



## ATUALIZAÇÃO

# A interpretação estatística como produção de verdades: reflexões éticas

Dimitri Marques Abramov<sup>1</sup>, Carlos Alberto Mourão Junior<sup>2</sup>

1. Laboratório de Neurobiologia e Neurofisiologia Clínica, Instituto Nacional da Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro/RJ 2. Departamento de Fisiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora/MG, Brasil.

## Resumo

Este ensaio lança um olhar crítico sobre as consequências, na prática do profissional de saúde, da produção de verdades científicas com base em modelos estatísticos. A estatística nos oferece visão probabilística de eventos naturais observados sistematicamente, e vários são os limites intrínsecos a seus métodos. Mas, no senso comum do meio científico, criou-se o imaginário da estatística como meio para obter verdades a respeito de sistemas complexos, da mesma forma que cientistas postulam princípios para a órbita dos planetas. Nesse contexto, as expectativas de sucesso ou fracasso em intervenções e a avaliação dos riscos e benefícios da aplicação de resultados experimentais podem ser perigosamente comprometidas no dia a dia da prática biomédica.

**Palavras-chave:** Interpretação estatística de dados. Gestão de riscos. Esperança. Cultura.

## Resumen

### La interpretación estadística como producción de verdades: reflexiones éticas

Este ensayo tiene el objetivo de suscitar la conciencia crítica acerca del riesgo bioético de la comprensión de la estadística como producción de verdades científicas en la vida práctica del profesional de salud. La estadística nos ofrece una visión probabilística de los eventos naturales observados sistemáticamente, con innumerables límites intrínsecos a sus métodos. Pero el medio científico también tiene su sentido común. Se creó en el imaginario colectivo del medio científico la idea de que la estadística obtiene verdades respecto de los sistemas complejos de la naturaleza, verdades tan sólidas como las predicciones del científico acerca de las órbitas de los planetas. Así, la construcción de expectativas de éxito y fracaso en intervenciones, así como la evaluación criteriosa de los riesgos y beneficios de la aplicación de resultados experimentales en la vida humana, pueden verse peligrosamente comprometidos en el día a día de las prácticas biomédicas.

**Palabras clave:** Interpretación estadística de datos. Gestión de riesgos. Esperanza. Cultura.

## Abstract

### The statistics interpretation as production of truths: ethical insights

This essay aims to raise critical awareness about the bioethical risk of the understanding of statistics, as the production of scientific truths, within the practical life of the health professional. Statistics give us a probabilistic view of the natural events observed systematically, with innumerable limits intrinsic to their methods. But the scientific milieu also has its degree of non scientific perception, which created in the collective imagination of the scientific milieu the idea that statistics obtain truths about the complex systems of nature, truths as solid as the scientist's predictions about the orbits of the planets. Thus, the construction of expectations of success and failure in interventions, as well as the careful evaluation of the risks and benefits of the application of experimental results in human life, can be dangerously compromised in the day to day of the biomedical practices.

**Keywords:** Data interpretation, statistical. Risk management. Hope. Culture.

Há pelo menos 200 anos as práticas biomédicas se sustentam no conhecimento científico, fruto da observação sistemática da natureza que, por sua vez, é composta por padrões regulares e processos caóticos. Alguns desses padrões, como a órbita de planetas, são bastante evidentes e podem ser mensurados pela observação pura dos eventos. No entanto, outros padrões se perdem no meio de não linearidades, ou seja, têm comportamento estocástico<sup>1</sup>. Quanto mais complexo for um sistema natural, do qual fazem parte organismos biológicos, psíquicos e sociais, mais difícil será determinar regularidades apenas com base na observação sistemática. Para se apoderar desses padrões regulares, a ciência desenvolveu ferramentas matemáticas específicas, que passaram a servir de sustentação à estatística.

