



Problemas propostos pelo Instituto Clay de Matemática na formação de professores nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação

Ana Maria dos Santos Barros¹(Prof^a. EM, Doutoranda em Educação UNINI/FUNIBER).

anamsbarros2014@gmail.com

Palavras-Chave: Problemas, Matemática, formação.

Introdução

O Instituto Clay de Matemática (*Clay Mathematics Institute*), com sede em Cambridge, fez a proposta para a resolução de pelo menos um problema matemático em 2000 (OBSERVADOR, 2018)⁵. O matemático Viana⁹ (2018) do IMPA (Instituto de Matemática Pura e Aplicada), contribuiu para o esclarecimento no processo de resolução e aplicações. Em 1998, o empresário americano London T. Clay (1926 – 2017), criou o Instituto Clay de Matemática. Em 2003, um dos Problemas do Milênio foi resolvido, o qual é a Conjectura de Poincaré, uma afirmação sobre a esfera tridimensional, formulada pelo francês Henri Poincaré (1854 – 1912), ela foi provada pelo russo Grigori Perelman, o qual recusou o dinheiro e a medalha Fields.

A Conjectura de Hodge, proposta pelo escocês William Hodge (1903 – 1975) no Congresso Internacional de Matemáticos em 1950, que diz respeito às soluções de sistemas de equações algébricas. Segundo o Portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020), os problemas são apresentados da seguinte forma:

- 1^o) A existência de Yang-Mills e o Intervalo de Massa.
- 2^o) A Hipótese de Riemann.
- 3^o) O problema “P versus NP”.
- 4^o) A equação de Navier-Stokes.
- 5^o) A Conjectura de Hodge.
- 6^o) A Conjectura de Poincaré.
- 7^o) A Conjectura de Birch & Swinnerton-Dyer

Objetivo: relacionar com o Ensino de Ciências e Matemática. Relevância científica: contribuirá para a formação de professores e cientistas, além do esclarecimento dos enigmas das diversas Ciências.

Material e Métodos

Os Materiais investigados foram: Palestras, artigos, livros e o Método Aplicado foi o Axiomático. Existe a necessidade de investigar os INDEXADORES para a validade científica. Severino⁸ (2016) afirma que são plataformas com Banco de Dados de revistas científicas. Destacam-se: o Portal de Periódicos da Capes, *Edubase*, *Doaj*, *Latindex*, *Red AlyC*, *SciELO*, *Science Direct*, dentre outros que contribuirão no aprimoramento da redação de textos e hipertextos. De acordo com Severino⁸ (2016, p. 234), “a tese de doutorado é considerada o tipo mais representativo do trabalho científico [...]”.

Resultados e Discussão

Os problemas foram organizados em ordem cronológica: **A equação de Navier-Stokes** – 4^o Problema – discute-se em 1852. Segundo o Portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020). Como demonstrar as equações deixadas por

Claude-Louis Navier e George Gabriel Stokes, o qual tentaram explicar a dinâmica dos fluidos. A finalidade para o processo de resolução da equação: explicar o escoamento e a dinâmica dos fluidos.

A Hipótese de Riemann – 2^o Problema – discute-se em 1859 a Teoria dos Números. O Portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020), informa que o teorema do número primo determina a distribuição média dos números primos. A Hipótese de Riemann nos fala sobre o desvio da média. Formulado no artigo de Riemann, afirma que todos os zeros ‘não óbvios’ da função zeta são números complexos

com a parte real $\frac{1}{2}$. A conjectura matemática declara que os zeros não-triviais da função zeta de Riemann pertencem todos à “linha crítica” visa descobrir todos os números primos existentes. Alguns números têm a propriedade especial de que não podem ser expressos como o produto de dois números menores, por exemplo: 2, 3, 5, 7, etc. Esses números são chamados de números primos e desempenham um papel importante na Matemática.

