

AS DUAS TEORIAS DA PROBABILIDADE NA OBRA DE CHARLES SANDERS PEIRCE E A ESTATÍSTICA NORTE AMERICANA NO FINAL DO SÉCULO XIX

Maria de Lourdes Bacha †, Fumikazu Saito

CESIMA, PUC SP Brasil

fsaito@pucsp.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar as duas teorias da probabilidade presentes na obra do matemático e lógico norte americano C. S. Peirce (1839–1914), a primeira desenvolvida antes de 1900 e a segunda depois de 1900. A estatística e a probabilidade representaram parte significativa tanto no trabalho experimental de Peirce como nos seus desenvolvimentos filosóficos e metodológicos. Peirce era graduado em Química e Matemática por Harvard. Embora atualmente, Peirce seja mais reconhecido como filósofo e pelo desenvolvimento do ramo norte americano do pragmatismo, também merece destaque histórico como participante do desenvolvimento da ciência no século XIX.

Introdução

Este artigo tem como objetivo analisar as duas teorias da probabilidade presentes na obra do matemático e lógico norte americano C. S. Peirce (1839–1914), a primeira desenvolvida antes de 1900 e a segunda depois de 1900 (Burks, 1964). A estatística e a probabilidade representaram parte significativa tanto no trabalho experimental de Peirce como nos seus desenvolvimentos filosóficos e metodológicos. Peirce era graduado em Química e Matemática por Harvard. Embora atualmente, Peirce seja mais reconhecido como filósofo e pelo desenvolvimento do ramo norte americano do pragmatismo, também merece destaque histórico como participante do desenvolvimento da ciência no século XIX. Mas Peirce também contribuiu para álgebra linear, para a teoria matemática de projeções de mapa e para diversos campos da física. Com relação à astronomia, observou eclipses solares com o espectroscópio, medindo linhas espectrais da aurora boreal, investigou por fotometria a luz das estrelas e determinou densidade de superfícies de estrelas. Determinou a intensidade da gravidade com pêndulo e desenvolveu uma teoria pendular, calculou a curvatura da Terra a partir de variações de gravidade, e contribuiu para espectroscopia e como empregá-la no serviço de metrologia (Lenzen, 1965, p. 29).

De fato, profissionalmente Peirce foi astrônomo e físico. Portanto, não foi apenas um filósofo ou lógico interessado em ciência. Peirce era cientista e como tal trabalhou por 30 anos na U. S. Coast and Survey, onde realizou trabalhos com pêndulos e gravidade, que alcançaram repercussão internacional na época (Lenzen, 1975; Brent, 1998).

Seu trabalho sempre teve cunho experimental, o que acabou se refletindo em sua filosofia e lógica. A introdução de Peirce à Estatística se deu com o uso do método dos mínimos quadrados, ao trabalhar com seu pai no laboratório de astronomia de Harvard de 1868 a 1870. A aplicação de Peirce da teoria da probabilidade na resolução da validade da indução foi ajudada por experiências com o método dos mínimos quadrados na redução de observações em astronomia e geodésica, cujos resultados foram publicados em “*On the theory of errors of observation*”, em 1870.

Entre 1878–79, Peirce publicou a série “*Illustrations of the Logic of Science*”, composta por “*The Fixation of Belief*” – 1877 (CP¹ 5.358–87), “*How to Make our Ideas Clear*” – 1878 (CP 5.388–410), “*The Doctrine of Chances*” – 1878 (CP 2.645–60), “*The Probability of Induction*” – 1878 (CP 2.669–93), “*The Order of Nature*” – 1878 (CP 6.395–427) e “*Deduction, Induction, and Hypothesis*” – 1878 (CP 2.619–44). Esta série causou discussões polêmicas na época em termos de estatística e probabilidade, campos nos quais Peirce já tinha feito anteriormente contribuições profissionais a exemplo da revisão do livro italiano Ferrero (1876), *Esposizione del metodo dei minimi quadrati*, na primeira edição do *American Journal of Mathematics*, em 1878 (Burks, 1964).

Do risco em jogos de azar à teoria da probabilidade

Inicialmente vale ressaltar que os comentários deste tópico constituem apenas um recorte como pano de fundo dos desenvolvimentos deste artigo e não tem a pretensão de esgotar o assunto. O risco como gênese do pensamento estatístico surgiu na Antiguidade, juntamente com os chamados jogos de azar. No entanto, com o passar do tempo, aumentou o interesse em reduzir as incertezas ao realizar uma jogada, o que motivou o interesse de estudiosos pelo tema. Embora a utilização da palavra probabilidade remonte a épocas anteriores (há indícios de que há 3000 a. C. já se faziam estudos estatísticos na Babilônia, Egito e China), é possível dizer que antes de 1650, a teoria da probabilidade se inspirava principalmente nos jogos de azar (dados, cartas e loterias) (Moraes, 2005, Crisafuli, 2006).