A estatística fez parte da revolução científica das primeiras décadas do século XX. Matemáticos desenvolviam os fundamentos da área, na mesma época em que Einstein desvelava a relatividade e a mecânica quântica florescia. Apesar de a estatística ter sido sistematizada formalmente apenas nesse ponto da História, o ser humano sempre pensou estatisticamente, mesmo em tempos pré-matemáticos, anteriores à escrita cuneiforme. A percepção da média é inerente à nossa cognição – sempre estivemos atentos a padrões ocultos por trás de irregularidades dos processos naturais.

O inverno é um padrão, assim como o tamanho de um fruto. O homem pré-histórico (e talvez outros animais) sabia se uma fruta era grande ou pequena, pois, em sua experiência de vida, estabeleceu espontânea e naturalmente uma média para o tamanho daquela fruta. O cérebro em si é um processador bayesiano<sup>2-4</sup>: nossas percepções sobre o mundo são caóticas e não lineares, mas coletivamente se ajustam a uma distribuição de frequências, de modo que o cérebro infere estatísticas sobre o que os sentidos codificam, formando a representação subjetiva da realidade que nos cerca. Logo, ideias ou emoções que surgem como respostas a estímulos se ajustam a modelos estatísticos, podendo ser estimadas probabilisticamente.

Da física aos estudos de mercado, a estatística está sempre presente. Quando nosso objeto de observação científica é um conjunto de seres, não há tese, descritiva ou analítica, que dispense a estatística. Mas, apesar de utilizarmos-na, a maioria dos pesquisadores não se apropria de seus mecanismos intrínsecos – o que é compreensível, dada a grande complexidade da maior parte de seus procedimentos. Por consequência, em todos os níveis acadêmicos, usuários da estatística não compreendem os

fundamentos filosóficos e epistemológicos que lhes dão sentido.

Surgem então modos de pensar cientificamente equivocados, com consequências éticas para o ato profissional, que afetam, por exemplo, a tomada de decisões e as expectativas dos pacientes. O objetivo deste ensaio é discutir o risco na bioética de se chegar a conclusões equivocadas a partir de informações científicas obtidas por meio de métodos estatísticos e que sejam tomadas como verdades absolutas. Para tanto, as ciências empíricas e estatística serão abordadas conceitualmente, na busca de um entendimento crítico de sua natureza e de seu campo de aplicação.

É necessário delimitar princípios para uma ética normativa universal que estabeleça ofícios biomédicos em consonância com os valores humanísticos da civilização<sup>5</sup>. Esta ética deve ter como eixo o benefício do paciente sobre todas as outras coisas – princípio que se realiza na minimização da iatrogenia e no respeito aos direitos do paciente, entre eles o direito à “verdade”. Assim, considera-se “boa” toda prática que se baseie nessa ética normativa.

Por outro lado, práticas alheias a conhecimentos e técnicas incorrem em risco bioético, podendo produzir danos ao paciente. Logo, o rigor formal ao interpretar informações científicas deve fazer parte da prática profissional. Na discussão deste ensaio abordam-se estas questões e, pela perspectiva da bioética, propõe-se boas práticas de interpretação de dados estatísticos, considerando o que eles realmente têm a oferecer: probabilidades.

## A estatística e a verdade

Toda discussão científica de qualidade pressupõe dúvidas razoáveis sobre resultados de experimentos, observações ou interpretações qualitativas. A incerteza faz parte da ciência. Porém, nem sempre essas discussões são apreciadas levando-se em consideração a dúvida razoável. Muitas vezes, por exemplo, resultados de pesquisa são divulgados em meios de comunicação de massa com tempos verbais e expressões que denotam certezas.

O meio científico, seja acadêmico ou técnico, é formado por pessoas e imaginários. Assim, como em todos os espaços de atuação humana, existe um senso comum que toma resultados como verdades definitivas. Este senso comum está permeado por ideias inadequadas sobre as contribuições da estatística para a ciência. Quando um doutorando compara medições de suas amostras ou quando um médico lê

um artigo sobre uma nova droga, conceitos primordiais – como “acaso”, “probabilidade”, “viés amostral”, “modelo de predição” ou “inferência” – podem ser teoricamente conhecidos e entendidos, mas não compreendidos.

