

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PTC3214 – Realidade e Probabilidade: simulações para compreender o mundo

Prof. Juan Luis Poletti Soto

Rafael Seiji Uezu Higa

9836878

RESENHA DO LIVRO “O ANDAR DO BÊBADO”, DE LEONARD MLODINOW

São Paulo

2017

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PTC3214 – Realidade e Probabilidade: simulações para compreender o mundo

Prof. Juan Luis Poletti Soto

Rafael Seiji Uezu Higa

9836878

RESENHA DO LIVRO “O ANDAR DO BÊBADO”, DE LEONARD MLODINOW

Atividade da disciplina “PTC3214 – Realidade e probabilidade: Simulações para Compreender o Mundo”, apresentada como requisito parcial para qualificação sob a orientação do Prof. Dr. Juan Luis Poletti Soto.

São Paulo

2017

Uma breve introdução

O livro “O Andar do Bêbado”, de Leonard Mlodinow, trata da influência da teoria da probabilidade em situações do mundo real – das aplicações mais corriqueiras, como o lançamento de uma moeda, à regência do comportamento de bolsas de valores.

Segundo escrito pelo próprio autor, a intenção do texto é fornecer ao leitor a percepção de como os princípios do acaso estão presentes em questões da realidade, possibilitando uma visão de mundo por outro ângulo. Como se demonstra ao longo da leitura, em diversas ocasiões, a intuição humana falha. O próprio subconsciente nos engana, de forma que uma análise acurada do problema sob a ótica das teorias da Probabilidade permite o encontro de uma solução mais adequada para um dado impasse.

Para tanto, é interessante compreender não somente definições e metodologias, mas sobretudo, as ideias e motivações que cercearam o desenvolvimento dessa importante área da Matemática.

Dessa forma, o texto é, ao longo dos capítulos, desenvolvido em uma ordem historicamente cronológica, dos idos da civilização greco-romana à contemporaneidade, acompanhando as motivações ideológicas e práticas que incentivaram o desenvolvimento das teorias da Probabilidade no decorrer desse período.

Simultaneamente, exemplos de situações cotidianas também são desenvolvidos, a fim de salientar a presença da Probabilidade no dia-a-dia.

Essas duas vertentes do livro – história e aplicação –, juntas, promovem a compreensão dos conceitos básicos sobre Probabilidade e suas razões de serem definidas da maneira que são.

Resumo: principais tópicos abordados na obra

A Probabilidade na Idade Antiga: por que não se desenvolveu?

Apesar de ser o berço de renomados pensadores de diversas áreas do conhecimento, a Probabilidade não esteve entre os assuntos pesquisados pelos gregos. Isso se deve a uma corrente filosófica que visava à busca pela perfeição. A ideia de incerteza e acaso era negada, e substituída pela religião, como uma manifestação da vontade dos deuses.

Já no Império Romano, havia uma maior preocupação com assuntos práticos: táticas de guerra, gestão de recursos, construção de pontes, etc. Ao passo que os gregos abominavam a noção de incerteza, os romanos a aceitavam.

Porém, a matemática da época era muito pouco desenvolvida para permitir um trabalho eficiente nas técnicas de contagem. Afinal, utilizava-se números romanos, e não a numeração indo-arábica, notoriamente mais prática. Tal impasse dificultou o desenvolvimento da teoria da probabilidade. Avanços iriam ocorrer somente no século XVI, com o italiano Gerolamo Cardano.

Desvendando os princípios básicos

Gerolamo Cardano (1501-1576) foi um médico italiano, dotado de uma intuição ímpar para jogos de azar. Teve de arcar com o custo de seus estudos de medicina, e encontrou nos jogos de azar o meio de obtenção de recursos financeiros.

Desenvolveu a Lei do Espaço amostral, que basicamente trata da definição de espaço amostral como conhecida hoje: o conjunto de todos os resultados possíveis em um experimento aleatório.

Assim, define-se a probabilidade como a proporção entre a quantidade de resultados desejados e o espaço amostral, dado que cada resultado tenha igual probabilidade de ocorrência.

Tal definição, apesar de aparentar ser simples, esconde certas minúcias. Um exemplo famoso é o problema de Monty Hall, que na época em que foi lançado, enganou cerca de 92% da população norte-americana. Milhares de PhD's em

matemática erraram, e foi necessária a ajuda de uma simulação computacional do problema para enfim se “ver para crer”.

