



CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES

latindex IDEAS EconPapers Dialnet MIAR Scopus

APLICACIONES DE LA PROBABILIDAD EN EL MUNDO EN EL CONTEXTO DEL COVID-19

Prof. Spec. Ivan De Oliveira Holanda Filho¹
Prof. M. Sc. Marcos Paulo Mesquita Da Cruz²
Prof. Spec. Ernandes Farias Da Costa³
Prof. Yuri De Souza Castro Lemos⁴
Prof. M. Sc. Rickardo Léo Ramos Gomes⁵
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6101-9571>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Ivan De Oliveira Holanda Filho, Marcos Paulo Mesquita Da Cruz, Ernandes Farias Da Costa, Yuri De Souza Castro Lemos y Rickardo Léo Ramos Gomes: "Aplicaciones de la probabilidad en el mundo en el contexto del Covid-19", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (Vol 1, N° 8 octubre-diciembre 2021, pp. 13-35). En línea:

<https://doi.org/10.51896/CCS/KYJY1924>

RESUMEN

Este trabajo realiza un análisis cualitativo de la importancia de la probabilidad en la vida cotidiana. Teniendo como objetivo general: analizar la probabilidad en el mundo moderno y sus principales características a las aplicaciones. Los objetivos específicos fueron tres: primero, conocer las características y definiciones relevantes de probabilidad; segundo, identificar algunos usos de probabilidad más impactantes; tercero, identificar algunos usos de la probabilidad en este contexto pandémico de Covid-19. Se utilizó la investigación bibliográfica como metodología de trabajo, compartiendo estudios y opiniones de otros autores seleccionados en libros y artículos que abordan el mismo tema aquí investigado, contribuyendo así al desarrollo de este trabajo. El trabajo trae importantes contribuciones de estudios probabilísticos en economía con la teoría del riesgo, con la medicina, más específicamente con la genética, y ganó y / gana aún más protagonismo con

1 Pós-Graduação em Ensino de Matemática (UNIATENEU); Licenciado em Matemática (UECE). Professor da Rede Básica de Ensino em Maracanaú e do Estado do Ceará.

2 Mestre em Economia Rural (UFC); Bacharel em Ciências Contábeis (UECE) e em Engenharia Metalúrgica (UFC). Professor de cursos técnicos e redes particulares de ensino.

3 Pós-Graduação em Educação Matemática (FAK); Licenciado em Matemática (UECE). Professor da Rede Básica de Ensino em Fortaleza.

4 Graduado em Licenciatura em Matemática (UFC). Professor do Estado do Ceará.

5 Prof. da Disc. de Met. do Trabalho Científico (**Orientador do Artigo**) – C. U. Farias Brito; Inst. Euvaldo Lodi; C. U. UniAteneu; M. Sc. em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC); Spec. em Met. do Ens. de Ciências pela UECE; Grad. em Agronomia pela UFC; Licenciado na Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias pela UVA; Aperf. em Líderes de Aprendizagem pela Universidade de Harvard; Aperf. em Gestão de Riscos em Projetos pelo BID; Aperf. em Met. do Trabalho Científico pela FIOCRUZ. Curso Aperf. Rastreamento do Contato da COVID-19 pela Johns Hopkins University (JHSPH); Consultor Internacional do BIRD para Laboratórios Científicos. Ex-pesquisador do CNPq e ex-convenienciado da ABNT. Fundador da RLRG Consultoria Científica.

aplicaciones en la pandemia Covid-19 causada por el virus SARS-Cov-2. En general, la investigación obtuvo datos significativos ya que mostró aspectos relevantes y aplicaciones de la probabilidad. Se sugieren trabajos futuros como, por ejemplo, una investigación de campo que obtenga datos cualitativos y / o cuantitativos para profundizar en el conocimiento sobre probabilidad y complementos de aplicación u otras aplicaciones.

Descriptor - Tesauro de la UNESCO: Área: 2 Ciencia; **Microtesauro:** 2.15 Matemáticas y estadística; **Conceptos genéricos:** TG – Matemáticas estadísticas; **Conceptos específicos:** TE – Proceso aleatorio; **Conceptos relacionados:** TR – Teoría de los juegos.

Palabras-clave: Probabilidad; Aplicaciones; Economía; Medicamento.

APPLICATIONS OF PROBABILITY IN THE WORLD IN THE CONTEXT OF COVID-19

ABSTRACT

This work makes a qualitative analysis of the importance of probability in everyday life. Having as general objective: to analyze the probability in the modern world and its fundamental characteristics to applications. The specific objectives were three: first, to know relevant characteristics and definitions of probability; second, identify some more impactful uses of probability; third, to identify some uses of probability in this Covid-19 pandemic context. Bibliographic research was used as a work methodology, sharing studies and opinions of other authors selected in books and articles dealing with the same theme researched here, thus contributing to the development of this work. The work brings important contributions from probabilistic studies in economics with the theory of risk, with medicine, more specifically with genetics, and gained and/gains even more prominence with applications in the Covid-19 pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus. Overall, the research got significant data as it showed relevant aspects and applications of probability. Future works are suggested, such as, for example, field research that gets qualitative and/or quantitative data to deepen knowledge about probability and application complements or other applications.

Keywords: Probability; Applications; Economy; Medicine.

APLICAÇÕES DA PROBABILIDADE NO MUNDO NO CONTEXTO DA COVID-19

RESUMO

Este trabalho faz uma análise qualitativa sobre a importância da probabilidade no cotidiano. Tendo como objetivo geral: analisar a probabilidade no mundo moderno e suas principais características e aplicações. Os objetivos específicos foram três: primeiro, conhecer características e definições relevantes de probabilidade; segundo, identificar algumas utilizações mais impactantes de probabilidade; terceiro, identificar alguns usos de probabilidade nesse contexto de pandemia de Covid-19. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica como metodologia do trabalho compartilhando estudos e opiniões de outros autores selecionadas em livros e artigos que tratam da mesma temática aqui pesquisada, contribuindo, dessa maneira, no desenvolvimento do presente trabalho. O trabalho traz importantes contribuições dos estudos probabilísticos na economia com a teoria do risco, com a

medicina, mais especificamente com a genética, e ganhou e/ganha ainda mais destaque com aplicações na pandemia do Covid-19 ocasionada pelo vírus SARS-Cov-2. De uma maneira geral, a pesquisa obteve dados significativos, pois mostrou aspectos e aplicações relevantes de probabilidade. Trabalhos futuros são sugeridos, como, por exemplo, uma pesquisa de campo que obtenha dados qualitativos e/ou quantitativos para aprofundar o conhecimento sobre probabilidade e complementos de aplicações ou outras aplicações.

Palavras-chave: Probabilidade; Aplicações; Economia; Medicina.