A primeira questão é: o que pretende a estatística? Revelar a realidade? Definitivamente, *não* é esta a sua pretensão. A realidade é um constructo intersubjetivo e circunstancial. O tamanho da fruta é uma estimativa que tomamos como realidade. O cérebro, enquanto sistema bayesiano, constrói um modelo de realidade baseado em inferências endógenas e muitas vezes erra, daí as ilusões sensoriais<sup>6</sup>.

Como seres não lineares, vivemos um paradoxo ao estabelecer uma cultura que necessita de certezas polares, definindo coisas que contrastam significativamente umas das outras e construindo representações baseadas na ideia de que algo que “é isto e não é aquilo”. Nosso modo de pensar vive a profunda angústia do contínuo e do incerto, e da consequente ambivalência dos saberes. O ser humano não convive bem com probabilidades. A estatística então oferece ao pensamento analítico e reducionista realidades arbitrárias, tomadas como objetos científicos e então aplicadas no mundo.

O Universo é hoje considerado um sistema não linear<sup>1</sup>. Por mais que a órbita de um planeta seja mensurável, o período de translação jamais será absolutamente regular. Ainda que beire a insignificância, a variação imprevisível e não modelável sempre existirá. De modo que não há período absoluto na translação de Mercúrio ao redor do Sol, como não há realidade a ser revelada. Logo, a estatística oferece apenas *probabilidades* de que determinado evento expresse padrão natural ou irregularidades imprevisíveis, por nós entendidas como “o aleatório”.

Toda a estatística se baseia na ideia de probabilidade, entidade matemática inexistente na natureza e que nada mais é do que uma medida: *a medida da incerteza*. Portanto, a estatística e suas conclusões são abstrações do mundo natural. A rejeição ou aceitação da “hipótese de nulidade” é a grande conclusão de um teste de inferência estatística, baseada no valor-*p*, que define se a probabilidade é significativa.

Neste exato momento, a subjetividade se sobrepõe à matemática e sua exatidão, pois significância sempre foi e será atributo de valor, um constructo ao mesmo tempo pessoal, afetivo, cultural e histórico. O dinheiro, por exemplo, tem valores diversos para pessoas e culturas diferentes. Além disso, o que dizer dos 5% normalmente atribuídos ao erro  $\alpha$ ? Para muitos, uma chance em 20 é arriscada demais. Alguém se arriscaria em uma roleta-russa

com probabilidade de um contra 20? Mas admite-se erro de 5% na significância do efeito de um medicamento contra o câncer, apresentado pelo mercado como a solução definitiva para a doença. Trata-se, portanto, de um juízo de valor, que, em um congresso de estatística, pode mudar após novo consenso sobre o erro  $\alpha$  ideal.

Probabilidades infinitamente pequenas podem surgir do teste de Pearson quando correlacionamos, por exemplo, picadas de aranha no Brasil e o consumo de chocolate na França no mesmo período. Correlações espúrias como essas, propostas como curiosidades anedóticas, alimentam a crítica à estatística como oráculo da realidade<sup>6</sup>. Em um milhão de correlações completamente aleatórias, 50 mil estarão dentro do critério  $p=0,05$ . Cerca de dez correlações com  $p=10^{-5}$ , o que significa um coeficiente  $r=0,9$ , devem aparecer em uma amostra com 25 observações – número digno dos melhores ensaios determinísticos de química ou física.

Estimar a relevância dessas correlações é adentrar discussões epistemológicas profundas a respeito de aspectos do Universo inacessíveis ao intelecto dedutivo humano, dada a imponderável ignorância humana, advinda de um cérebro limitado demais em relação ao seu entorno. Assim, sendo um recurso do empirismo, a estatística tornou-se ferramenta do método indutivo para conhecer a natureza.

