

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Ronaldo Alberto Lima dos Santos

**NEWTON VERSUS LEIBNIZ: UMA LUZ SOBRE A CONTROVÉRSIA
INTELECTUAL NA DESCOBERTA DO CÁLCULO**

Sorocaba

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Pró-Reitoria de Extensão

Ronaldo Alberto Lima dos Santos

**NEWTON VERSUS LEIBNIZ: UMA LUZ SOBRE A CONTROVÉRSIA
INTELECTUAL NA DESCOBERTA DO CÁLCULO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientação: Prof. Dra. Silvia Maria Simões de Carvalho

Sorocaba

2023

Alberto Lima dos Santos, Ronaldo

Newton versus Leibniz: uma luz sobre a controvérsia
intelectual na descoberta do Cálculo / Ronaldo Alberto
Lima dos Santos - 2023.
50f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Sílvia Maria Simões de Carvalho
Banca Examinadora: Mayk Vieira Coelho, Paulo Cesar de
Oliveira
Bibliografia

1. Newton. 2. Leibniz. 3. História da Matemática. I.
Alberto Lima dos Santos, Ronaldo. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Ronaldo Alberto Lima dos Santos, realizada em 18/08/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Sílvia Maria Simões de Carvalho (UFSCar)

Prof. Dr. Mayk Vieira Coelho (UNIFAL)

Prof. Dr. Paulo Cesar Oliveira (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas.

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação ao meu pai, Roque Alberto dos Santos (in memoriam), à minha mãe, Marlene de Lima Santos e à minha irmã, Thaís Maria Lima dos Santos. Muito obrigado por existirem e pelo apoio.

AGRADECIMENTO

Agradeço inicialmente a Deus, pelo dom da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Roque Alberto dos Santos e Marlene de Lima Santos, por me incentivarem na busca pelo conhecimento, apoiando minhas decisões e me orientando durante o percurso da minha vida. Gratidão pelas renúncias que fizeram para que seus filhos pudessem ter boa educação e bons exemplos. Muito obrigado pelo amor sempre demonstrado em suas vidas.

Agradeço minha irmã, Thaís Maria Lima dos Santos, por sempre me apoiar em meus estudos.

Agradeço à Ana Mellissa Cervelin pela paciência e incentivo em meus estudos.

Agradeço à Diretoria de Ensino da Região São Roque, na pessoa da dirigente regional Luciane e Diretora do Núcleo Pedagógico Ana Lúcia pela compreensão dos horários e apoio nos meus estudos.

Agradeço à minha orientadora Prof^ª Dr^ª Silvia Maria Simões de Carvalho, pelo acolhimento, pela paciência que teve comigo, pelo apoio e, principalmente, pelo conhecimento que compartilhou comigo durante nossas reuniões de orientação. Obrigado pela amizade e me desculpe pelas falhas que cometi durante o processo.

Agradeço ao Prof. Dr. Paulo Cesar Oliveira pelo apoio, paciência e orientações realizadas durante o Mestrado.

Agradeço a todos os meus colegas de turma do PPGECE e PROFMAT pela amizade e partilha durante o curso.

Agradeço aos professores Silvia, Paulo, Venezuela, Ana Mereu, Sadao, Rogério e Graciele por ampliarem meu conhecimento sobre Matemática.

EPÍGRAFE

A parte que ignoramos é muito maior que tudo quanto sabemos.

Platão, filósofo grego.

RESUMO

SANTOS, Ronaldo Alberto Lima dos Santos. Newton versus Leibniz: uma luz sobre a controvérsia intelectual na descoberta do cálculo. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, *campus Sorocaba*, Sorocaba, 2023.

