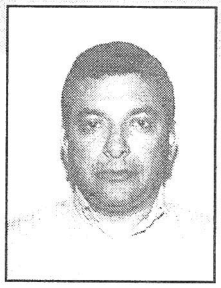
A EVOLUÇÃO DA TEORIA DA PROBABILIDADE.


(1)


(2)

Sérgio Castro Gomes (1).
Especialista em Estatística UFPA, Mestre em Economia UNAMA e Professor do Curso de Matemática da UNAMA

Maria de Nazaré Oliveira Monteiro (2).
Discente do 4º ano do Curso de Matemática e Monitora da Disciplina probabilidade e Estatística – UNAMA.

Traços, Belém, v. 6, n. 11, p. 115-122, ago, 2003

A EVOLUÇÃO DA TEORIA DA PROBABILIDADE

RESUMO:
A teoria das probabilidades teve como motivação experimental os jogos de azar e evoluiu com os estudos relacionados aos fenômenos da natureza, recebendo contribuições de vários filósofos e matemáticos a partir do século XVII. A teoria da probabilidade se elevou ao nível elementar de soluções de problemas particulares à um resultado de importância geral, o que acompanha a evolução da matemática pura e suas irradiações sobre as diversas áreas de conhecimento em que o método numérico é utilizado como forma de ajustar modelos matemáticos a teorias diversas, no campo das ciências naturais, exatas e sociais.

A Teoria da probabilidade é um ramo importante da Matemática pura, com campo de aplicação que se estende praticamente sobre todos os ramos da ciência natural, técnica e social. Suas raízes se encontram na teoria matemática elementar - *a teoria dos jogos de azar* - estabelecida há três séculos.

Na sociedade francesa dos anos de 1650, o jogo era hábito popular e elegante que a lei não restringia. Como cada vez mais se introduzia jogos mais complicados como cartas, dados etc, e havia somas consideráveis de dinheiro em aposta , sentiu-se a necessidade de um método racional para calcular os riscos dos jogadores em vários jogos. De Mére (1607-1684), jogador profissional , teve a idéia de consultar o famoso matemático e filósofo Blaise Pascal (1654), em Paris, sobre algumas questões relacionadas a certos jogos de azar, iniciando uma correspondência entre Pascal e alguns de seus amigos matemáticos, sobretudo com Pierre Fermat, em Toulouse. Esta correspondência constitui a origem da moderna teoria da probabilidade.

Durante o restante do século XVII, os matemáticos discutiram as questões levantadas por De Mére sem, no entanto, apresentar as bases para a teoria das probabilidades. Os matemáticos então continuaram estudando durante algum tempo muitas situações relacionadas aos jogos de azar e fizeram algumas observações de caráter geral sobre a sua natureza, até que finalmente se chegou a uma conclusão.

Formularam o quociente $p = n/N$, onde o **n** era o caso de números favoráveis e o **N** os casos possíveis nos vários jogos reais. Fermat inicialmente não usou a palavra probabilidade para quociente encontrado, ou seja, a princípio esta razão ficou conhecida como a possibilidade de um evento ocorrer.

Só aos poucos, este quociente veio a ser conhecido como a probabilidade do evento. Esta seqüência de idéias conduziu a famosa definição clássica de probabilidade que diz assim: "A probabilidade da ocorrência de um determinado evento é igual ao quociente de um número de casos possíveis, desde que todos esses casos sejam mutuamente simétricos".

Embora, só mais tarde aparecesse qualquer formulação explícita de uma definição deste tipo, tal definição já era mais ou menos suposta por Pascal, Fermat, e seus contemporâneos. De acordo com essa definição, por exemplo, que a probabilidade de cair cara em um lance com uma moeda é 1/2 enquanto a probabilidade de obter uma fase do dado em um lançamento é 1/6.

Já num estágio primitivo, a grande massa de observações empíricas acumuladas em relação aos vários jogos de azar, havia revelado um modo geral de regularidade que se evidenciava de máxima importância para o desenvolvimento da teoria das probabilidades.