## O método indutivo e a produção de verdades

Desde o século XVIII, com David Hume<sup>7</sup>, os problemas inerentes ao método indutivo vêm sendo demonstrados. Com efeito, tal método é logicamente inconsistente e epistemologicamente insustentável, visto que se baseia no comportamento futuro de eventos, e ignora que é impossível prevêê-los com absoluta certeza. Em outras palavras, não se pode atribuir valor de verdade a um evento que ainda não aconteceu, porque nada garante, com absoluta certeza, se tal evento acontecerá.

Como exemplo, pode-se citar o nascer do Sol que, apesar de ser observado todos os dias, não continuará necessariamente a acontecer até o fim dos tempos. Na verdade, ao vermos o Sol nascendo e se pondo, acreditamos que esse evento ocorrerá no próximo dia. Portanto, trata-se de uma crença, e não da descoberta da verdade.

Nossa mente trabalha com previsões do futuro lastreadas em eventos do passado, exatamente como faz o método estatístico de Bayes, que estima probabilidades levando em conta ocorrências pregressas

do evento em questão<sup>3</sup>. O bom senso, proveniente dessa mente bayesiana, continua sendo, portanto, o juiz final sobre todas as medidas, e a estatística apenas o enriquece com mais informações.

A discussão sobre o método indutivo é altamente profícua e relevante, pois determina comportamentos que sucedem ao juízo de significância. Na prática, o mundo parece funcionar bem com o julgamento humano baseado em resultados estatísticos. Com a estatística, a ciência dos sistemas não tão complexos consegue colocar satélites em órbita, prever a potência de uma bomba nuclear ou manter a qualidade do aço produzido. Porém, quando falamos de sistemas complexos, como a ação do vírus de imunodeficiência humana (HIV) sobre células CD4+, a bioquímica da esquizofrenia, o comportamento dos betabloqueadores sobre a função cardiovascular ou as causas da dependência química, a ciência entra em terrenos espinhosos demais. E a estatística é uma foice cega para a limpeza deste terreno.

Sistemas complexos são multidimensionais, e por isso só podem ser descritos por muitas variáveis. Por exemplo, para descrever um sistema complexo como o cérebro de uma criança com transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (ADHD), precisaríamos coletar centenas de variáveis de tipos diferentes. Imaginemos um banco de dados com até 800 variáveis, como em Abramov e colaboradores<sup>8</sup>: elas permitem até 320 mil correlações, além das 800 inferências de diferença entre os grupos ADHD e controle.

Em casos assim, dada a natureza probabilística dos testes, muitas relações espúrias e redundâncias (variáveis diferentes que descrevem a mesma dimensão) não de aparecer. Ademais, é impossível compreender o conjunto de inferências e probabilidades resultantes “a olho nu”: seria como olhar para uma multidão de 100 mil pessoas em um estádio de futebol e descrever as relações afetivas entre elas. Então, tentamos buscar padrões globais que atravessam esta multiplicidade de dimensões, modulando suas relações interpessoais (por exemplo, o que desencadeia uma “ola” na arquibancada).

Presumimos (racionalmente) que sistemas complexos têm padrões dinâmicos latentes e abrangentes, em número menor que dimensões. Eles não são descritos por nenhuma variável em particular, mas devem estar incorporados em muitas delas, em quantidades diferentes. Métodos de análise multivariada (MVA) foram desenvolvidos para desvelar esses poucos padrões presumidos, chamados de componentes ou fatores do sistema complexo<sup>9</sup>, sintetizados em novas variáveis julgadas

como descritores mais objetivos e compreensíveis do sistema como um todo. A MVA compreende conjunto de teorias e técnicas muito sofisticadas, que permitem acesso estatístico a estudos quantitativos em psicologia, sociologia, economia, *marketing* e neurociências.

Porém, a MVA não deixa de ser especulativa, pois presume a existência de fatores latentes totalmente virtuais (isto é, que não podem ser observados diretamente). A teoria pressupõe encontrar esses fatores e suas características por meio de análises complexas do conjunto multidimensional de dados, baseando-se nas muitas interpretações para as semelhanças e/ou diferenças entre as variáveis. Por isso, devemos considerar a MVA, presente na maioria dos estudos sobre a mente humana, como um clímax crítico.