Apesar de louváveis as descobertas de Cardano sobre probabilidade, seu conhecimento não foi passado adiante e ficou esquecido por cerca de cem anos (embora tal fato não tivesse impedido Galileu Galilei de fazer observações semelhantes). Seu livro, “O livro dos jogos de azar”, na época, não recebeu a devida atenção por parte dos editores, o que se justifica pela época – Idade Média. Sete anos após a morte de Cardano, suas ideias teriam sido melhor recebidas, pois teve início o renascentismo.

Galileu Galilei (1564-1562) teve papel crucial para a ciência ao propor uma nova abordagem para o estudo de fenômenos físicos: utilizar-se da experimentação – entender o funcionamento das coisas, e não intuir como funcionam (o que o levou a ser condenado à fogueira pela Inquisição).

Também estudou um pouco a respeito de jogos de azar, mesmo que não espontaneamente, pois fora um pedido de seu patrono, o grão-duque da Toscana, que buscava entender melhor sua jogatina nos dados.

Outro importante pensador da época do renascentismo foi Blaise Pascal. Pascal era integrante da Académie de Mersenne, um grupo de intelectuais – dentre eles, personalidades como Fermat e Descartes. Defendia a abordagem de física experimental proposta por Galileu, e se opunha às ideias de Aristóteles e dos geômetras gregos, que buscavam a ideia de perfeição nos conhecimentos e teorias que desenvolviam – o que não condiz com o mundo real.

Pascal, junto de seu amigo, conde de Merè, respondeu ao problema de que, se uma aposta fosse interrompida, como o dinheiro deveria ser distribuído se baseando nas probabilidades de vitória de cada participante no instante de interrupção do jogo.

Tal problema exige um método de contagem prático, pois se pode vir a trabalhar com muitos cálculos de contagem. O mérito de Pascal está justamente em propor tal solução: o triângulo de Pascal.

Pascal também foi responsável pelo que hoje é chamada “Aposta de Pascal”, segundo a qual devemos seguir os deveres com Deus, pois se Ele existir, temos um ganho, e se Ele não existir, temos uma perda muito menor do que o ganho em acreditar e seguir a Deus. Essa ponderação entre prós e contras torna a Aposta de Pascal interessante, motivando o surgimento do conceito de esperança matemática e um novo ramo da matemática, a Teoria dos Jogos.

Aleatoriedade perfeita?

O ser humano consegue produzir um experimento cuja aleatoriedade é perfeita? Ou seja, resultados que não possuem qualquer tendência favorável a um dado elemento do espaço amostral? Segundo Moshe, estatístico conhecido do autor, “Ninguém jamais encontrou um método melhor para jogar um dado, e jogar um dado não resolve a questão”. Tal problemática inclui até mesmo um significado religioso, pois a aleatoriedade pode contrariar a ideia da existência de um deus onipotente, que tudo pode controlar.

De fato, qualquer experimento até então realizado pelo ser humano para produzir aleatoriedade pode vir a contar com inúmeros fatores desconhecidos que venham a favorecer, mesmo que por valores ínfimos de probabilidade, um resultado em detrimento de outro. Ninguém consegue fazer um dado perfeito. Uma face do dado pode vir a ter o plástico ligeiramente mais denso que na outra face, favorecendo determinado resultado, por exemplo.

As definições até então abordadas partiram do princípio de que se sabia a probabilidade de um dado evento acontecer (como exatamente $1/2$ de probabilidade de obter cara em uma moeda, ou $1/6$ de probabilidade de obter 1 em um dado). Porém, para lidar com a realidade, vistas suas incertezas intrínsecas, vale a pena lidar experimentalmente com as atribuições de valores para probabilidades.

Foi Jakob Bernoulli (1654-1705) quem descreveu tal ideia enunciando seu “Teorema Áureo” (também conhecido como “Lei dos Grandes Números”): quanto maior o número de testes de um dado experimento (realizado todas as vezes sob as mesmas condições), melhor será a precisão com que se pode definir a probabilidade de um dado evento.

As probabilidades condicionais

Thomas Bayes (1701-1761) foi quem desvendou as relações entre probabilidades condicionais, “Dado um evento A que ocorreu, qual a probabilidade de ocorrer um evento B?” e “Qual a probabilidade de ocorrer A tal que ocorreu B?”.

Tal problemática é pouco intuitiva, e tende a induzir ao erro. É o caso de alguns exemplos citados no livro, como a situação do falso positivo em um exame médico: é fácil confundir a taxa de falha no resultado do exame com a taxa de falso positivo.