A presente dissertação possui como finalidade realizar uma pesquisa bibliográfica a respeito da vida e obras de dois maiores cientistas matemáticos do século XVII, Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz. Embora o repertório intelectual seja amplo para estes matemáticos, a pesquisa traz à tona os aspectos de suas obras e as consequências históricas desses trabalhos. Foi possível verificar que a existência de tão grande vulto de conhecimento desses cientistas permitiu que Newton e Leibniz entrassem em rota de colisão pela prioridade na descoberta do Cálculo, aproximando apoiadores e gerando desafetos, produzindo um certo nacionalismo nesta disputa e trazendo consequências para a Matemática, por exemplo uma forte estagnação no avanço na produção de conhecimento. Na controversa busca para determinar o primeiro que desenvolveu o Cálculo Diferencial e Integral são apresentadas as versões que surgiram na época e que perduram até os dias atuais. Não cabe a essa dissertação determinar quem inicialmente descobriu o Cálculo, mas apontar os fatos históricos que contribuem para a descoberta de Newton ou Leibniz e a sua importância para a Matemática. Sobre este fato, nota-se que cada um deles chegou ao desenvolvimento de suas ideias de forma diferente, sendo ambos importantes para que o Cálculo resolva problemas dos mais variados temas.

Palavras-chave: Isaac Newton. Gottfried Wilhelm Leibniz. Descoberta do Cálculo.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to conduct a bibliographical research on the life and works of two of the greatest mathematical scientists of the 17th century, Isaac Newton and Gottfried Wilhelm Leibniz. Although the mathematicians had a vast intellectual repertoire, the research focuses on the aspects of their works and the historical consequences of their contributions. It was possible to observe that the vast amount of knowledge possessed by these scientists led Newton and Leibniz to clash over the priority of the Discovery of Calculus, garnering supporters and creating adversaries. This dispute resulted in a certain nationalism and had repercussions for Mathematics, such as a significant stagnation in the advancement of knowledge production. This dissertation presents the controversial Search to determine who initially developed Differential and Integral Calculus, showcasing the versions that emerged at the time and continue to be debated to this day. However, it is not the aim of this dissertation to determine the first discoverer of Calculus; instead, it seeks to highlight the historical facts that contribute to Newton's or Leibniz's discoveries and their significance for Mathematics. It becomes evident that each of them arrived at the development of their ideas differently, and both were instrumental in enabling Calculus to solve problems across various fields.

Keywords: Isaac Newton. Gottfried Wilhelm Leibniz. Discovery of Calculus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Documento de promulgação do calendário gregoriano.....	16
Figura 2 – Isaac Newton.....	17
Figura 3 – Trecho de <i>Dictionnaire des Sciences Mathématiques Pures et Appliquées</i>	19
Figura 4 – Provável macieira do episódio da maçã de Newton.....	22
Figura 5 – Livro paradidático “ <i>Isaac Newton e sua maçã</i> ”.....	23
Figura 6 – Livro didático “ <i>Física para o Ensino Médio</i> ”.....	24
Figura 7 – Tipos de trajetória do canhão.....	25
Figura 8 – Capa do Método das Fluxões em 1671.....	27
Figura 9: 1ª Lei de Newton.....	28
Figura 10: 2ª Lei de Newton.....	29
Figura 11: 3ª Lei de Newton.....	29
Figura 12: Capa do Principia.....	31
Figura 13: Leibniz.....	33

Figura 14: Cópia do artigo de Leibniz, publicado em 1684.....	35
Figura 15: Representação das diferenciais dx e dy	36
Figura 16: Representação da integral como soma de infinitos retângulos ydx	36
Figura 17: Trecho do manuscrito de 15/03/1679.....	37
Figura 18 – Transcrição moderna da Carta Posteriori.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 ISAAC NEWTON.....	15
2.1 PRIMEIROS PASSOS.....	16
2.2 ANOS DE OURO.....	18
2.3 EPISÓDIO DA MAÇÃ.....	20
2.4 OBRAS DE NEWTON.....	26
2.4.1 PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.....	30
3 GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ.....	33
4 NEWTON VERSUS LEIBNIZ.....	39
4.1 CONSEQUÊNCIAS DOS TRABALHOS DE NEWTON E LEIBNIZ.....	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho trata do resultado de uma busca analítica a respeito das obras e descobertas de Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz com o objetivo de relacionar suas obras, evidenciando pontos comuns e fundamentais entre elas. Para atingir tal propósito, a busca intensa por informações que destaquem suas biografias é o principal esforço científico desta pesquisa, sejam do tipo primária ou secundária, caracterizando-a como uma pesquisa bibliográfica, consequência de uma leitura cuidadosa e constante de artigos científicos, de livros biográficos destes cientistas, além de livros didáticos e paradidáticos da educação básica e/ou livros universitários que relacionem a história ao presente.