¹As obras de Peirce foram referenciadas conforme feitas por seus estudiosos, CP se refere a Collected Papers e NEM a New Elements of Mathematics.

Fazendo uma retrospectiva, pode-se ressaltar o papel de Girolamo Cardano (1500–1571), com o livro *Liber de Ludo Aleae* (Livro dos jogos de azar), pois esta obra parece ter sido o primeiro esforço no sentido de desenvolver os princípios estatísticos da probabilidade (Moraes, 2005).

Estima-se que o período de fundação da teoria da probabilidade se situe entre 1654 a 1665. Em 1654, foi proposto a Blaise Pascal (1623–1662) um problema: dois jogadores A e B combinam jogar um certo tipo de jogo até que um deles vença 6 (seis) rodadas. Porém, o jogo tem que ser interrompido quando A venceu 5 (cinco vezes) e B 3 (três vezes), como deveria ser dividida essa aposta? Este problema apareceu várias vezes nas obras dos matemáticos durante os séculos XVI e XVII e se tornou conhecido como o problema dos pontos. Este enigma foi resolvido por Pascal e Pierre de Fermat (1601–1665), na França, tornando célebre a correspondência entre os dois autores.

Pascal e Fermat desenvolveram uma teoria utilizando uma medida da probabilidade. A solução partiu da hipótese de que o jogador que estava vencendo, quando interrompido o jogo, teria maior probabilidade de vencer se o jogo continuasse. Mas qual seria a probabilidade de quem estava perdendo?

Surgiu então, novo ramo de conhecimento, o da ciência da previsão, a partir da qual resultados podiam ser matematicamente medidos, o que foi feito significativa para os conhecimentos da época. Os feitos de Pascal e Fermat contribuíram para o desenvolvimento do estudo do risco não só com enfoque no jogo, mas dando início aos fundamentos sistemáticos da probabilidade.

No contexto deste tópico, também merece destaque Huygens (1629–1695) cuja obra “*Reckoning at games of chance*”, influenciou autores posteriores com De Witt (1625–1672) e Bernoulli (1700–1782). Pascal e Fermat determinaram as regras essenciais que governam jogos de azar e que podem ser usadas pelos jogadores para estabelecer estratégias para suas jogadas. As ideias de Pascal, Fermat e Huygens tiveram grande influência no desenvolvimento da teoria da probabilidade no século XVII (Hacking, 1975; Halt, 2003).

No entanto, a ligação da probabilidade com aleatoriedade somente ocorreu em publicações a partir de 1662. Segundo Hacking (1990), probabilidade tem dois aspectos: está relacionada com o grau de confiança garantido por evidência e está ligada a tendência exibida por alguns recursos para produzir frequências relativas estáveis. Nenhum destes aspectos foi autoconsciente e deliberadamente apreendido por pensadores antes do tempo de Pascal (Hacking, 1990).

Após estagnação de cerca de 50 anos, iniciou-se a partir de 1708, um período no qual se desenvolveu a teoria da probabilidade propriamente dita, destacando-se nesta época Montmort (1678–1719), Moivre (1667–1754), Ber-

nouilli (1700–1782). Em 1713 Bernouilli publicou obra baseada no trabalho de Huygens. Esta obra denominada *Ars Conjectandi* pode ser considerada como aquela que levou a teoria dos jogos de azar ao posto de ciência. Por volta de 1718, vários livros sobre probabilidade já estavam disponíveis, nos quais se discutiam regras elementares para seu cálculo, probabilidade condicional, expectativa, distribuição binomial entre outros (Moraes, 2005, Crisafuli, 2006).

A partir de 1735, observa-se um período de consolidação, no qual se pode destacar a publicação de Laplace (1749–1827) *Théorie analytique des probabilités* de 1812 (Halt, 2003, Boyer, 1994; Eves, 2004). Para Hacking (1975, p. 1), antes de Pascal não havia quase nada sobre probabilidade, enquanto após Laplace, probabilidade se tornou tão bem compreendida que uma contagem página a página do que foi publicado sobre o assunto tornou-se quase impossível (Hacking, 1975, p. 1).

Hacking (1990, p. 3) defende a ideia de que o indeterminismo e o desenvolvimento das novas leis da estatística seriam transformações conectadas. O que a avalanche de números impressos teria a ver com a erosão do determinismo? Segundo o autor a resposta imediata, o determinismo foi subvertido pelas leis do acaso (estas, necessárias para o estudo de regularidades estatísticas em grandes populações, ou seja, a causalidade universal não explicava dados de natalidade e mortalidade). Dessa forma, crescia o ceticismo em relação ao determinismo e pelo final do século, “chance” (acaso) já estava incorporada às ciências naturais, biológicas e sociais (com os trabalhos de Galton (1822–1911), Wundt (1832–1920), por exemplo) (Hald, 2003).