Lei dos Erros

Como já dito, no mundo real as probabilidades não podem ser previamente determinadas, pois não sabemos como infinitas variáveis influenciam no resultado obtido.

Tal fato, até Isaac Newton (1643-1727) sugerir mudanças, não era levado em conta na física experimental, e o cientista simplesmente escolhia um número que acreditava ser o correto dentre as medições obtidas experimentalmente. Acreditava-se que as variações de resultado se davam não por erros, mas mostrariam que o experimento teria sido defeituoso, cabendo à intuição do cientista eleger qual das medições foi a correta.

Essas incertezas foram estudadas por Daniel, sobrinho de Jakob Bernoulli, culminando na enunciação da Lei dos Erros – uma “universalização” do comportamento dos erros em qualquer medição de evento aleatório: os erros em uma medição de distâncias por astrônomos e a medição da massa dos pães da padaria da esquina se comportariam matematicamente de maneira semelhante. É como se fosse um arqueiro e um alvo: as flechas tendem a acertar o alvo, embora fatores ínfimos e muitas vezes incalculáveis – vento, posicionamento do braço do arqueiro, etc, provoquem pequenas alterações de percurso, afastando as flechas do centro do alvo.

Essa maneira de comportamento pela Lei dos Erros, como se mostrou mais tarde, assemelha-se a uma curva em forma de sino – a chamada distribuição normal.

Sobre a distribuição normal, Laplace também demonstrou o Teorema do Limite Central: o que afasta os resultados do centro da gaussiana (onde os resultados de um experimento aleatório tendem a estar mais concentrados) é a soma de diversos fatores aleatórios. Quanto mais afastado do centro da gaussiana o resultado fica, mais raramente se obtém tal resultado, pois este depende da soma de diversos cada vez mais fatores aleatórios, algo que é cada vez mais difícil de ocorrer.

Ordem no caos

Outro campo da Matemática notoriamente relacionado à Probabilidade é a estatística – que coleta dados do problema, que podem ser usados para entender a ocorrência de fenômenos passados e presentes, e também como ponto de partida para o cálculo de probabilidades, e assim ajudar a “prever o futuro” probabilisticamente.

A estatística passou a exercer um papel fundamental no estudo de fenômenos sociais – mortes, nascimentos, assaltos, casamentos, etc. Através de tais levantamentos de dados, foi possível inferir relações entre diversos fenômenos sociais, e assim sugerir soluções que aumentassem a segurança da população, ajudassem a controlar a mortalidade por doenças, etc.

Baseando-se na utilização da curva normal para a análise de erros, muitos cientistas da época, inspirados por Newton e sua sistematização do comportamento da natureza pelas leis da Física Clássica, tentaram encontrar leis que ditassem o comportamento das sociedades – uma “física social”. É o caso de Adolphe Quételet (1796-1874), que acreditava existir um “homem médio”, cujo perfil físico e comportamental poderia ser elaborado segundo uma curva normal.

É importante contextualizar a corrente filosófica que florescia na época: o determinismo. Isso justifica a tentativa desses cientistas de sistematizar o comportamento humano.

Ressalva-se, porém, que nem todos os fenômenos aleatórios obedecem à distribuição normal. Por exemplo, se o lucro da indústria cinematográfica seguisse a distribuição normal, o modelo de sustento da indústria não seria baseado em poucos sucessos que garantiriam a maior parte do lucro das produtoras enquanto os demais simplesmente pagariam seus custos, dariam pouco lucro ou algo dessa forma.

Outro cientista importante dessa época foi Francis Galton (1822-1911), que definiu a regressão à média. Resultados que se afastam da média do experimento tendem a, futuramente, se aproximarem novamente da mesma. Por exemplo, um pai alto, acima da média de altura, espera-se, tenderá a ter um filho mais baixo. Se o filho fosse mais alto, e o neto também, a média facilmente sairia de controle.

Ilusões de padrão e padrões de ilusão

É comum o ser humano buscar padrões nos fatos que vê – sejam eles significativos ou não. Por exemplo, no mercado de ações muitos especialistas são contratados para darem seus palpites a respeito de quais as melhores decisões a serem tomadas, e executivos que acertaram em suas decisões são louvados e aplaudidos. No entanto, ao que mostram dados do mercado financeiro ao longo do tempo, há a presença de curvas normais em certos aspectos, indicando imprevisibilidade – indicando acaso nos acontecimentos futuros, a despeito do que sugere a ideia de consultar um especialista para decidir ações futuras.