1 INTRODUÇÃO

A probabilidade adquire imensa importância nessa era da informação e do conhecimento. Segundo Lorenzato e Vila (1993): uma das “doze áreas de competência que todos deverão apresentar em Matemática no século XXI [...] é estatística e probabilidade”.

O estudo de probabilidade encontra-se em documentos nacionais de educação, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e está presente em quase todos os livros didáticos do Ensino Médio no Brasil. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) cobra, constantemente, dos estudantes concluintes do Ensino Básico problemas de probabilidade. E esse é um assunto da Matemática que está sendo amplamente apresentado aos estudantes brasileiros e, atualmente, já é exposto aos discentes desde os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Segundo Souza, Santos e Freitas (2018, p.2), “VUCA é uma sigla utilizada para descrever a volatilidade (*volatility*), a incerteza (*uncertainty*), a complexidade (*complexity*) e a ambiguidade (*ambiguity*) no cenário atual. VUCA em inglês, VICA em português”. Nesse mundo moderno, mundo VUCA, o uso da probabilidade é fundamental, principalmente no que se relaciona as incertezas. Qual é a probabilidade de chover amanhã? Qual é a probabilidade do meu time ganhar o campeonato? Em quanto tempo o carro do aplicativo vai chegar?

Esse artigo é dividido em dois momentos: Primeiro, vai apresentar a probabilidade, com a história da probabilidade, onde surgiu e suas principais definições. Segundo, vai discutir sobre várias áreas da vida e do conhecimento humano que utilizam a probabilidade e alguns exemplos de aplicações.

Tendo como objetivo principal: analisar a probabilidade no mundo moderno e suas principais características e aplicações. Os objetivos específicos foram três: primeiro, conhecer características e definições relevantes de probabilidade; segundo, identificar algumas utilizações mais impactantes de probabilidade; terceiro, identificar alguns usos de probabilidade nesse contexto de pandemia de Covid-19.

A tecnologia hoje tem bastante destaque e o que muitos não sabem é que existe muita matemática por trás dos softwares, dos aplicativos, dos celulares e dos computadores. Existem muitos cálculos, estatísticas e probabilidades sendo efetuados em milésimos de segundos. E o

resultado é um mundo na palma da mão e à distância de um clique. Para desvendar um pouco dessa matemática, especificamente, dessa probabilidade é que foi feito esse trabalho para responder à pergunta motivadora: Qual a importância da Probabilidade na Matemática e nas Ciências?

O presente trabalho segue a estruturação a seguir: a primeira parte foi destinada à introdução. A segunda parte do trabalho apresentou-se a metodologia a qual está fundamentada com um estudo de referências bibliográficas de livros e artigos e revistas. Em seguida destaca-se a discussão analítica do contexto histórico da probabilidade, conjuntamente, com estudos dos jogos de azar. Ainda nessa parte foram descritas aplicações importantes da probabilidade na economia, como a teoria do risco e previsões de mercado, em seguida discorreu-se sobre as aplicações na área da saúde e nas ciências exatas. Na parte final do trabalho estão presentes as considerações finais sendo seguidas pelas referências.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse trabalho caracteriza-se por ser uma abordagem qualitativa com o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica, tendo como fonte de pesquisa artigos, livros, sites e revistas, específicas sobre a temática elencada.

Destaca-se, a seguir, os autores que mais contribuíram na discussão e na conseqüente elaboração deste artigo: Souza (2016), Roden (2016), Holanda Filho, Cruz e Gomes (2018), Souza, Santos e Freitas (2018), Kobori (2019), Soares (2019), Starlles (2020) e Batista (2020).

Em Santo (1992, p.103) pode-se perceber que:

O uso de referência bibliográfica se assenta no caráter cumulativo da ciência. Acredita-se que todos os trabalhos contribuem para o conteúdo do trabalho que os citou. Tal contribuição é feita em diferentes níveis a diferentes trabalhos. O uso de referências bibliográficas é afetado por muitos fatores, além da contribuição real da referência. Um importante fator é a disponibilidade ou acessibilidade da fonte: países com elevado controle bibliográfico propiciam maior volume de disseminação. Outro fato é a habilidade linguística do pesquisador não políglotas tem menor acesso às referências bibliográficas.

Desta maneira foi possível fazer uma investigação da importância da probabilidade do ponto de vista histórico e prático em algumas áreas como: economia, saúde e as ciências exatas.

3 DISCUSSÃO ANALÍTICA

Esta discussão analítica foi ordenada em 4 subtópicos. O primeiro tratou da probabilidade

através da história da matemática e do estudo de alguns matemáticos como: Blaise Pascal, Cardano, Pierre Fermat entre outros que deram outras perspectivas no estudo com a probabilidade. No segundo subtópico foram tratadas aplicações dentro da economia com estudos sobre a teoria do risco, e modelos de previsão na tomada de decisões. O terceiro subtópico trata de aplicações dentro da área da saúde em que a probabilidade se faz presente na genética, estudos probabilísticos no combate as doenças como câncer, por exemplo, e a previsão de dados na pandemia. O quarto tópico traz importantes reflexões na área das ciências exatas com distribuição binomial muito usufruída em amostra de população finita, e a importância da mesma no mercado financeiro e contribuições na engenharia.

3.1 A História da Probabilidade

É comum ouvirmos expressões como: “A probabilidade de chover amanhã é 40%”, ou ainda, “A probabilidade de incidência de chuva pela manhã é 30%”, essas expressões demonstram aplicações da probabilidade em nosso cotidiano, porém o fascínio por estudos probabilísticos iniciou há séculos, precisamente, no século XV e início do século XVI. Uma das primeiras obras sobre o assunto foi *Liber de Ludo Aleae* (Sobre os jogos de Azar) é de autoria de Girolamo Cardano (1501-1576) o qual foi publicado somente em 1663.

A teoria da probabilidade começou a desenvolver quando de fato atraiu a atenção de Blaise Pascal, Pierre Fermat, Huygens e Antonine Gombaud (também conhecido como Chevalier de Méré) no qual formulavam teorias na observação de jogos com dados. Então, os jogos de azar ajudaram a desenvolver estudos probabilísticos dos matemáticos e estudiosos da época e são bastantes aplicáveis em nosso cotidiano.

A definição de matemática de probabilidade é:

$$P(A) = \frac{\text{Número de resultados favoráveis ao Evento } A}{\text{Total de resultados possíveis.}}$$

E preciso exprimir o que são experimentos aleatórios, conceito esse que está, intimamente, relacionado a probabilidade. Em Rufino, Rodrigues (2010, p. 161) a definição de experimentos aleatórios: “São experimentos que quando realizados nas mesmas condições, não apresentam nenhuma previsibilidade quanto aos seus resultados. Assim, a variabilidade dos diferentes resultados de um experimento aleatório é creditada ao caso”. No próximo tópico será abordada essa conexão para o crescimento dessa área da matemática.