A interpretação clássica de probabilidade matemática foi caracterizada pelo determinismo, que na prática confundia a crença subjetiva e frequências objetivas com a ajuda da psicologia associacionista (Gigerenzer et alii, 1989). Somente em meados do século XIX, quando as regularidades estatísticas foram examinadas no contexto de diferentes objetivos e controvérsias, é que se deu à variabilidade novas versões. No final do século XIX, a explicação mecânica dos fenômenos sofreu alguns reveses, testemunhando-se o que Hacking (1990) denominou de erosão do determinismo: o evento conceitual mais decisivo da física do século XX foi a descoberta de que o mundo não é determinista. A Estatística descritiva e não histórica usada no século XVIII deu lugar no século XIX, a partir de 1839, à ciência numérica da sociedade (Hacking, 1990).

Com a enumeração de pessoas e seus hábitos [...] Surgiu um novo tipo de lei, análogo às leis da natureza, mas referente á população. Esta nova lei era expressa em termos de probabilidade (Hacking, 1990).

No final do século XIX, já havia uma base razoável para definir a estatística

como o ramo da matemática particularmente interessado na manipulação e inferência de conclusões a partir dos dados numéricos. Com esta capacidade, associada à ciência social, a estatística pressupunha a disponibilidade de registo de censos e outras tabulações, que começaram a ser sistematicamente realizados e publicados por governos da Europa Ocidental e dos Estados Unidos por volta de 1800, mas foi a partir de 1840, que esta prática de medição ficou totalmente estabelecida (Gigerenzer et alii, 1989).

Hacking (1990, p. 5) considera que a medição e a sistematização de dados numéricos e positivismo são questões muito próximas, a ciência positiva significava ciência numérica e nada melhor para tipificar uma ciência positiva do que a estatística.

Assim, se no início do século XIX, Laplace se mostrava confiante de que o mundo seria governado com a mesma necessidade exata daquela encontrada na mecânica celeste, na segunda metade do século XIX, podia-se encontrar Peirce, para quem não haveria motivo para se acreditar na doutrina da necessidade ou na constatação de que as leis da natureza fossem representadas por constantes numéricas precisas. Peirce foi um dos expoentes sistemáticos do indeterminismo no século XIX (Gigerenzer et alii, 1989).

Com relação à estatística americana, segundo Stigler (1975), antes de 1850, havia pouco o que falar sobre a história da estatística norte americana, que nesta época seria “primitiva”. Para o autor, o único fato relevante foi a publicação da tradução de *Mécanique Celeste* de Laplace, feita por Bowditch, em 1850. No entanto, entre 1850 e 1885, houve contribuições americanas significativas, graças a Robert Adrian (1775–1843), Benjamin Peirce (1809–1880), Charles Peirce, Simon Newcomb (1835–1909) e Erastus De Forest (1834–1888), que incluíam inovações quanto a procedimentos de rejeição de *outliers*, design aleatório de experimentos, desenvolvimentos de testes, distribuição gama entre outros. Por volta de 1885, instituições como observatórios, levantamentos geodésicos ou companhias de seguro vinham desenvolvendo técnicas estatísticas que contribuíram para a maturidade do campo.

Para Madden (1964), as contribuições de Peirce à teoria da probabilidade estão no cerne de algumas discussões do campo no século XX, contribuições essas que teriam possibilitado refinamentos profícuos. Completando, segundo Goudge (1950), a maioria dos filósofos da indução do século XX (tais como Reichenbach ou Van Mises) bebeu profundamente na fonte peirceana. Peirce dizia que: “sou um daqueles que sustentam que a probabilidade deve ser uma questão de conhecimento positivo, ou, confessar-se uma nulidade”. (CP 201).

Grande parte do que Peirce escreveu sobre probabilidade estava relacionado com o que ele considerava errado na visão clássica de probabilidade de

Laplace. Suas objeções estavam centradas principalmente na noção clássica de que a ignorância seria denotada pela probabilidade $\frac{1}{2}$ e quanto à questão das probabilidades desconhecidas, para as quais todas as razões seriam consideradas equiprováveis.

Laplace era de opinião que os experimentos afirmativos atribuem probabilidade definida à teoria: e essa doutrina é ensinada até hoje na maioria dos livros sobre probabilidades, embora conduza aos mais ridículos resultados e seja inerentemente autocontraditória. Baseia-se numa noção muito confusa do que seja probabilidade (CP 5.169).