A Conjetura de Poincaré – 6^o Problema, discute-se em 1895, a qual é o resultado sobre a esfera tridimensional. De acordo com o Portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020) informa que em 1904, Poincaré perguntou se a esfera tridimensional é caracterizada como a única variedade múltipla, simplesmente conectada. Viana⁹ (2018) ressalta a Geometria para entender o Universo, desde os conceitos fundamentais, classificação de variedades e as ideias da demonstração da Conjectura de Poincaré. O estudo de Variedades é indispensável desde as principais definições. Uma variedade é um espaço que pode ser descrito localmente através de coordenadas. O número de coordenadas que são necessárias é chamado de dimensão da variedade. Qual é a dimensão do Universo? Exemplo de dimensão 1 = a reta (curva aberta) e o círculo (curva fechada). Há duas sequências fundamentais de superfícies fechadas: Superfícies orientáveis. A S^2 – esfera, o T^2 – toro, B^2 – Bitoro e assim sucessivamente. Superfícies fechadas: P^2 – Espaço Projetivo, K^2 – Garrafa de Clay, são Superfícies não orientáveis. Destaca-se o Teorema de classificação das superfícies – Toda superfície fechada é equivalente a uma destas. O Universo é simplesmente conexo? O que é um buraco negro?

A Teoria da Relatividade e a área de Sistemas Dinâmicos também foram objetos de estudos de Poincaré. Conjectura – Para qualquer $d > 2$, toda variedade fechada que tem o tipo de homotopia da esfera S^d é equivalente à esfera S^d . Michael Freedman fez a demonstração de variedades de dimensão quatro, em 1842 também provou a Conjectura de Poincaré. Em 1960, Smale contribuiu com o avanço da Topologia, provou a Conjectura de Poincaré em dimensão maior ou igual a 5. Hamilton

ressalta a estratégia para a dimensão 2: a deformação converge para uma superfície com curvatura constante, ou seja, para a esfera S^2 . O Fluxo de Ricci é uma versão não linear da Equação do Calor: ele provoca “difusão” da curvatura na variedade. A constante cosmológica merece a continuidade desta pesquisa assim como o fluxo de Ricci com cirurgia e a Conjectura da Geometrização, etc. Em uma palestra realizada pelo professor Fernando Codá Marques do IMPA, discute-se os “Fluxos Geométricos e a Conjectura de Poincaré”. Para dimensões maiores que 5 - Smale (década de 60) dimensão = 4 décadas de 80. Rodrigues (1977) ressaltava nos estudos de Geometria Diferencial tem-se a definição de curvatura e suas representações geométricas. Do Carmo² (1971) por intermédio dos Elementos de Geometria Diferencial, apresenta definições e demonstrações de Curvas, Superfícies Regulares, a Geometria da Aplicação Normal de Gauss, Geometria Intrínseca das Superfícies, etc. Rodrigues⁶ (1977) ressaltava a definição de uma **curva plana**, definida num intervalo da reta que toma valores vetoriais no plano \mathbb{R}^2 . Demais definições encontram-se em Do Carmo (1971). A parametrização da esfera sem dúvida é essencial. Rodrigues⁶ (1977) apresenta a **Área da esfera**; coordenadas esféricas. Parametrizar a esfera de raio r usando dois ângulos θ e φ , que darão a latitude e a longitude de um ponto da esfera, propõe-se sua aplicação para as funções coordenadas diferenciáveis de classe C^∞ . A função é bijetora e que só deixa de cobrir um semicírculo da esfera. Santos⁷ (2017) apresenta alguns conceitos essenciais de Topologia, desde os Espaços métricos, topológicos e Espaços de funções. Na Análise Funcional a compacidade representa uma forte ruptura entre as dimensões finita e infinita. (BOTELHO¹, 2015).

A Conjectura de Hodge – 5º Problema. Foi proposta pelo escocês Willian Hodge (1903 – 1975) no Congresso Internacional de Matemáticos de 1950. Investigar as soluções de sistemas de equações algébricas. Conforme as informações do Portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020). A conjectura determina quanto da topologia do conjunto de soluções de um sistema de equações algébricas pode ser definida em termos de outras equações algébricas. Ela é conhecida em certos casos especiais, por exemplo: quando o conjunto de soluções tem uma dimensão menor que quatro.

A existência de Yang-Mills e o Intervalo de Massa – 1º Problema - Investigar a definição das equações de Yang-Mills. Aplicações por meio da E. D. O. O conjunto de equações parciais diferenciais não lineares para um campo de Yang-Mills, dado por uma conexão. O Campo de Higgs é uma seção de fibrado vectorial. O intervalo de massa é a diferença entre Energia do Vácuo e próximo menor estado de energia possível. Segundo o portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020). “Experimentos e simulações em computador sugerem a existência de uma “lacuna de massa” na solução para as versões quânticas das equações de Yang-Mills, [...]”

