUE, H. (Ed.). *Disjunctivism: contemporary readings*. Cambridge: The MIT Press, 2009.
- CHEN, C. J. *Introduction to scanning tunneling microscopy*. New York: Oxford University Press, 1993.
- DEROSE, K. *The case for contextualism: knowledge, skepticism, and context*. Oxford: Clarendon Press, 2009. v. 1.
- FISH, W. *Perception, hallucination, and illusion*. New York: Clarendon Press, 2009.
- LEWIS, D. Veridical hallucination and prosthetic vision. *Australasian Journal of Philosophy*, 58, p. 239-49, 1980.
- LI, H. et al. Determining the molecular-packing arrangements on protein crystal faces by atomic force microscopy. *Acta Crystallographica*, D55, p. 1023-35, 1999.
- MAGNUS, P. D. & BUSCH, J. (Ed.). *New waves in philosophy of science*. Hampshire: Palgrave MacMillan, 2010.
- MOORE, G. H. *Zermelo's axiom of choice*. Berlin: Springer-Verlag, 1982.
- PALADE, G. A small particulate component of the cytoplasm. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, 1, p. 59-79, 1955.
- PEACOCKE, C. *Sense and content*. Oxford: Clarendon Press, 1983.
- PORCHAT, O. P. *Rumo ao ceticismo*. São Paulo: Editora Unesp, 2006.
- RASMUSSEN, N. *Picture control: the electron microscope and the transformation of biology in America, 1940-1960*. Stanford: Stanford University Press, 1997.
- RUBIN, H. & RUBIN, J. E. *Equivalents of the axiom of choice II*. Amsterdam: North-Holland, 1985.
- VAN FRAASSEN, B. C. *The scientific image*. Oxford: Clarendon Press, 1980.
- \_\_\_\_\_. *Scientific representation*. Oxford: Clarendon Press, 2008.
- WOODWARD, J. Data and phenomena. *Synthese*, 79, p. 393-472, 1989.