Segundo Laplace (1902) probabilidade é relativa em parte à ignorância e em parte ao nosso conhecimento. Para Peirce, a noção clássica que atribui probabilidade $\frac{1}{2}$ para a ignorância seria uma confusão entre probabilidade subjetiva e objetiva (CP 2.747 de 1883), porque em verdade, esta seria a probabilidade de se responder sim ou não para a questão “O evento acontecerá?”, em condições de completa ignorância. Esta afirmativa de que a probabilidade expressa em parte conhecimento, em parte ignorância é um belo exemplo do pensamento vago e indefinido de Laplace (NEM IV:172). Já com relação a assumir que as razões são equiprováveis, embora isto possa ser aplicado a qualquer evento, não pode ser aplicado a todos os eventos desconhecidos sem inconsistência, ou nas palavras de Peirce:

[...] Há aqueles para quem a ideia de probabilidade desconhecida parece um absurdo. Probabilidade, eles dizem, mede o estado de nosso conhecimento, e ignorância é denotada pela probabilidade $\frac{1}{2}$. Mas, entendo que a expressão ‘probabilidade de um evento’ é incompleta. Uma probabilidade é uma fração cujo denominador é a frequência de um tipo específico de evento, enquanto seu denominador é a frequência de um gênero embaraçando estas espécies. Ora, a expressão em questão nomeia o numerador da fração, mas deixa de lado o nome do denominador. Há um sentido no qual é verdade que a probabilidade de um evento perfeitamente desconhecido é $\frac{1}{2}$; a saber, a afirmação de sua ocorrência é a resposta à questão possível de ser respondida por ‘sim’ ou ‘não’, e de todas estas tais questões a metade exata das respostas possíveis são verdadeiras. Mas se se prestar atenção aos denominadores das frações será encontrado que este valor $\frac{1}{2}$ é um dos quais nenhum uso possível pode ser feito no cálculo das probabilidades (CP 2.747 de 1883).

A primeira teoria da probabilidade de Peirce (baseada em frequência)

Na primeira fase, Peirce definia a probabilidade em termos de frequência, a ideia de probabilidade pertenceria “essencialmente a um tipo de inferência que é repetido indefinidamente” (CP 2.652 de 1878). Para Peirce, no longo prazo haveria um fato real que corresponde à ideia de probabilidade, que é um dado modo de inferência, numa razão fixada. Prosseguindo o suficiente, a proporção aproximar-se-á de um limite fixo, então se pode definir probabilidade de um modo de argumento como a proporção dos casos em que ele traz a verdade consegue (CP 2.650 de 1878).

A formulação do enfoque frequentista de probabilidade é apresentada nos seguintes textos: “*The Doctrine of Chances*” (CP 2.645–60 de 1878), “*The Probability of Induction*” (CP 2.669–93 de 1878), “*The varieties and validity of Induction*” (CP 2.755–72 de 1905) e “*Notes on the Doctrine of Chances*” (CP 2.661–2.668 de 1910).

Em “*The Doctrine of Chances*” (CP 2.645–60) de 1878, Peirce afirma que a teoria da probabilidade é simplesmente a “ciência da lógica quantitativamente tratada”, e, como tal, deve apresentar os fatos conforme graus de generalidade, a probabilidade é uma quantidade contínua que varia gradativamente. Ele explica que a validade de uma inferência não depende de qualquer tendência da mente para aceitá-la, mas consiste no fato real que, dadas premissas, como aquelas do argumento em questão, que sejam verdadeiras, então as conclusões a elas relacionadas também serão verdadeiras (CP 2.649 de 1878). Assim, um argumento indutivo específico na forma “P, portanto provavelmente Q”, deve ser tratado como uma instância de uma sequência infinita de argumentos desta forma.

Em “*The Probability of Induction*” (CP 2.669–93 de 1878), Peirce compara a visão materialista com a conceptualista de probabilidade. Peirce é favorável à visão materialista, posição esta que ele vai sustentar até a virada do século. Para Peirce, a probabilidade não seria encontrada nem nos fatos singulares nem na crença da ocorrência de eventos, mas nas conclusões que representam fatos estatísticos, que apresentam certa “aproximação” com a verdade. Para isso, um número de inferências forneceria a longo prazo um número conclusões verdadeiras. (CP 8.13 de 1876). Peirce também se opunha à teoria subjetiva de probabilidade, bayesiana.

Descobrimos que todos os argumentos derivam sua força da verdade geral da classe de inferências a que pertencem; e que a probabilidade é a proporção de argumentos que levam a verdade com

eles, entre os de qualquer gênero. Isto é convenientemente expresso na nomenclatura dos lógicos medievais. Eles chamaram o fato expresso por uma premissa de antecedente, e o que dela segue de conseqüente; enquanto que o princípio guia de tal antecedente (ou quase todos) é seguido por tal conseqüente, eles denominaram conseqüência. Usando essa linguagem, podemos dizer que a probabilidade pertence exclusivamente às conseqüências, e que a probabilidade de qualquer conseqüência é o número de vezes em que antecedente e conseqüente ocorrem dividido pelo número de vezes que o antecedente ocorre (W 3.63):

Em *Notes on the Doctrine of Chances* (CP 2.661–2.668 de 1910), a ênfase é colocada no evento único.