3.1.1 Os jogos de Azar e a Probabilidade

Antes de Pascal e Fermat dois estudiosos se destacaram no estudo da probabilidade. Estes foram: Cardano e Tartaglia e ainda Galileu contribuiu com a teoria de erros e medição. Girolamo

Cardano foi um médico e um apaixonado por matemática e jogos de azar. O mesmo escreveu ainda um tratado cujo título é: *Liber de Ludo Aleae* “Livro de Jogos de Azar”. A palavra *aleae* refere-se a jogos de dados e tem a mesma raiz de *aleatorius* que significa eventos sujeitos ao acaso.

Stewart (2012, p.86) revela as observações de Cardano sobre apostas:

Um dos princípios fundamentais de Cardano era que numa aposta justa, as chances seriam proporcionais ao número de maneiras conforme as quais cada jogador pode ganhar. Por exemplo, suponhamos que os competidores joguem um dado, e o primeiro jogador ganha se tirar um 6, ao passo que o segundo ganha se tirar qualquer outro número. O jogo seria muitíssimo injusto se cada um apostasse a mesma quantia, porque o primeiro jogador tem apenas uma maneira de ganhar, ao passo que o segundo tem cinco. Porém, se o primeiro jogador apostar uma libra e o segundo apostar cinco libras, as chances tornam-se equivalentes. Cardano estava ciente de que este método de calcular chances justas depende de que as várias formas de ganhar sejam igualmente prováveis, mas em jogos de dados, cartas ou moedas era claro como assegurar que tais condições se aplicassem. Lançar uma moeda tem dois resultados, cara ou coroa, e ambos são igualmente prováveis numa moeda honesta.

É importante destacar que até mesmo os gregos que se destacavam em várias áreas da matemática não tinham uma teoria com relação a jogos de azar. Em Mazur (2016, p. 59) evidencia-se a importância de Cardano nas observações a seguir:

[...] os gregos sabiam que certos números tinham mais probabilidade de sair do que outros. Com certeza sabiam que o 7 surgiria com mais frequência do que qualquer outro número. No entanto, até onde sabemos, os gregos não tinham noção de chances preditivas.

O opúsculo de Cardano continha as sementes e os segredos da ciência da possibilidade. Aprendemos que os fatos observáveis podem quantificar o que tende a acontecer. De acordo com Henri Poincaré, o mundo então aprendeu que uma pessoa tem a mesma possibilidade que qualquer outra pessoa e até mesma a possibilidade que os deuses.

Fica evidente que os jogos foram importantes no desenvolvimento da probabilidade, principalmente na França em que a economia estava decaída depois de sucessivas guerras. Ainda

em Mazur (2016, p.60) retrata esse momento: “Não foi mera coincidência o fato de que os milionários apostassem abertamente em salões de jogos em toda Paris. E também não foi coincidência o fato de que a teoria matemática das probabilidades surgisse nessa época: de fato no inverno de 1654”.

Cabe salientar a importância das observações de pesquisadores e/ou matemáticos para o surgimento de teorias e estudos ainda mais importantes, não somente na matemática, mas nas ciências exatas de um modo geral.

Holanda Filho, Cruz e Gomes (2018, p.17) afirmam:

As equações são importantes pelo seu aspecto histórico e a criação de muitas delas são meios para resolverem importantes problemas que o homem se deparou ao longo dos anos. Algumas dessas o homem mesmo sem muito conhecimento matemático pode entender sem muitas dificuldades outras necessitam de recursos mais amplo do conhecimento até mesmo para entendê-las

...

É importante destacar a amplitude de que algumas equações trouxeram ou trazem para os estudiosos e cientistas que as estudam ou mesmo curiosos. Cada uma delas tem uma história e influenciaram a época de suas criações.

O aspecto histórico as condições das pessoas e o meio em que estão inseridas também são fundamentais para a ascensão de uma teoria e/ou de uma área da ciência. Percebe-se como já elencado que não foi uma coincidência o estudo da probabilidade ter se expandido na França.

3.1.2 Os Estudos de Blaise Pascal com a Probabilidade.

A importância de Cardano é, sem dúvida, incontestável, mas a probabilidade se expandiu, realmente, com o Blaise Pascal (1623-1662) tido como uma das “promessas” na história da matemática. Pascal se destacou com estudo das cônicas baseado no trabalho de Desargues⁶.

Tem estudos importantes com o Triângulo da Aritmética de Pascal na análise combinatória e importantes contribuições na probabilidade. Pascal se aproximou através de correspondências com Fermat e ainda realizou um último trabalho com a cicloide.

Em Stewart (2012, p.88) pode-se verificar o caráter religioso, porém sempre determinado de Pascal:

⁶ Girard Desargues (1591-1661) foi um matemático, arquiteto e engenheiro que se destacou com estudo relevantes com as cônicas a partir do trabalho de Apolônio de Perga.

Numa troca de cartas, Pascal e Fermat acharam a resposta correta. No decorrer do processo, criaram um novo ramo da matemática: a teoria da probabilidade. Um conceito central na sua solução foi o que atualmente chamamos de “expectativa”. Num jogo de azar, há um retorno médio do jogador a longo prazo. Seria, por exemplo, 92 centavos de libra para uma aposta de uma libra na coroa e na âncora. Após sua segunda conversão, Pascal deixou para trás seu passado de jogatina, mas registrou sua contribuição em um famoso argumento filosófico, a aposta de Pascal. Pascal assumia, fazendo o papel de advogado do diabo, que alguém pudesse considerar a existência de Deus altamente improvável. Na sua obra, *Pensées*, de 1669, Pascal analisou as consequências do ponto de vista das probabilidades.

Pascal teve seus estudos sobre aleatoriedade através do nobre De Méré cujo o problema ficou conhecido como problemas dos pontos. Basicamente, o problema dos pontos considerava que dois jogadores estavam jogando dados e ambos têm a mesma chance de vencer e o vencedor será aquele que atingir um determinado número de pontos estabelecido, previamente, por ambos jogadores. Porém, o jogo é interrompido. Qual a maneira justa de dividir o dinheiro apostado?

Em Mlodinow (2009, p. 77) percebe-se que Pascal teve que encontrar novos métodos para lidar com o desafio dos pontos.

Pascal percebeu que, independentemente da resposta, os métodos necessários para calculá-la ainda eram desconhecidos, e tais métodos, quaisquer que fossem, teriam importantes implicações para todos os tipos de situação competitiva. Ainda assim, como tantas vezes ocorre na pesquisa teórica, ele se viu inseguro, ou mesmo confuso, quanto ao plano de ataque. Decidiu que precisava de um colaborador, ou ao menos de outro matemático com quem pudesse discutir suas ideias. Marin Mersene, o grande matemático de comunidade, havia morrido poucos anos antes, mas Pascal ainda estava ligado à rede da *Académie Mersenne*. Então, em 1654, iniciou-se uma das grandes correspondências da história da matemática: entre Pascal e Pierre de Fermat.