A História da Matemática foi algo de uma busca mais atenta, cuidando do que se diz que eles fizeram, a fim de não incorrer em subjetividade durante o levantamento bibliográfico, assim, a opção tomada durante a pesquisa pelo relato de artigos científicos teve a intenção de ter nestes relatos, a maior fidelidade possível, confirmando a relevância dos feitos e descobertas de Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz.

Este trabalho acompanhou a trajetória, desde a infância até a chegada das Ciências nas vidas desses geniais cientistas, assim, não poderia ser diferente que o processo desse levantamento bibliográfico, revisão da literatura, busca ou recuperação da informação fosse a tônica desta pesquisa visando atingir as metas imediatas a curto prazo.

Esta árdua disputa, protagonizada há mais de 300 anos, embora tenha exposto a personalidade e os pensamentos de cada um desses geniais cientistas, trouxe para a humanidade conhecimentos de importância máxima para o mundo acadêmico, como são mostrados no desenvolvimento deste trabalho.

Por meio da literatura científica obtida na pesquisa bibliográfica, foi buscado traçar uma relação entre os resultados obtidos por ambos e as implicações em suas descobertas, fossem comuns ou não, mas priorizando-se por meio da objetividade do autor da pesquisa a imparcialidade, porém com análise científica de sua contribuição ao Cálculo e, deixando a liberdade do leitor, diante dos fatos, julgar qual deles foi o descobridor do Cálculo ou, se mesmo ambos, tiveram contribuições distintas e fundamentais.

No capítulo dois é realizada uma síntese da vida de Isaac Newton, principalmente naquilo que tange sobre a sua escolha pela Matemática, embora esta não fosse sua escolha inicial. Em continuidade, temos o início de sua vida acadêmica, incluindo os seus anos milagrosos (WESTFALL, 1995, p. 40-46), assim como o episódio da maçã, que para alguns historiadores trata-se de uma história fantasiosa. Cabe aqui destacar que os anos milagrosos

foram aqueles em que houve a maior produção científica em tão pouco tempo, devido à relevância de sua descoberta não somente para a Matemática como para a Física. Ainda neste capítulo, a sua maior obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, conhecida como Principia, mereceu um subcapítulo devido a sua importância para o objetivo central dessa dissertação.

O capítulo três traz um compêndio a respeito da vida de Leibniz e suas realizações mais importantes na Matemática, recordando que esta ciência não era, inicialmente, a sua principal atividade, mas o direito, a diplomacia e teologia, entre outros ramos.

O capítulo quatro desenvolve como tema o imbróglio existente entre Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz a respeito da descoberta do Cálculo, pois ambos requisitavam para si a primazia no desenvolvimento desta área da Matemática. Para uma melhor compreensão dos fatos há uma análise mais detalhada sobre as correspondências que existiram entre eles e a atenção para alguns matemáticos que apoiaram Isaac Newton ou Leibniz e as implicações destes fatos para a Ciência.

O presente trabalho, após consistente investigação, chegou à conclusão que Isaac Newton e Gottfried W. Leibniz, descobriram o Cálculo infinitesimal, alvo da disputa, de forma independente, sendo suas descobertas, feitos tão importantes para as Ciências, Física e a Matemática, que permanecem estudados e referenciados até os dias atuais, como ferramenta científica dos currículos das Engenharias, ensinados como Derivada e Integral.

2 ISAAC NEWTON

Sir Isaac Newton foi um cientista de grande relevância para a época em que viveu e suas obras e feitos têm reflexos até os dias atuais, seja no mundo acadêmico assim como na sociedade do país onde viveu, tornando-se inclusive diretor da Casa da Moeda da Inglaterra e cavaleiro da coroa britânica (e por este motivo o título “Sir” no início do texto). A Ciência possui um capítulo acerca de toda a discussão sobre os encadeamentos a respeito de sua bibliografia.

Suas realizações nos campos da Física e da Matemática foram de tal maneira importantes que não há exagero em creditar-se a ele a criação do arcabouço físico-matemático dentro do qual começou a ser construída a civilização tecnológico-industrial em que vivemos hoje (Garbi, 2008, p.203).

O trabalho desenvolvido por Newton chamou a atenção deste autor para que seja trazido à tona alguns aspectos importantes da vida de tão notável cientista.