O outro ponto positivo é que a probabilidade nunca se refere a um único evento, mas exclusivamente ao acontecimento de um dado tipo de evento em qualquer ocasião de uma dada espécie. Até agora está tudo bem. Mas ao definir probabilidade, repetidamente ouço dizer que esta é o quociente entre o número de ocorrências do evento, dividido pelo número de ocorrências da ocasião. Ora, isto está completamente errado, pois a probabilidade se relaciona com o futuro; e como posso dizer quantas vezes um determinado dado será lançado no futuro? (CP 2.661).

Finalmente, em *The varieties and the validity of Induction*” (CP 2.755–72 de 1905), Peirce reforça a ideia de longo prazo.

É que, quando dizemos que determinada proporção terá um determinado valor “no longo prazo”, nos referimos à probabilidade limite de uma sucessão interminável de valores fracionários; inclusive para o único valor possível de 0 a ∞ , sobre o qual os valores da sucessão interminável nunca deixam de oscilar; não importa o lugar na sucessão que você pode escolher... (CP 2.758).

Em resumo, dos textos acima, pode-se enfatizar que a probabilidade frequentista é definida somente para uma sequência específica, no longo prazo, que de fato tem um limite, ou seja, frequência real, evitando a possibilidade de que a probabilidade seja indefinida.

A segunda teoria (propensão)

Na segunda fase, Peirce fornece uma versão que utiliza condicionais subjuntivos de caráter modal, na forma “se um experimento E for realizado em circunstâncias C, o resultado observável seria R” (CP 8.225 de 1910). As probabilidades seriam intencionais, disposicionais, ou seja, Peirce trata probabilidade como propensão. De acordo com Burks (1964), a noção de consequência prática ou as duas versões do pragmatismo seriam cruciais para se entender as mudanças propostas por Peirce. A questão que se impõe é: que tipo de implicação se expressa por consequência prática? Seria uma consequência prática um condicional subjuntivo? A resposta é: consequências práticas dizem respeito a *would be's* (que incluem o presente, os *be's* e o futuro, os *will be's*).

Peirce argumenta que condicionais subjuntivos dizem respeito às possibilidades tanto quanto realidades e, portanto, não podem ser adequadamente simbolizados por implicações materiais (CP 4.546). A segunda teoria pressupõe que exista uma sequência real de aplicações de uma dada forma de argumento indutivo, baseada em *would be's*. Considerando que a teoria da probabilidade teve sua origem em jogos de azar, envolvendo lançamentos de moedas ou lançamento de dados, o exemplo abaixo parece apropriado para ilustrar o pensamento de Peirce:

Nenhum dos livros contém uma definição de probabilidade matemática [...] que seja verdadeira. Por simplicidade, vou defini-la com base em um exemplo particular. Se, então, eu disser que a probabilidade de que, se certo dado for jogado, o número que será lançado será divisível por 3 (i. e., 3 ou 6), o que quero dizer com isso? Quero dizer, é claro, que o dado tem certo hábito ou disposição de comportamento no seu atual estado de uso. É um *would be*, e não consistiria em manifestações ou eventos singulares em qualquer multiplicidade finita ou infinita. **Contudo, um hábito consiste de fato naquilo que aconteceria sob certas circunstâncias, se devesse permanecer inalterado ao longo de uma série sem fim de ocorrências concretas.** Devo, portanto, definir esse hábito do dado em questão, que expressamos dizendo que há uma probabilidade de $\frac{1}{3}$ (ou de 1 para 2) de que, se jogado, será lançado um número divisível por 3, dizendo como ele iria se comportar se fosse jogado em uma sucessão infinita de vezes, embora mantendo sua forma, exatamente como é agora. Ora, é bem verdade que é impossível que o dado fosse jogado uma sucessão infinita de vezes. Mas isso não é uma objeção que me impeça de fazer uma suposição,

uma vez que esta impossibilidade é meramente física, ou, se você preferir, metafísica, e não se deve a nenhuma impossibilidade lógica à ocorrência em um tempo finito de uma sucessão sem fim de eventos, cada um ocupando um tempo finito. Pois, quando Aquiles alcançou a tartaruga, ele teve que ultrapassar uma série infinita (infinita na série, mas não infinita no tempo) e, supostamente, realmente o fez (CP 8.225, os negritos são nossos).