Consideremos um determinado jogo no qual existe, em cada rodada, um número **N** de casos possíveis mutuamente simétricos. Se este jogo se repetir sob condições uniformes um grande número de vezes, então parece que todos os casos possíveis **N**, a longo prazo, tenderão a ocorrer igualmente muitas vezes. Assim, a longo prazo, cada caso possível ocorrerá aproximadamente na proporção **1/N** do número total de repetições.

Se, por exemplo, efetua-se uma longa série de arremessos com uma moeda, verifica-se que caras e coroas ocorrerão de maneira aproximadamente igual muitas vezes. Semelhantemente, numa longa série de arremessos com um dado comum, cada um dos seis dados ocorrerá aproximadamente 1/6 do número total de arremessos, e assim por diante.

Se esta regularidade for aceita como um fato empírico, pode-se deduzir uma importante conclusão. Suponha que um jogador **A** toma parte em um jogo no qual, em cada rodada, existam **N** casos possíveis e mutuamente simétricos entre os quais **n** são favoráveis a **A**. Admita-se que o jogo se repete **a** vezes sob condições uniformes, e suponha-se que **A** ganha **f** vezes e perde o restante **a – f** vezes. O número **f** se chamará, então **freqüência absoluta**, ou simplesmente **freqüência**, do acontecimento que consiste em ganho para **A**, enquanto o quociente **f/a** receberá a denominação de **freqüência relativa** ou **quociente de freqüência**.

Ora, se **a** é um número grande, segue-se da proposição empírica fundamental que cada um dos **N** casos possíveis ocorrerá aproximadamente **a/N** vezes no curso da série total de **a** repetições do jogo. Desde que **n** entre esses casos são favoráveis a **A**, o número total **f** de seus ganhos deveria, então, ser aproximadamente igual a **na/N**. Dever-se-ia ter, assim, aproximadamente, **f = na/N**, ou **f/a = n/N = p**

Segue-se, pois, que, de acordo com a proposição empírica, o quociente de freqüência **f/a** dos ganhos de **A** numa longa série de jogos será aproximadamente igual à probabilidade **p** que **A** ganhe um jogo, calculada segundo a definição clássica de probabilidade

Com uma formulação ligeiramente mais geral, podemos expressar esse resultado dizendo que, a longo prazo, qualquer acontecimento tenderá a ocorrer com relativa freqüência aproximadamente igual à probabilidade do acontecimento.

Semelhante a definição clássica de probabilidade, este princípio geral não foi explicitamente formulado, pois De Mére observou mais tarde em um certo jogo de azar, um desacordo entre os quocientes de frequência realmente observados de seus ganhos e o valor da probabilidade correspondente de um ganho segundo seu próprio cálculo. Foi tendo em vista explicar esta aparente contradição, que ele consultou Pascal. Contudo Pascal e Fermat mostraram que o cálculo de De Mére da probabilidade estava errado, e que a probabilidade calculada corretamente concorda com os quocientes de freqüência realmente observados, de sorte que não existia contradição.

As principais dificuldades encontradas neste primeiro estágio da Teoria da Probabilidade pertencem ao domínio da análise combinatória.

Por volta do ano 1700 começa um período de rápido desenvolvimento para a teoria da probabilidade. Por essa época aparecem duas obras fundamentais sobre o assunto, escritas respectivamente por James Bernoulli e Abraham de Moivre.

Bernoulli escreveu um livro com o título *Ars conjectandi* (Arte de conjectura), publicado em 1713, alguns anos após da morte do autor. Nesta obra encontra-se, entre outras coisas, a importante proposição conhecida como *Teorema de Bernoulli*, pelo qual, pela primeira vez, a teoria da probabilidade se elevou ao nível elementar de soluções de problemas particulares a um resultado de importância geral.