É importante salientar que Fermat não era profissional ou ainda especialista, mas era considerado por muitos como o maior matemático amador de todos os tempos. A correspondência entre os dois desenvolveu várias abordagens, mas o método de Pascal era mais simples e, ao mesmo tempo, mais bonito como é possível verificar em Mlodinow (2009, p. 77): “Mas o método de

Pascal demonstrou ser mais simples, até mais bonito, sendo ainda suficientemente geral para poder ser aplicado a muitas questões que são possíveis encontrar cotidianamente”.

Pascal teve ainda seu nome relacionado ao triângulo de Pascal cujo é útil se quisermos saber o número de maneiras pelas quais é possível selecionar um número de objetos a partir de uma coleção que se tenha um número igual ou ainda maior do que o número de objetos. Em Eves (2005, p. 366 e 367) constata-se o diferencial do matemático Pascal:

Pascal resolveu o caso geral, obtendo muitos resultados através do uso do triângulo aritmético. Essa correspondência lançou os fundamentos da moderna teoria das probabilidades.

...

O último trabalho de Pascal foi sobre a cicloide, a curva descrita por um ponto da circunferência de um círculo, conforme esta rola ao longo de uma reta sem escorregar. Essa curva, que é muito rica em propriedades matemáticas e físicas, desempenhou um papel importante no desenvolvimento inicial dos métodos do cálculo.

De fato, as contribuições de Blaise Pascal ajudaram a desenvolver não somente a probabilidade, mas outras áreas da matemática como a geometria e o cálculo diferencial integral. A Figura 1 retrata a cicloide descrita anteriormente.

Figura 1:

Cicloide feita no software GeoGebra



Fonte: Dados dos autores

A cicloide tem aplicações na física com estudos sobre relógio de pêndulo, além é claro, de importantes aplicações no estudo do Cálculo Diferencial Integral.

3.2 Aplicações da Probabilidade na Economia

A palavra economia vem do grego e significa “a administração do lar” e nas últimas décadas tem sido pesquisada e estudada para fazer previsões e, assim, a economia, além de ser uma ciência social, passará a ser, também, uma ciência exata igualmente como a física de Newton.

Com o desenvolvimento da economia surgem subáreas como a econometria que estabelece leis matemáticas em modelos econômicos. Tais modelos, por sua vez, servem de base para verificar condições do mercado, estudar análises econômicas com equações e estatística e claro a probabilidade. A econometria é usufruída para políticas públicas tendo, assim, um teor mais social, e por isso ganha destaques frequentes ao longo dos anos.

Em Hockman e Marques (2007, p. 70) percebe-se a aplicação da econometria em políticas públicas: “Inclusive da econometria já bastante influente em uma das subáreas da política pública, a avaliação, que também vem recebendo influência de técnicas quantitativas.”

A econometria aplicada tem importantes destaques para prever o Produto Interno Bruto (PIB) de um país, a inflação e a taxa de desemprego em determinado período. Todos esses estudos são possíveis na confiabilidade de dados e em modelos matemáticos.

Em processos estatísticos alguns processos se destacam como o Processo de Markov (Andrei Andreyevich Markov 1856-1922) em que as distribuições de probabilidade são utilizadas para prever o futuro dependem, unicamente, do estado presente e despreza-se as causas de se chegar a tal estado.

Em especial, a análise de Markov é bastante aplicada também nos esportes, mais especificamente, na previsão de classificação ao longo da temporada. Além dessa especificidade, as análises de Markov são estudadas para se determinar condições de equilíbrio e determinação de custos de produtos de um modo geral.

Pode-se, também, destacar a distribuição de Poisson (1781-1840) francês que contribuiu, enormemente, na estatística. Essa distribuição emprega situações probabilísticas em que a ocorrência de eventos é grande, porém em determinado período é em particular bem pequena.

Exemplos da distribuição de Poisson: Acidentes industriais, número de defeitos de uma linha de produção de garrafas, na teoria das filas, seguro de vida, acidentes de carro, número de aumento de casos de câncer de mama entre outros exemplos. Verifica-se que a distribuição de Poisson tem enormes empregabilidade.

3.2.1 A Teoria do Risco na Economia

Todos os dias o mundo toma decisões que são apresentadas na vida cotidiana. Com essas decisões estão também integradas os riscos e consequências. Os riscos estão conectados na própria história do homem e na história da raça humana, pois eram frequentes a exposição de luta

com outros grupos, na luta pela sobrevivência a caça, as condições climáticas e/ou geográficas e as constantes migrações ocasionadas por mudanças no meio ambiente. Atualmente, o risco está amplamente estudado a evolução da economia e o retorno econômico.

Em Kobori (2019, p. 22)

Esta troca do risco físico pelo risco econômico fez surgir a necessidade de mensuração do risco. Este deveria ser monetariamente mensurado para que as trocas fossem justas.

Como vimos, o risco está em toda parte e em todas as atividades. Como investidores, temos que ter ciência do risco e entender que, ao contrário do que muitos pensam, não se deve evitá-lo, mas devemos saber mensurá-lo para exigir o retorno adequado.

Fica evidente, a importância de mensurar decisões na economia, não somente nessa área, mas em tudo, haja vista que o risco está em todas as áreas. A evolução de mercados financeiros, noção de ganho esperado e perda, resultados, ganhou destaque com modelos estatísticos e probabilísticos.

Ainda em Kobori (2019, p. 23)

A evolução dos mercados financeiros gerou a necessidade de mensurar o risco de seus ativos, tanto do lado das perdas quanto dos ganhos potenciais, e daí a conclusão de que o risco é a variabilidade do resultado esperado, surgindo, assim o modelo da média variância.

As implicações desses conceitos são aplicáveis a mudanças de todas as magnitudes. O preço da carne das aves, por exemplo, pode aumentar depois de uma gripe aviária ocasionando uma mudança no investimento em outros setores.

E como se pode ter certeza em qual ou quais devem ser as mudanças e mais ainda quanto deve ser destinado com as consequências de uma gripe aviária para outros setores? A resposta é que nada é 100% certo, mas a probabilidade pode e deve ajudar na tomada de decisões com o retorno esperado ou perda esperada. Esse exemplo, específico, das aves pode ser aplicado para uma cidade, ou mesmo um país ou ainda um bloco de países em que a tomada de decisões coletivas tem enorme gravidade para milhões de pessoas em média e longo prazo.

A teoria do risco é também implementada na avaliação de empréstimos de bancos a projetos. Nesse caso se o banco não conseguir identificar quais projetos têm alto risco e baixo risco como o mesmo poderá ter lucros?

Soares (2019, p. 58) identifica o problema do risco moral e sua importância.