Nesta passagem, Peirce caracteriza probabilidade como uma propriedade disposicional de um tipo específico de arranjo físico (como um dispositivo de jogo), invocando explicitamente o modo subjuntivo a respeito de “o que aconteceria se”. Uma vez que esta disposição é probabilística, seus efeitos são complexos. Peirce explica o “*would be*” como se o dado pudesse ser jogado para sempre e continuasse sem mudanças, então a frequência relativa limite de um 3 ou um 6 seria $1/3$. Peirce também compara a disposição probabilística do dado com o hábito humano:

A afirmação significa que o dado tem determinado “*would be*”, o que quer dizer que ele tem uma propriedade, bastante semelhante a qualquer hábito que um homem possa ter. Apenas o “*would be*” do dado é, presumivelmente, muito mais simples e mais definido do que o hábito do homem porque sua composição homogênea e forma cúbica são mais simples do que a natureza do sistema nervoso do homem e da alma; e como tal seria necessário, a fim de definir o hábito de um homem, descrever como seria levá-lo a se comportar em determinado tipo de ocasião, ainda que esta afirmação não implique que o hábito consista naquela ação. Assim para definir o “*would be*” do dado seria necessário dizer o que levaria a se comportar em determinada ocasião que lhe traria a consequência total do “*would be*”, embora esta afirmação não implique que o “*would be*” do dado consista em tal comportamento (CP 2.664).

Ou

Ora, a fim de que o efeito completo do “*would be*” do dado possa ser entendido, é necessário que o dado passe por uma série interminável de lançamentos, os resultados do não lançamento não tendo influência sobre o resultado de qualquer outro lançamento, ou explicando melhor, os lançamentos devem ser independentes uns dos outros (CP 2.665).

Depois de ter estabelecido que as probabilidades sejam supostamente propriedades disposicionais cuja natureza exige o modo subjuntivo para a sua caracterização, Peirce relaciona essa concepção intencional em suas exposições de longo prazo.

O fato [é] que a probabilidade o dado tirar um três ou um seis não é segura para produzir qualquer determinação [de] números jogados em qualquer série finita de lances. É somente quando a série é interminável que podemos ter certeza de que terá um caráter particular. Mesmo quando há uma infundável série de lances, não há certeza silogística, nenhuma certeza “matemática” que o dado tire um seis obstinadamente em cada lance, a menos que um milagre foram realizado e, além disso, se um milagre fosse realizado, devo dizer que, durante esta série, o dado assumiu um hábito anormal, miraculoso (uma vez que é o meu uso do termo “probabilidade” que deveríamos levar em conta) (CP 2.667).

Assim a consequência de um *would be probabilístico* pode ser manifestada em uma sequência infinita. Em CP 8.214 Peirce argumenta que tanto as consequências práticas como as probabilísticas tem um caráter modal, cada uma delas se expressa no subjuntivo, requerendo uma lógica modal para formalizá-las. Mas, segundo Burks (1964) Peirce não conseguiu enxergar duas diferenças importantes:

1. Consequências práticas (disposições causais) envolvem modalidades causais enquanto as consequências probabilísticas envolvem modalidades probabilísticas. Peirce não distingue probabilidades causais (necessidade causal, possibilidade causal, implicação causal) de modalidade probabilística (probabilidade, improbabilidade, implicação probabilística) nem de modalidades lógicas (necessidade lógica, possibilidade lógica ou implicação).
2. O antecedente de uma consequência prática descreve um evento ou experimento particular, singular que pode ser realizado num espaço tempo finito. Em contraste, o antecedente de uma consequência probabilística se refere a uma sequência infinita de eventos que não pode ser realizada num tempo finito.

Burks (1964) considera que, a despeito de alguns pontos frágeis, a teoria disposicional de Peirce constituiu uma importante contribuição para filosofia. Embora a segunda teoria tenha sido capaz de melhorar muitos aspectos da primeira, ainda assim Peirce não conseguiu resolver todos os problemas relativos

a esta questão, mas de qualquer maneira seria importante para a validação da indução, como veremos no desenvolvimento deste capítulo. A passagem a seguir pode ser considerada como uma síntese dos principais pontos abordados até o momento:

A própria probabilidade é uma ideia essencialmente imprecisa, **exigindo no seu uso toda a precaução do pragmatismo**, no qual sua origem indutiva deve ser firmemente mantida em vista como se fosse a bússola pela qual devemos guiar com segurança nosso barco neste oceano de probabilidades (CP 2.101 de 1902, os negritos são nossos).

Pode-se considerar, portanto, que a discussão da probabilidade leva “naturalmente, à interessante questão da validade da indução”, questão esta que é demonstrada matematicamente. A validade da indução, no sentido do raciocínio experimental, decorre através dos lemas das probabilidades, dos rudimentos da doutrina das consequências necessárias, sem fazer qualquer suposição sobre o fato de ser o futuro semelhante ao passado, ou sobre o fato de resultados similares decorrerem de condições similares, da uniformidade da natureza ou qualquer outro princípio igualmente vago (CP 2.102 de 1902).