O segundo exemplo citado acima – executivos que acertaram em suas decisões e foram louvados e aplaudidos – merece mais atenção. Há casos de pessoas que acertaram diversas vezes em suas previsões, mas depois passaram a errar. Será que esse indivíduo possuía algo de especial?

Seu sucesso pode ter sido somente parcialmente devido a sua competência, e também influenciado por sorte. É a chamada “falácia da boa fase”. Dada uma sequência de fatos independentes entre si (no caso, os palpites), é possível que

uma série de sucessos ocorra por mero acaso. Não é necessário haver um padrão nesses acertos, somente sorte.

A probabilidade de que um indivíduo acerte inúmeras previsões do mercado financeiro sucessivamente é baixa, mas a probabilidade de que alguém o faça, dado que analisemos um número bastante grande de executivos, é bem maior.

Uma boa ilustração da ilusão que o ser humano sofre na busca de padrões inexistentes é o “efeito do atirador”: ironicamente, primeiro atira e depois desenha o alvo ao redor da marca de tiro. Assim, encontrar um executivo que, por sorte, acertou em diversos palpites, talvez não seja tão difícil.

A respeito das ilusões do subconsciente, outro aspecto importante é o viés da confirmação - inconscientemente, tendemos a acreditar estarmos no controle da situação pela qual passamos. Ao invés de procurarmos provar que nossos conceitos estão errados, buscamos reforçar nossos conceitos de que estamos certos.

Conclusão

A leitura de “O andar do Bêbado” cumpre com seu objetivo – apresentar o leitor a uma nova visão de mundo, de modo que possa se desvencilhar de intuição e conceitos inconscientemente estabelecidos e errôneos. Além disso, a obra é rica em detalhes históricos a respeito do tema abordado, bem como recheada de diversos exemplos curiosos a respeito da boa ou má aplicação das teorias da Probabilidade.

É interessante observar como a Probabilidade influenciou outras áreas do conhecimento – economia, ciências naturais e sociais, e a própria matemática pura. Quanto a essa última, na ausência da teoria da Probabilidade, talvez até hoje estivéssemos no nível da matemática grega, idealista, muitas vezes incoerente com aplicações práticas do mundo real – o que por sua vez prejudicaria as ciências naturais, as engenharias, etc.

Por outro lado, sem a matemática, a probabilidade não teria se desenvolvido. É interessante observar como até o grande Império Romano não conseguiu realizar muitos avanços nas teorias de Probabilidade simplesmente devido à ausência de um sistema de contagens adequado. Há uma relação mutualista entre a probabilidade e

a matemática. Por mais que ao longo dos séculos tenha sido de certa forma desprezada pelos matemáticos puros, a Probabilidade foi fundamental para o desenvolvimento da ciência em geral.

Esse pedestal em que se encontrava a matemática pura, simultâneo ao desprezo pela Probabilidade foi, inclusive, evidenciado pelo fato de que grandes nomes que contribuíram para o desenvolvimento da Probabilidade em seu início nem ao menos eram matemáticos profissionais – Cardano era médico; Fermat, advogado, etc.

O livro também expõe a enorme possibilidade de falhas que a intuição carrega. Uma vez consciente disso ao ler, é possível treinar para não errar mais.

A religião é mais um assunto pertinente ao assunto em pauta. A incerteza decerto contradiz a ideia de existência de um ser superior e onipotente, afinal, este não teria um controle absoluto de tudo. Entretanto, tampouco podemos afirmar que os resultados que julgamos incertos e caóticos observados em algum experimento não estão sendo manipulados por uma entidade superior. Segundo Einstein, “Deus não joga dados.” – talvez somente não consigamos compreender o padrão do que cremos ser um comportamento caótico. Ou, talvez, Deus realmente jogue dados. A fé é de difícil discussão, pois se refere à mais pura subjetividade e opinião pessoal. A dúvida sobre a fé permanecerá.

Muitas situações da vida real, por mais que pareçam algo determinístico, dependente de administração adequada, na realidade, se mostraram frutos do acaso. Como é o caso da dinâmica do mercado de ações, por exemplo. No entanto, isso não significa que devemos ignorar qualquer tipo de previsão ou precaução e decidir o futuro jogando cara ou coroa com uma moeda.

Não podemos prever o futuro, mas podemos aumentar as chances de acerto – prever o futuro com maior precisão. A probabilidade é uma arma que pode nos ajudar a guiar a nossas vidas, assim como o cálculo o é para um engenheiro erguer uma ponte.