O risco moral pode surgir após a concessão de crédito, quando o devedor dá informações que exageram a rentabilidade e a probabilidade de sucesso do projeto. Pode também surgir após a concessão de crédito, se o devedor aplicar os fundos obtidos em atividades com maior risco do que aquelas que tinha anunciado previamente.

Sendo assim, estudos probabilísticos em análise prévia de projetos, auditorias, penalização ao não cumprimento de obrigações estabelecidos em contratos são algumas ações que podem diminuir o risco de projetos em que a probabilidade se faz presente.

3.3 Aplicações da Probabilidade na Área da Saúde

Para a grande maioria das pessoas a saúde é uma questão vital. Então, não é de hoje que as pessoas recorrem a matemática para ajudar a visualizar o desempenho de vida ou ainda ajudar a responder perguntas como: Qual a probabilidade de ocorrência de um fumante ter um AVC? Ou qual a probabilidade de ocorrência de contrair Covid 19 mantendo o máximo de distanciamento social?

As respostas dessas perguntas, sem dúvida, envolvem bastantes variáveis, mas são questionamentos importantes que envolvem a ciência e, claro, mais especificamente, a probabilidade. Faz-se necessário diferenciar experimentos aleatórios de experimentos não aleatórios.

Em Devin (2008, p. 96)

Os padrões e relações estudadas pelos matemáticos ocorrem por toda parte da natureza: os padrões simétricos das flores, os padrões – muitas vezes complicados de nós, das órbitas descritas pelos planetas à medida que se deslocam nos céus, os padrões da pelagem de um leopardo, o padrão de votação de uma população, o padrão produzido por um jogo de dados ou na roleta, a relação que as palavras formam uma frase, os padrões de som com que reconhecemos a música.

O estudo de padrões aplicados dá origem a novos estudos e desenvolve outras áreas da matemática. Teorias dos jogos, teoria do risco, teoria dos grafos são alguns desses que crescem a cada dia. Nesse sentido o estudo de padrões desenvolveu não somente a probabilidade, mas muitas subáreas da estatística e da matemática de um modo geral.

3.3.1 A Probabilidade e a Genética

O que é genética? Genética é o campo das ciências que estuda características passadas de geração em geração. Os genes são fragmentos do Ácido Desoxirribonucleico - DNA (unidades fundamentais da hereditariedade). Em comparação com outros ramos da Biologia a genética é relativamente nova e tem como um dos grandes estudiosos o monge e cientista Gregor Mendel. Em Robinson (2016. p.189) contata-se a importância da Genética e da matemática:

Para desapontamento de muitos universitários, a genética é surpreendentemente matemática. Uma área na qual os cálculos são usados para descrever o que acontece geneticamente é a genética de populações.

...

Descrever a genética de populações de um ponto de vista matemático é crucial para ciência forense. Para se apontar com precisão a singularidade de um perfil de DNA, os geneticistas têm que testar perfis genéticos de muitos indivíduos e decidir o quão raro um padrão particular pode ser. A medicina também usa a genética de populações para determinar o quão mutações particulares são e para desenvolver novos remédios para tratar doenças.

O estudo da genética é importante, pois permite aos cientistas fazer previsões em proles no qual são estudadas características dos pais. Além disso, é uma crescente nas últimas décadas estudos sobre seleção artificial em que a probabilidade é utilizada. A probabilidade está ainda ligada a grandes questões como doenças de casais consanguíneos, mutações e de certo modo a evolução que serão vistos no próximo tópico.

3.3.2 A Probabilidade no Combate a Doenças

A importância da probabilidade ganha destaque especial na área da saúde, pois é, justamente, nessa área que se pode fazer previsões, conjuntamente, com pesquisas sérias para desenvolver remédios, estudar mutações e entender melhor doenças específicas. Em Regateiro (2007, p. 176) tem-se que

O coeficiente de endocruzamento é útil para prever a probabilidade que há de um filho e consanguíneos ser homocigoto para um gene recessivo, quando também se sabe que um antepassado comum dos pais é portador desse gene. Também é útil para calcular a relativa de

ocorrência de doenças em acasalamentos de parentes muito próximos.

Nesses casos de casais consanguíneos, a probabilidade de um filho herdar as duas cópias de um gene com a mutação é maior do que na população geral, uma vez que descendem de um antepassado comum.

A probabilidade em questão é aplicada em estudos sobre riscos genéticos por casais que podem ser afetados por anomalias hereditárias. Porém, é preciso enfatizar que a coleta de dados, organização e análise desses dados (estatística) são de suma importância para qualquer atividade profissional, e claro, aqui se destaca a área da saúde.

Toledo e Ovalle (1985, p.13) situam a importância da estatística:

O uso da estatística é, cada vez mais, acentuado em qualquer atividade profissional da vida moderna. Nos seus mais diversos ramos de atuação, as pessoas estão frequentemente à Estatística, utilizando-a com maior ou menor intensidade, pois isso se deve as diversas aplicações que o método estatístico proporciona àqueles que dele necessitam.

Ainda sobre a importância da estatística tem-se em Souza (2016, p. 149) a sua conexão com a probabilidade:

Porém, existem situações em que não é possível realizar o cálculo da probabilidade teoricamente, sendo necessário considerar várias repetições de um experimento e obter a probabilidade a partir da frequência relativa da ocorrência de um evento. Assim, a probabilidade de um evento ocorrer pode ser estimada por meio de cálculos estatísticos.

Os dados organizados, quantitativamente e qualitativamente, são fundamentais em quaisquer pesquisas. A estatística e a probabilidade juntas podem, inclusive, ajudar a salvar vidas. De acordo com Spence e Barnett (2013, p. 53)

Existem relações significativas, substanciais e causais entre o tabagismo, a exposição à fumaça do tabaco e a doença cerebrovascular são reconhecidas há muitos anos em que muitas situações. Até um quarto de todos os AVCs têm sido atribuídos ao hábito de fumar. Um exame prospectivo de uma grande corte de

mulheres suecas revelou que o risco de AVC era quatro vezes maior em fumantes.

Estudos como estes servem de base para que se tenham melhores serviços sanitários e, conseqüentemente, melhore a qualidade de vida das pessoas. Várias doenças podem e/ou já foram erradicadas em países com estudos, pesquisas, planejamentos e políticas públicas assertivas. Levando em conta o espaço amostra Suécia é um dado importante saber que há um risco maior de desenvolver AVC em fumantes. No Brasil é comum visualizar propagandas sobre as conseqüências do tabagismo e os males que podem ocasionar as pessoas. De acordo com Barreto (1998, p. 17) constata-se que

Daí o interesse em desenvolver medidas sensíveis da influência das intervenções sobre a saúde e a qualidade de vida associada à saúde. Mas, enquanto se elabora esse tipo de medidas, parece factível selecionar indicadores simples, a partir dos dados recolhidos nos prontuários clínico-administrativos, que se mostrem aplicáveis de forma sistemática, ainda que somente visando a orientar as análises. Naturalmente, ao mesmo tempo, devem-se levar adiante estudos epidemiológicos que permitam avaliar a efetividade dos procedimentos e das intervenções praticadas. Devem-se ainda considerar as avaliações denominadas custo/efetividade ou custo/utilidade.