O problema “P versus NP” – 3º Problema é aplicado na Ciência da Computação. Discute-se em 1960, segundo o portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020). Se é fácil verificar se a solução de um problema está correta, também é fácil resolvê-lo? Essa é a essência da questão P vs NP. O problema típico do PN é o do problema do caminho hamiltoniano.

A Conjectura de Birch & Swinnerton-Dyer. 7º Problema, também discute-se em 1960. O que é uma Conjectura? Poderá ser demonstrado com a utilidade das Equações racionais. Segundo o Portal *Clay Mathematics Institute*³ (2020). A conjectura estabelece uma condição para que uma curva algébrica plana, definida sobre os racionais, tenha infinitos pontos racionais. Para Lima⁴ (1992, p. 126). “O conjunto dos números reais é o espaço topológico mais frequentemente utilizado e por isso o

mais importante”. Topologia da reta, Análise e Geometria, esclarecerão nas interpretações geométricas.

Conclusões

O 4º Problema - Em 1852, destaca-se a **Equação de Navier-Stokes** é a equação que governa o fluxo de fluidos, como água e ar. Será que existem soluções e são únicas?

No 2º Problema - **Riemann** (1826 – 1866) observou que a frequência dos números primos está intimamente relacionada ao comportamento de uma função elaborada. Chamada de *função Riemann Zeta*.

No 6º Problema – Em 1895, discute-se **A Conjectura de Poincaré**. Se a variedade inicial é simplesmente conexa, então a deformação deveria convergir para a esfera S^3 A análise na esfera de dimensão 3 ficou conhecida como conjectura de Poincaré.

O 5º Problema surge em 1950 - **A Conjectura de Hodge** A Conjectura é um problema de geometria algébrica que poderá ser esclarecido com as topologias de variedade algébrica complexa não singular juntamente com as subvariedades dessa variedade. O objetivo é entender as formas algébricas mais complexas.

A existência de Yang-Mills e o Intervalo de Massa – 1º Problema. Em 1954, discute-se a Teoria de Yang- Mills na Eletrodinâmica Quântica. A teoria foi proposta por Yang e Mills para tentar correlacionar as Ciências: Física Quântica e Matemática. Objetivo: sustentar as descobertas quânticas de Yang por meio da Matemática contemporânea.

O 3º Problema, discute-se em 1960 - **“P versus NP”** – é aplicado na Ciência da Computação. O problema típico do PN é o do problema do caminho hamiltoniano: dadas as N cidades a serem visitadas, como fazer isso sem visitar uma cidade duas vezes?

O 7º Problema, discute-se também em 1960 - **A Conjectura de Birch & Swinnerton-Dyer**. Propõe-se demonstrar as Equações racionais. $f(x,y) = 0$, com a inclusão do conjunto dos números racionais. A conjectura estabelece uma condição para que uma curva algébrica plana, definida sobre os racionais, tenha infinitos pontos racionais.

Agradecimentos

Agradeço a UFAM pela oportunidade de apresentação da pesquisa e ao IMPA por disponibilizar palestras de pesquisadores. Além da FUNIBER/UNINI e SEDUC/AM.

REFERÊNCIAS

- BOTELHO, G. *Fundamentos de Análise Funcional*. Rio de Janeiro: SBM, 2015.
- CARMO, M. P. DO. *Elementos de Geometria Diferencial*. Rio de Janeiro. Editora Universidade de Brasília. IMPA – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. 1971.
- CLAY MATHEMATICS INSTITUTE. Disponível em <http://www.claymath.org> Acesso em 12 jun. 2020.
- LIMA, Elon Lages. *Curso de Análise*. Rio de Janeiro, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, CNPq, 1992.
- OBSERVADOR. *Os sete problemas de matemática que valem um milhão de dólares*. Disponível em <http://www.observador.pt> Acesso em 05 maio 2020.
- RODRIGUES, L. *Introdução à Geometria Diferencial*. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1977.
- SANTOS, J. C. *Introdução à Topologia*. Departamento de Matemática. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 2017.
- SEVERINO, A. J. (1941). *Metodologia do trabalho científico*. 24. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2016.
- VIANA, M. *Problemas do Milênio*: russo que recusou a medalha Fields e US\$ 1 milhão. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br> Acesso em 09 jun. 2020.