Já De Moivre em sua obra *The Doctrine of Chances*, tendo como subtítulo *A method of calculating the probabilities of events in play*, que apareceu em três edições 1718, 1738 e 1756, encontra-se a primeira formulação do teorema geral conhecido como ***regra de multiplicação*** da teoria da probabilidade.

Nas obras de Bernoulli e de Moivre, a teoria dos jogos de azar foi desenvolvida ainda mais à base da definição clássica de probabilidade, e vários métodos combinatórios e outros métodos matemáticos foram aplicados à teoria.

Na história primitiva da Teoria da probabilidade, se observa um contato íntimo entre o desenvolvimento dessa teoria e o desenvolvimento geral da Matemática.

Por esta época, verificou-se que a Termologia e as regras de cálculo da teoria da probabilidade, introduzidas com a intenção exclusiva de erigir uma Teoria matemática dos jogos de azar, poderiam aplicar–se, com bons resultados, também aos vários problemas distintos, alguns dos quais escapam ao âmbito da definição clássica de probabilidade.

Tal era o caso, por exemplo, das estatísticas das populações humanas e da teoria matemática do seguro de vida, dois campos intimamente afins, ambos em estado de vigoroso desenvolvimento durante o século XVIII. Como exemplo das aplicações encontradas nestes campos, temos a observação do sexo de crianças recém-nascidas, pois considera-se formalmente as observações como uma seqüência de repetições de um jogo de azar e em cada repetição temos os dois possíveis resultados "menino e menina".

Contudo, durante esta extensão do domínio de aplicação da teoria, não se dispensou a atenção devida à questão fundamental da definição básica da probabilidade e o resultado deste processo de extensão, ocorrido no século XVIII, o que foi resumido de forma muito interessante nas obras de Laplace, e especialmente em seu tratado clássico *Théorie analytique des probabilites*, publicado pela primeira vez em 1812. Esta obra contém, em primeiro lugar, um resultado sistemático e muito completo da teoria matemática dos jogos de azar. Além disso, contém um grande número de aplicações da Teoria da probabilidade a uma grande variedade de questões científicas e práticas. Para essas investigações, Laplace usa, do princípio ao fim, os mais modernos instrumentos da técnica matemática da época.

Entretanto, com respeito a questões de definições básicas, Laplace assume uma atitude não crítica. De fato ele parece sustentar que a definição clássica de probabilidade é diretamente aplicável em toda parte.

A obra de Laplace exerceu profunda influência sobre o desenvolvimento subsequente do assunto. Em face do impressionante aparelhamento matemático e dos resultados práticos importantes já obtidos ou de fácil alcance, ele tentava ignorar a fraqueza fatal dos fundamentos conceituais. Como resultado, o campo das aplicações da teoria da probabilidade expandiu-se rápido e continuamente durante todo o século XIX, enquanto a própria teoria da probabilidade matemática revelou, durante o mesmo tempo, uma acentuada tendência para a estagnação.

Gaus e Laplace discutiram, independentemente um do outro, as aplicações da teoria da probabilidade matemática às análises numéricas dos erros de medição nas observações físicas e astronômicas. Aperfeiçoaram grandemente as tentativas anteriores, e elaboraram uma ***teoria dos erros***, sistemática. Esta teoria e o ***método dos mínimos quadrados*** se tornaram de grande importância prática e teórica.

Com a prática do seguro de vida desde o início do século XIX foi possível o desenvolvimento da Matemática atuarial, que, por sua vez, se baseia na aplicação da probabilidade à estatística de mortalidade.

Na física matemática, a teoria da probabilidade foi introduzida pela obra de Maxevell, Boltzmann e Gibbs sobre mecânica estatística (1873), que tem sido de fundamental importância para grandes setores da ciência física moderna. Presentemente, as aplicações da teoria abrangem campos tão diferentes como a genética, economia, psicologia e engenharia.