De acordo com o autor acima intervenções são necessárias para a qualidade da saúde, mas do que isso da vida. Estudos probabilísticos são aplicados, conjuntamente, em pesquisas mercadológicas e na tomada de decisões. Processos de imunização, mercado provável, margem de lucro dos imunizantes, possibilidade de acesso aos mesmos, grau de incertezas, fatores de ausência de barreiras na regularização. Grau de resposta imunitária são aplicações de estudo probabilísticos e estatísticos. Em Boss (2005, p. 176) tem-se essa evidência:

A utilidade de se estabelecerem critérios para a priorização dos projetos de pesquisa e desenvolvimento é poder selecionar os que têm maiores chances de obter sucesso tanto em termos de retorno de investimento quanto em termos de impacto na saúde pública. Recomenda-se os fatores a seguir sem considerados no processo de priorização:

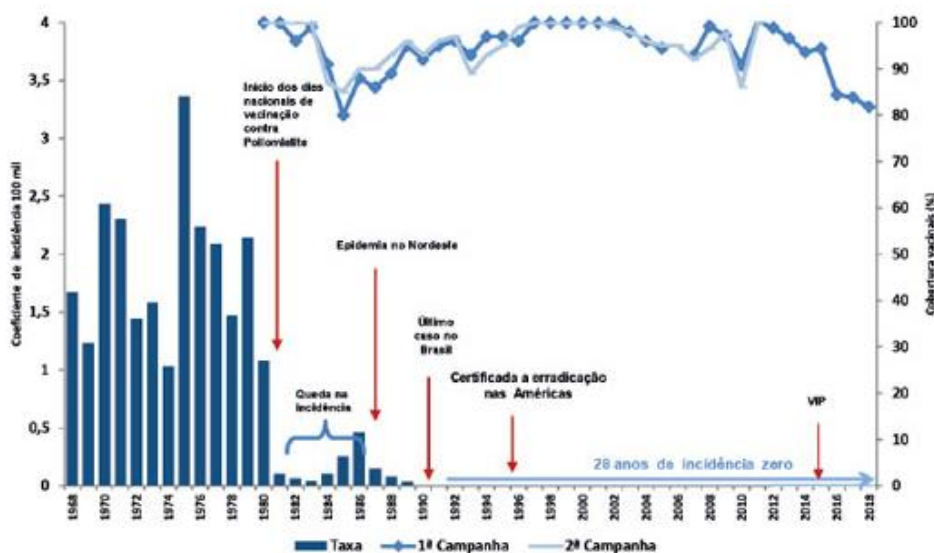
- Mercado provável (população-alvo X número de doses X preço)

- Margem de Lucro: vai depender dos cursos de desenvolvimento de tecnologia e dos custos de produção por dose
- Ciclo de vida do produto
- Possibilidade de acesso à tecnologia para a reprodução de fórmulas já existentes.
- Ausência de barreiras na regularização, ligada a fatores como o grau de resposta imunitária (correlatados de imunidade), a metodologia empregada nos testes, o potencial de padronização destes e questões de segurança.

Os processos de vacinação são importantíssimos na prevenção de doenças. A probabilidade fica evidente quando se aumenta o espaço amostral, amostra de uma população para se obter dados mais precisos e significantes. Esses processos são vitais para imunização e erradicação de doenças. O gráfico 1 retrata a Incidência da Poliomielite no Brasil e a cobertura vacinal com a VOP, em campanhas, de 1968-2018, evidenciando essa questão do total de amostragem em períodos determinados.

Gráfico 1:

Vigilância de poliovírus selvagem. Américas-1986-1994.



Fonte: Brasil (2018)

Ainda em Barreto (1998, p.107 e 108)

A rede de notificação de casos de PFA, que, a princípio, incluía serviços da saúde com mais probabilidade de observá-los, veio a ser ampliada, com, pelos menos, um serviço da saúde em cada distrito de todos os países compreendendo mais de vinte mil instituições da saúde da América Latina e no Caribe. Essa rede é hoje utilizada para notificação de outras doenças como sarampo, tétano e cólera, em alguns países, e no futuro será ampliada para incluir outras doenças transmissíveis.

O tamanho da amostra ganha destaque na erradicação de doenças por órgãos competentes de vigilância sanitária, em que, muitas vezes, os mesmos tentam melhorar as condições de saúde de muitos países seja pelo compartilhamento de informações ou seja por políticas assertivas na erradicação de doenças, porém independente do objetivo a probabilidade estará presente na tomada de decisões. No próximo tópico aplicações da probabilidade na Pandemia ocasionada pelos vírus da Covid 19.

3.3.4 Pandemia do vírus Covid 19 e a Probabilidade: O que os cientistas dizem?

O mundo mudou no ano de 2020 com a Pandemia ocasionada pelos vírus SARS-Cov-2. Os primeiros acontecimentos ocorreram na Ásia, mais especificamente, na China, e no decorrer com o tempo o mundo todo estava enfrentando uma crise de saúde global.

A última crise de saúde tinha sido em 1918 a Gripe Espanhola. Nesse período os hábitos das pessoas mudaram. Trabalhos, estudos, e até mesmo o ato de fazer compras mudaram com o distanciamento social que está ajudando a salva vidas.

Um estudo realizado por professores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) apontado por Batista (2020, p. 01) citado por Gomes, Holanda Filho e Costa (2020, p. 03) indica que:

O isolamento social em maio pode ter poupado 118 mil vidas no Brasil. Essa é uma das principais conclusões de um estudo inédito realizado por professores da área de estatísticas econômicas da UFRRJ. Tomando por base dados de como a pandemia se comportou no país, taxa de isolamento e diferenças regionais, os professores estimaram que a cada 1% de aumento no isolamento social havia uma redução na taxa de crescimento do vírus de até 37%.

O distanciamento social ajudou no combate a pandemia, mas fez surgir outros problemas sociais relacionados a aprendizagem, segurança, econômica, e na própria saúde. Para visualizar o distanciamento social na prática imagine a situação.

Um restaurante de 15 m² com apenas 3 pessoas com uma distância média de 4 metros cada. Muito difícil o vírus se espalhar nesse ambiente hipotético. Mas, agora nas mesmas condições imagine o mesmo lugar com 30 pessoas. Dificilmente em um local como esse na situação descrita teria um distanciamento social adequado.