Entretanto, esta crítica não se refere à estatística em si, mas à descrição matemática da natureza baseada em probabilidades, isto é, em níveis de incerteza. A MVA é o clímax da aplicação responsável da estatística porque mantém absoluta consciência de que seus resultados nada mais são do que uma informação a ser julgada pela mente humana, com seus mecanismos racionais dedutivos entrelaçados a desejos e afetos completamente estranhos à objetividade matemática. E a consciência dos limites da realidade, enquanto conceito ou objeto de observação, é o que separa a ciência da crença e a boa prática médica do charlatanismo, permitindo que o conhecimento seja aplicado de modo eticamente responsável.

### **Produção de verdade e suas consequências: boas práticas para a interpretação do conhecimento científico**

Consideram-se duas as principais consequências bioéticas da construção de realidades fundamentadas em probabilidades estatísticas. A primeira refere-se à expectativa criada por procedimentos ou intervenções fundamentadas em pesquisas científicas e à maneira como essa expectativa é trabalhada no imaginário do profissional e do paciente. A segunda consequência está na avaliação dos riscos e benefícios de determinado procedimento com base na análise do contexto da pessoa que a ele se submete. A consciência do caráter probabilístico e não linear da eficácia observada de uma droga, bem como dos eventos adversos associados a ela, pode mudar completamente o julgamento do profissional e do paciente acerca de seu uso. Essas são questões

a serem discutidas não só em publicações científicas, mas em conversas entre colegas, colóquios, palestras e textos de divulgação, confrontando as propagandas de laboratórios enviesadas pelo desejo de produzir certezas e verdades que beneficiem determinados interesses.

Vale lembrar que o julgamento ético se vincula tanto à dimensão racional/objetiva quanto à afetiva/subjetiva das relações humanas. Vulnerável a verdades induzidas, o uso de medicamentos está longe de ser apenas lógico e racional. Portanto, do ponto de vista bioético, julgamos que publicações com impacto direto na vida humana não deveriam considerar erros alfa e beta nem veicular hipóteses pré-estabelecidas. Assim, as conclusões e discussões dos artigos deveriam se basear na descrição literal das estatísticas e seus resultados probabilísticos, sem determinar taxativamente a eficácia ou segurança de drogas e procedimentos.

Assim evitaríamos verdades preestabelecidas, oriundas do imaginário humano, indiscutivelmente subjetivo mesmo entre acadêmicos e técnicos. Como evidenciado até aqui, a produção dessas verdades é inerente à própria cognição, à natureza reducionista do pensamento humano, e extrapola formalismos acadêmicos. Disso se depreende que a humanidade deve assumir sua própria complexidade, sondando cautelosamente a relevância de uma probabilidade em cada circunstância particular.

Em alguns casos, erros são perfeitamente aceitáveis, de 5% ou de até 10%. Em outros, são inadmissíveis. Lembremos sempre da roleta-russa com uma chance em 20 de disparar contra sua cabeça: você consideraria esta chance desprezível? Provavelmente não! Da mesma forma, não se pode perder de vista que é o leitor quem deve tirar conclusões dos ensaios científicos, fazendo juízo de valor sobre os méritos e limitações das pesquisas.

A consciência das questões aqui abordadas pode gerar angústia mas também chamar à responsabilidade, suscitando críticas ao contexto de

interesses conflitantes em que o conhecimento é gerado e aplicado. Abrir mão da ilusão da verdade científica requer esforço, e olhar o mundo da estatística, atentando para seu caráter probabilístico e modelos aos quais a natureza deve se ajustar (e não o contrário), pode ser um exercício.