Adicionalmente, pode-se dizer que a filosofia da inferência indutiva em ciências de Peirce é baseada na ideia de aquilo que nos permite fazer progressos da ciência, que permite que nosso conhecimento cresça, é o fato de que a ciência utiliza métodos que autocorretivos, corrigindo o erro no longo prazo. A indução é a verificação experimental de uma teoria. A justificativa é que, embora a conclusão em qualquer estágio da investigação possa ser mais ou menos errada, a continua aplicação do mesmo método deve corrigir o erro (CP 5.145), ou seja, o método indutivo, entendido como método experimental é justificado na medida em que é o método que corrige erros, é a tese da autocorretividade de Peirce.

Mayo (2005) argumenta que a tese de autocorretividade de Peirce não só serve à sua finalidade, mas também fornece a base para justificar métodos estatísticos (frequentistas) em ciência. Enquanto de um lado, os métodos estatísticos contemporâneos aumentam o rigor matemático e generalidade, o método de Peirce, por outro lado, Peirce pode oferecer algo que metodologia estatística atual não traz: uma avaliação de inferência indutiva e uma filosofia da experiência que liga a justificativa para os testes estatísticos com uma lógica geral para indução científica. Combinando as contribuições matemáticas da estatística moderna com a filosofia indutiva de Peirce, prepara-se o terreno para o desenvolvimento de uma justificação adequada para a metodologia indutiva estatística contemporânea.

Segundo Mayo (2005), a filosofia do teste experimental de Peirce tem características comuns com a estatística contemporânea (principalmente Neyman e Pearson²), cujos métodos proporcionam não os meios para atribuição de graus de probabilidade ou a confirmação de hipóteses, mas os procedimentos para testes (e estimativa), cuja lógica está nas frequências predeterminadas para corrigir os resultados no longo prazo hipotético. Um teste estatístico de Neyman Pearson, por exemplo, nos instrui que “para decidir se uma hipótese, H , de um determinado tipo deve ser rejeitada ou não, é necessário calcular um caráter específico, x_0 dos fatos observados; se $x > x_0$ rejeitar H ; se $x \leq x_0$ aceitar H ”. Embora os resultados dos testes Neyman Pearson não atribuam graus de probabilidade às hipóteses, pode ser provado que se agirmos de acordo com essa regra, podemos ter evidências suficientes de que devemos rejeitar H quando esta for falsa (Neyman, Pearson, apud Mayo 2005).

Considerações finais

As ideias centrais de Peirce sobre probabilidade eram bastante comuns para sua época. Peirce regularmente concedia crédito à obra *Laws of Thought* de Boole (1854). A partir de Boole, Peirce assimilou a ideia de uma álgebra lógica, e mais importante, percebeu que sua abordagem que combinava graus de crença, com probabilidades e evidências estava errada. Peirce logo se convenceu que probabilidade se aplica não a um evento individual, mas a uma série. Peirce adotou a ideia de Venn que a probabilidade é relativa à frequência em uma série atual, tanto que quando revisou o livro de Venn, em 1867, declarou que este seria um livro que deveria por todos os homens pensantes. Segundo Peirce, “a concepção de probabilidade aqui estabelecida foi primeiro desenvolvida por Mr. Venn, em seu *Logic of Chance*. É claro que uma vaga apreensão da ideia sempre existiu, mas o problema era deixar perfeitamente claro, e a ele pertence o crédito de ter sido o primeiro a fazê-lo” (CP 2.4) (Stigler, 1986, Hacking, 1990).

Concluindo, pode-se dizer que o conceito usual de frequência de proba-

²Segundo Pearson (1924, p. 228) há duas tradições filosóficas distintas para a utilização de probabilidade de uma inferência. Na primeira, o grau de confiança em uma proposição, uma quantidade variando de acordo com a natureza e extensão das provas, fornece a noção básica de que a escala numérica deve ser ajustada. Na outra, observa-se a relevância na vida comum e em muitos ramos da ciência. O conhecimento da frequência relativa de ocorrência de uma classe particular de eventos em uma série de repetições sugere que é através da sua ligação com frequência relativa que a probabilidade tem o significado mais direto para a mente humana. Assim, a indução frequentista, qualquer que seja sua forma, emprega probabilidade da segunda maneira.

bilidade se aplica somente a uma dada específica sequência, enquanto que o conceito disposicional se aplica a sequências possíveis, tanto quanto a sequências reais e não necessita o pressuposto de que a forma de um argumento indutivo seja usada em número finito ou infinito de vezes. Apesar de seus pontos fracos, o mais importante *insight* desta teoria é a modalidade, o que na época, seria uma mostra da originalidade de Peirce, ao introduzir um conceito de probabilidades como “*would-be*”, intensional, disposicional, diretamente relacionado com o longo prazo e, indiretamente relacionado com o caso único. Em sua concepção geral, Peirce teria antecipado a resolução de um dos problemas mais difíceis da teoria da ciência (Niiniluoto, 1989).