E onde entra a probabilidade ou mesmo a Matemática? A probabilidade entra na tomada de decisões ou na antecipação de eventos a serem realizados. Starlles (2020, p. 02) ressalta que:

Meses antes de o primeiro caso de Covid-19 ser detectado, o relatório “Um mundo em risco”, publicado pelo Conselho de Monitoramento da Preparação Global (GPMB), órgão atrelado ao Banco Mundial Saúde (OMS), órgão atrelado ao Banco Mundial e Organização Mundial da Saúde (OMS), já alertava sobre o perigo de pandemias globais causadas por doenças graves como Ebola, Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) e influenza.

De tempos em tempos o mundo passa por essas transformações. Precisa-se estudar a origem desses acontecimentos e com previsões combater melhor as doenças que podem surgir de um modo geral. Aqui cabe destacar que o acesso à informação é um fator ímpar no combate a qualquer doença. Ainda no site “guia do estudante” estudos relacionados a origem de algumas doenças.

Alguns estudos também identificaram que o aumento dos índices de desmatamento pode contribuir para o surgimento de infecções zoonóticas — doenças capazes de serem transmitidas de animais para seres humanos. A degradação dos habitats naturais de espécies portadoras de vírus desconhecidos aumenta a chance de contato com a população humana e, como consequência, de contaminação de humanos com vírus que antes só eram encontrados em animais silvestres.

Muitas vezes não é possível visualizar conexões com efeito e causa sobre surgimento de doenças, e somente com pesquisas e estudos, pode-se fazer conclusões sobre as mesmas, ou mesmo, poder combater essas doenças de forma mais eficaz.

3.4 Aplicações de Probabilidade nas Ciências Exatas

As aplicações da probabilidade são, sem dúvidas, bastantes abrangentes. Nas ciências exatas os estudos probabilísticos ganham ainda mais destaque. Na física quântica, na engenharia na administração na computação a probabilidade se faz presente.

Os estudos de inferências permitem determinar previsões em amostras e induzir estudos para um “universo”. Um exemplo desse tipo de aplicação é o tempo de espera de passageiros ao desembarcarem em um determinado aeroporto, por exemplo.

Fazer previsões é uma ação ligada à própria existência da humanidade e no século atual esse ato continua em diversas áreas. Uma dessas aplicações estão relacionadas a construção civil, mais especificamente, na elaboração de projetos em que a chegada em tempo hábil de materiais é fundamental, pois com atraso pode haver perdas financeiramente grandes.

Outra aplicação importante envolve a teoria do risco. Essa teoria relaciona tomada de decisões de alternativas e suas múltiplas consequências para cada decisão. Pode-se ver aplicações importantes dessa teoria em redes de distribuição de energia elétrica, redes de telefonia, redes de computadores e a maximização de duração de sistemas (economia).

Em Navidi (2012, p. 125,126) tem-se uma aplicação importante

Um processo de manufatura produz 10.000 rebites de aço inoxidável durante um dia. Sabe-se que 8% dos rebites fabricados por esse processo não atendem às especificações de resistência mecânica. Uma amostra aleatória simples de 20 rebites será embalada para envio a uma cliente. Um engenheiro de qualidade deseja saber a probabilidade de a encomenda ter exatamente três rebites defeituosos.

A solução para o problema acima envolve a distribuição binomial muito usufruída em amostra de população finita. E porque é importante um engenheiro de qualidade nesse processo? Simples, além de acompanhar a qualidade do processo ele precisa realizar estudos com amostras como no caso acima.

Se a probabilidade do exemplo acima fosse alta o cliente em questão tenderia a não fechar o contrato, pois verificaria baixa qualidade do produto. Existem diversas aplicações no setor de produção como: tempo de vida de produtos, resistência de materiais, produção do processo descartado e lucro esperado.

Aplicações mais recentes relacionadas a probabilidade estão presentes na teoria das filas, a qual analisa congestionamentos decorrentes em fluxo normal e de esperas. Essa teoria está associada à economia e uma aplicação dela pode ser contextualizada quando pacientes esperam

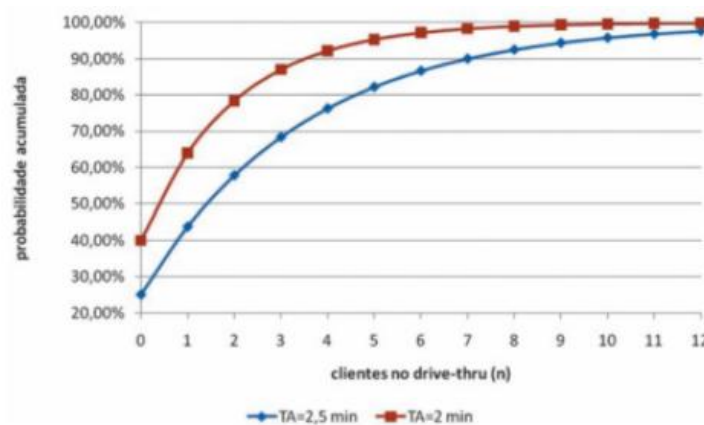
determinados médicos mesmo com atrasos, outra aplicação relaciona-se às pessoas que ficam muito tempo em filas de restaurantes.

Em Gontijo, Azevedo e Rodrigues (2016, p. 6)

Uma rede de *fast-food* 24 h definiu a seguinte estratégia de venda para seu serviço de *drive-thru*: “se você encontrar mais que três clientes no sistema (fila + atendimento) receberá uma sobremesa como cortesia”. O custo desta política é de R\$ 2,00 por cliente vitimado. Na condição atual, os clientes chegam aleatoriamente segundo um processo de Poisson a uma taxa de 18 por hora. O atendimento é realizado por um único empregado e segue uma distribuição exponencial com média 2,5 minutos. Contudo, o gerente estima que conseguirá por meio de melhorias no processo de montagem dos pedidos, reduzir o tempo médio de atendimento para 2,0 minutos. O gráfico abaixo apresenta as funções probabilidades acumuladas de haver n clientes no *drive-thru* (fila + atendimento) para dois tempos médios de atendimento (TA), em minutos

Figura 3:

Funções probabilidades acumuladas de nº de clientes no drive-thru.



Fonte: Gontijo, Azevedo e Rodrigues (2016.p. 6)

Pode-se perceber que a teoria da fila ganha destaques na determinação de número de caixas em supermercados, números de pistas em aeroportos, atendentes de telemarketing, ou mesmo no setor de outros serviços e todas estas envolvem estudos de projeção probabilísticas.

Sobre modelos de projeção em Devin (2008, p. 96) constata-se algumas projeções aplicadas:

- A teoria das probabilidades e a estatística matemática nos permitem prever o resultado de eleições muitas vezes com notável precisão.
- Nós usamos o cálculo infinitesimal para prever as condições climáticas de amanhã
- Os analistas de mercado se utilizam das teorias matemáticas para prever o comportamento de ações
- As companhias de seguros usam a estatística e a teoria das probabilidades para prever os riscos de ocorrer um acidente no decorrer do ano seguinte, e estabelecer prêmios condizentes com esses riscos.