Como profissionais da saúde, vivemos angustiados com as dúvidas de nossos pacientes, que nos questionam sobre o futuro, sobre os resultados de determinado tratamento etc. E apesar de a dúvida gerar ainda mais angústia, como bons cientistas respondemos (ou deveríamos responder) que tais resultados não podem ser determinados. Com base em nossa experiência, e considerando os limites da compreensão humana, pode-se apenas inferir probabilidades.

Sabemos que a maioria dos pacientes prefere a fantasia das certezas, embora não possam ser alcançadas pela cognição humana, imersa nos processos caóticos do universo. O senso comum exige de acadêmicos e técnicos essas certezas que ninguém pode ter, nem mesmo utilizando o mais sofisticado modelo estatístico. A angústia da incerteza pode ser grande, mas é exatamente aí que nascem as responsabilidades.

### Considerações finais

Sistemas complexos são interpretados pela observação da natureza e por processos indutivos, sujeitos, portanto, a aproximações estatísticas, que são dependentes de validações subjetivas estabelecidas por nosso senso crítico e valores pessoais. Assim, nas ciências biomédicas, consideramos que deve haver cautela ao se chegar a conclusões a partir de verdades relativas. Do ponto de vista bioético, parece ser mais prudente apresentar resultados dentro de contexto probabilístico, cabendo ao interlocutor, com base em sua realidade, julgar a relevância dos achados da pesquisa.

### Referências

1. Boeing G. Visual analysis of nonlinear dynamical systems: chaos, fractals, self-similarity and the limits of prediction. *Systems* [Internet]. 2016 [acesso 3 jul 2018];4(4):37-54. Disponível: <https://bit.ly/2DaMlvR>
2. Knill DC, Pouget A. The Bayesian brain: the role of uncertainty in neural coding and computation. *Trends Neurosci* [Internet]. 2004 [acesso 3 jul 2018];27(12):712-9. Disponível: <https://bit.ly/2DtJVie>
3. Clark A. Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behav Brain Sci* [Internet]. 2013 [acesso 3 jul 2018];36(3):181-204. Disponível: <https://bit.ly/2z89odx>
4. Nour MM, Nour JM. Perception, illusions and Bayesian inference. *Psychopathology* [Internet]. 2015 [acesso 3 jul 2018];48(4):217-21. Disponível: <https://bit.ly/2FbZNRs>

5. Conselho Federal de Medicina. Código de ética médica: Resolução CFM nº 1.931, de 17 de setembro de 2009 (versão de bolso) [Internet]. Brasília: CFM; 2010. [acesso 8 nov 2018]. Disponível: <https://bit.ly/2OyVgi9>
6. Freedman D. From association to causation: some remarks on the history of statistics. *Stat Sci* [Internet]. 1999 [acesso 3 jul 2018];14(3):243-58. Disponível: <https://bit.ly/2PLgm1q>
7. Hume D. *A treatise of human nature*. Oxford: Oxford University Press; 2007.
8. Abramov DM, Gomes-Junior SC, Mourão-Junior CA, Pontes AT, Rodrigues CQC, Pontes MC *et al*. Estimating DSM validity for attention deficit/hyperactivity disorder based on neurophysiological, psychological, and behavioral correlates. *bioRxiv* [Internet]. 2017 [acesso 3 jul 2018]. DOI: 10.1101/126433
9. Tinsley H, Brown S. *Handbook of applied multivariate statistics and mathematical modeling*. Cambridge: Academic Press; 2000.

---

**Correspondência**

Dimitri Marques Abramov – Instituto Nacional da Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira. Laboratório de Neurobiologia e Neurofisiologia Clínica. Av. Rui Barbosa, 716, Flamengo CEP 22250-020. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

---

Dimitri Marques Abramov – Doutor – [dimitri.abramov@iff.fiocruz.br](mailto:dimitri.abramov@iff.fiocruz.br)  
Carlos Alberto Mourão Junior – Doutor – [camouraojr@gmail.com](mailto:camouraojr@gmail.com)

---

**Participação dos autores**

Os autores contribuíram igualmente para a redação e revisão do texto.