A justificativa que Peirce fornece para derivar tal inferência tem dois aspectos. De um lado, ele afirma que “dizer que uma proposição tem a probabilidade p significa que para inferir que seja verdade seria seguir um argumento, tal que levaria a verdade com ele na proporção da frequência de p ” (CP 2,697). Por outro lado, ele afirma que “é necessária, não apenas que S deve ser um M , mas também que deva ser uma instância sorteada aleatoriamente dentre os de M ”, onde “aleatoriedade” deveria ser entendida como uma função da nossa crença pessoal de que o caso em análise não deve ser tratado como especial, um caso atípico (CP 2.696).

Referências

- Boyer, C. B. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Bluchwr, Ed, Universidade de São Paulo, 1974.
- Brent, J. *Charles Sanders Peirce: A Life*. Bloomington: Indiana University Press. 1993.
- Burks, A. Peirce's Two Theories of Probability, in *Studies in the Philosophy of Charles Sanders Peirce*, 2nd series. Amherst, Mass: University of Massachusetts Press, pp. 123–140, 1964.
- Crisafuli, E. P. *A contribuição de Frederico Pimentel Gomes para o desenvolvimento da estatística experimental no Brasil*, dissertação (mestrado em educação). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
- Eves, H. *Introdução à História Da Matemática*. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2004.
- Ferrero, A. *Esposizione del metodo dei minimi quadrati* (1876), disponível

vel em http://archive.org/stream/americanjournal07socigoog/americanjournal07socigoog_djvu.txt.

- Fetzer, J. H. Dispositional Probabilities. In: R. Buck and R. Cohen (eds) *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1970, pp. 473–482, 1971.
- Fetzer, J. H. Peirce and Propensities, in E. C. Moore, ed., *Charles S. Peirce and Philosophy of Science*. Birmingham, Alabama: University of Alabama Press, pp. 60–71, 1993.
- Gigerenzer, G. et alii. *The Empire of Chance: How Probability Changed Science and Everyday Life*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Hacking, I. Nineteenth Century Cracks in the Concept of Determinism. *Journal of the History of Ideas*, Vol. 44, No. 3 (Jul.–Sep., 1983), pp. 455–475, Published by: University of Pennsylvania Press, <http://www.jstor.org/stable/270917>.
- Hacking, I. *The Emergence of Probability*. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- Hacking, I. *The Taming of Chance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Hald, A. *A history of probability and statistics and their applications before 1750*. New Jersey: Willey, 2003.
- Laplace, M. *A Philosophical essay on probabilities*. New York: John Wiley & Sons Limited, 1902.
- Lenzen, V. F. Charles S. Peirce as Mathematical Physicist. *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, 11 (3): 159–166, 1975.
- Lenzen, V. F. The Contributions of Charles S. Peirce to Metrology, *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 109, No. 1, Feb. 18, pp. 29–46, 1965.
- Madden, E. Peirce on Probability, in: E. C. Moore, R. Robins (ed), *Studies in the Philosophy of Charles Sanders Peirce*, 2nd series. Amherst, Mass: University of Massachusetts Press, pp. 141–150, 1964.
- Mayo, D. G. Peircean Induction and the Error-Correcting Thesis, *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, Spring, 2005, Vol. XLI, No. 2, 300.

Moura, A. G. A. *A História do Risco — Gênese do Pensamento Estatístico e o Ensino de Estatística na Universidade*, Dissertação (mestrado em educação). Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2005.

Niiniluoto, I. Peirce's Theory of Statistical Explanation. In *Charles S. Peirce and the Philosophy of Science*, ed. E. C. Moore. Tuscaloosa, AL, and London, UK: University of Alabama Press, 1993, pp. 186–207, 1989.

Pearson, K. Historical note on the origin of the normal curve of errors. *Biometrika*, 16 (3–4): 402–404. DOI: 10.1093/biomet/16.3-4.402.

Peirce, C. S. *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce* (CP). Vols. I–VI ed. Charles Hartshorne and Paul Weiss. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931–1935. Vols. VII–VIII ed. Arthur W. Burks, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1958.

Peirce, C. S. *The New Elements of Mathematics by Charles S. Peirce* (NEM). Ed. Carolyn Eisele. The Hague: Mouton, 4 vols, 1976.

Stigler, S. M. Mathematical Statistics in the Early States, *The Annals of Statistics*, Vol. 6, No. 2 (Mar., 1978), pp. 239–265, <http://www.jstor.org/stable/2958876>.

Stigler, S. M. *The History of statistics — The measurement of uncertainty before 1900*. Cambridge, Massachusetts and London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1986.