Contudo existem diversas aplicações relacionadas a probabilidade como: teoria da informação, clima e ou/meteorologia, teoria do risco, mecânica quântica, análise de confiabilidade, reações químicas entre tantas outras aplicações.

Espera-se que com o decorrer do tempo, com muitas profissões surgindo, o uso da probabilidade possa ser, ainda mais, intensificado o qual necessitará de estudos e pesquisas associadas a projeções e tomadas de decisões.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desse trabalho além de mostrar características e definições relevantes de probabilidade, buscou identificar algumas utilizações mais impactantes de probabilidade e identificar alguns usos de probabilidade nesse contexto de pandemia de Covid-19.

Então observou-se aqui a história da probabilidade, que começou no fim do século XV e início do século XVI, com os jogos de azar e a vontade e curiosidade do homem em entender como funcionavam esses jogos. Civilizações antigas como os gregos já tinham noções que alguns números, quando se lançavam dois dados, tinham mais chance de aparecer, mas não tinham o conhecimento de probabilidade e nem buscaram estudar esses fenômenos.

Com o passar dos tempos surgiram matemáticos, e simpatizantes a matemática, que se propuseram a estudar e a desenhar os primeiros traços sobre os conceitos de probabilidade, muitos dos quais são usados até hoje.

Esta pesquisa abrangeu o uso da probabilidade em três áreas, nas quais são aplicadas a probabilidade: a primeira, foi na economia, com análise de investimentos e a teoria do risco na economia; a segunda, na saúde, fazendo uma ligação de genética e probabilidade, e, também, abordou-se, com explicações da matemática probabilística, o combate a doença Covid-19, por fim, a terceira, foi a probabilidade das ciências exatas, através de problemas matemáticos.

De uma maneira geral, a pesquisa obteve dados significativos, pois mostrou aspectos e aplicações relevantes de probabilidade. Trabalhos futuros são sugeridos, como, por exemplo, uma pesquisa de campo que obtenha dados qualitativos e/ou quantitativos para aprofundar o conhecimento sobre probabilidade e complementos de aplicações ou outras aplicações.

REFERÊNCIAS

- Batista, Henrique Gomes. (2020). *Isolamento social pode ter poupado 118 mil vidas em maio no Brasil, aponta estudo*. São Paulo: Globo.
- Barreto, Maurício Lima; Almeida Filho, Aomar de; Veras, Renato Peixoto; Barata, Rita Barradas (Orgs.) (1998). *Epidemiologia, serviços e tecnologias em saúde*. Rio de Janeiro: Fiocruz/Abrasco.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2018). *Incidência de Poliomielite e Cobertura Vacinal com a VOP em Campanhas, Brasil, 1968 - 2018*. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/abril/05/GR--FICO-P--LIO-2018.pdf>. Acesso em: 08 out 2021.
- Buss, P.M.; Temporão, J.G.; Carneiro, J.R. (Orgs.). (2005). *Vacinas, soros e imunização no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ.
- Devin, Keith. (2008). *O gene da matemática*. Tradução de Sérgio Moraes Rego. -4ªed-Rio de Janeiro: Record, 2008.
- Santo, Alexandre do Espírito. (1992). *Delineamentos de Metodologia Científica*. São Paulo: Editora Loyola.
- Eves, Howard. (2005). *Introdução a história da matemática*. Tradução Hygino H. Domingues. São Paulo: UNICAMP.
- Gomes, Rickardo Léo Ramos; Holanda Filho, Ivan de Oliveira; Costa, Ernandes Farias da. (2020). Sugestões Educacionais e Combate à Desinformação Durante o Período da Pandemia Covid-19. *International Journal of Latest Research in Humanities and Social Science (IJLRHSS)* Volume 03 - Issue 08.
- Gontijo, Tiago; Azevedo, Andressa; Rodrigues, Alexandre. (2016). *Enade Comentado*. Engenharia De Produção volume1. Belo Horizonte: Editora: Cia. Do Ebook.
- Hockman, G.; Arretche, M.; Marques, Eduardo. (Orgs.) (2007). *Políticas públicas no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007.
- Holanda Filho, Ivan de Oliveira; Cruz, Marcos Paulo Mesquita da; Gomes, Rickardo Léo Ramos. (2018). A importância das Equações matemáticas no ensino de Matemática. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Universidad de Málaga. ISSN: 1989-4155.
- Lorenzato, Sérgio; Vila, Maria do Carmo. (1993). Século XXI: qual Matemática é recomendável? *Revista Zetetiké*, ano 1, n. 1. ISSN 2176-1744.
- Kobori, José. (2019). *Análise Fundamentalista como Obter uma Performance Superior e Consistente*

- no Mercado de Ações*. Rio de Janeiro: Alta Book Editora.
- Mazur, Joseph. (2016). *Acaso: como a matemática explica as coincidências da vida*. Rio de Janeiro: Casa da Palavra.
- Mlodinow, Leonad. (2009). *O andar do bêbado*. Como o acaso determina nossas vidas. Tradução: Diego Alfaro. Rio de Janeiro: Zahar.
- Navidi, William. (2012). *Probabilidade e Estatística para Ciências Exatas*. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda.
- Regateiro, Fernando. (2007). *Manual de Genética Médica*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Roden, Robinson. (2016). *Genética para Leigos*. Rio de Janeiro: Alta Books Editora.
- Rufino, Marcelo; Rodrigues, Márcio. (2010). *Coleção elementos da Matemática, Vol. 3*. 3ª ed. Fortaleza: Editora Vestseller.
- Soares, José. (2019). *Economia Monetária e Financeira*. Coimbra: Imprensa Universidade de Coimbra.
- Souza, Joamir Roberto de. (2016). *Contato Matemática, 2º ano*. 1ª ed. São Paulo: FTD.
- Souza, Lídia Ramos Aleixo de; Santos, Juçara Maria Montenegro Simonsen; Freitas, Cesar Bento de. (2018). *Reflexão sobre a dinâmica do “mundo VUCA” e seu impacto na educação profissional a distância*. São Paulo: 24º CIAED Congresso Internacional ABED de Educação a Distância. DOI: 10.17143/ciaed/XXIVCIAED.2018.5036.
- Spence, David; Barnett, Henry. (2013). *Acidente Vascular Cerebral. Prevenção, Tratamento e Reabilitação*. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda.
- Starlles, Wender (2020). *Entenda o risco de uma nova pandemia*. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/atualidades/entenda-o-risco-de-uma-nova-pandemia/>. Acesso em: out. de 2021.
- Stewart, Ian. (2012). *17 Equações que mudaram o Mundo*. São Paulo: Zahar.
- Toledo, G.L.; Ovalle I.I. (1985). *Estatística Básica*. 2ª ed. São Paulo: Atlas.