O rápido desenvolvimento das aplicações da teoria da probabilidade durante o período imediatamente posterior a publicação da obra fundamental de Laplace, foi acompanhado por uma estagnação na parte matemática do assunto. O estreito contato anterior entre a teoria da probabilidade e a análise matemática geral perdeu-se gradualmente, e mesmo durante a primeira parte do presente século, a teoria da probabilidade permaneceu quase inafetada pela demanda de precisão lógica e o rigor, que se estabelecera firmemente na maior parte dos ramos da Matemática.

Muitos autores, procurando uma forma diferente de abordar a teoria da probabilidade, tentaram substituir a definição clássica de probabilidade por outra completamente nova, baseada mais diretamente sobre as propriedades da estabilidade das frequências relativas. Então se considerou o quociente de frequência de um certo evento, numa seqüência de observações, como um valor observado de uma quantidade hipotética que, por definição, era concebida como a probabilidade do evento.

Se a teoria se erige numa definição de probabilidade deste tipo, a definição clássica perderá, obviamente, sua posição como definição básica da teoria. Agora servirá simplesmente como uma cômoda *regra para calcular o valor de uma probabilidade*, aplicável tão logo se execute uma divisão em casos igualmente possíveis

No presente século, as investigações sobre a probabilidade tem sido cada vez mais influenciadas pela **tendência para axiomatização**, aspecto característico da matemática moderna. Segundo este ponto de vista, concebe-se a probabilidade de um evento, supondo-se possuir certas propriedades básicas expressas por axiomas, isto é, proposições fundamentais formuladas e aceitas sem provas. A definição de probabilidade é dada, pois, na seguinte forma:

probabilidade é uma quantidade numérica que satisfaz determinados axiomas.

Com relação a este desenvolvimento recente, restabeleceu-se o antigo contato estreito entre a teoria da probabilidade e a Matemática em geral. A moderna teoria da probabilidade é, fundamentalmente um ramo da Matemática pura, engajada numa proveitosa e estimulante troca de idéias e impulsos com outros ramos. Ao mesmo tempo o campo de aplicações da teoria ainda está crescendo continuamente.

Ainda hoje se observa que há muitas aplicações que envolvem jogos de azar, tais como os diversos tipos de loterias, cassinos, corridas de cavalo e esportes organizados. Todavia a utilização das probabilidades ultrapassou de muito o âmbito desses jogos. Hoje, os governos, as empresas e as organizações profissionais incorporaram a teoria das probabilidades em seus processos diários de deliberações, em algumas áreas específicas.

Portanto, podemos dizer que as probabilidades são úteis porque auxiliam a desenvolver estratégias. Assim, é que alguns motoristas parecem demonstrar uma tendência para correr à grande velocidade se acham que há pouco risco de serem apanhados; e você certamente carregará capa ou guarda chuva se houver grande probabilidade de chover, etc..., logo, o ponto central em todas essas situações é a probabilidade de quantificar quão provável é a ocorrência do evento. Assim, as probabilidades são utilizadas para exprimir a chance de ocorrência de determinado evento e seu estudo se justifica pelo fato de a maioria dos fenômenos de que trata a estatística ser de natureza probabilística, sendo, portanto, essencial para o estudo da estatística inferencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CRAMÉR, Harald. **Elementos da Teoria das Probabilidades e algumas das suas aplicações**. Tradução: Luiz Aparecido Caruso. São Paulo: Mestre Jou, 1982.

FELLER, Willian. **Introdução à Teoria das Probabilidades e suas aplicações**: Edgard Blucher, 1980.

STRUIK, Dirk. **História Concisa das Matemáticas**. Tradução: João Cosme Guerreiro. 2 ed. Lisboa: Gradiva, 1992.

BOYER, Carl. **História da Matemática**. Tradução: Elza F. Gomide. 3 ed. São Paulo: E. Blücher, 1981.

LINTZ, Rubens. **História da Matemática**. Vol. 1. Blumenau: Editora da FURB, 1999.

GARDING, Lars. **Encontro com a Matemática**. Tradução: Célio W. Manzi Alvarenga e Maria Manuela V. Marques M. Alvarenga.2 ed. Editora Universidade de Brasília, 1997.