Foi reconhecido como um dos maiores gênios de sua época, tendo sua obra admirada até pelos que com ele rivalizaram, tido como uma pessoa ilustre e notável pelo povo, assim como a sociedade da época, tornando-se um dos símbolos de até onde a capacidade humana pode compreender o mundo pela razão e descobrir algumas das leis que regem a Natureza.

Newton regia sua atividade acadêmica por meio do empirismo (Cohen, 1967), valorizando assim o conhecimento por meio da prática, norteando o desenvolvimento do seu pensamento científico na filosofia aristotélica, um dos pilares sobre os quais ele se apoiou todo o seu trabalho durante a sua vida.

Dedicou-se a toda sorte de temas de cunho científico quanto aos estudos sobre a luz, inventou o telescópio de reflexão, desenvolveu o teorema do binômio e propriedades das séries infinitas, publicou os fundamentos dos cálculos das variações, leis do movimento e, em uma fase mais obscura de sua vida, aprofundou-se em demasia à alquimia e estudos bíblicos, especialmente no tocante a decifrar suas passagens e tentar apontar o seu rigor matemático datadas como a volta do Senhor à Terra e o Apocalipse (Lucht, 2018).

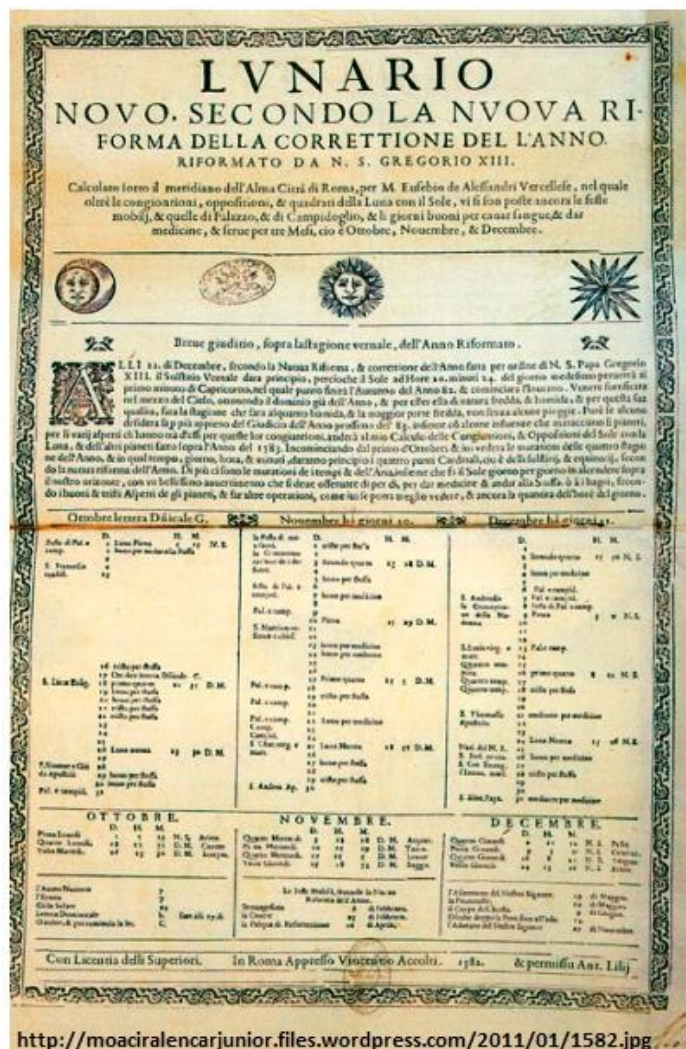
Nota-se a preocupação de Isaac Newton em determinar leis ou princípios da Natureza por meio da Ciência, valendo-se muito sabiamente da Matemática e toda ferramenta já desenvolvida até o momento.

Segue adiante alguns pontos importantes sobre a vida de Isaac Newton que não devem ser ignorados quando se destaca a importância de sua bibliografia.

2.1. PRIMEIROS PASSOS

O nascimento de Isaac Newton ocorreu em Woolsthorpe, na Inglaterra, na data de 4 de janeiro de 1643, mas tal data gera algumas discussões, pois pertence ao calendário gregoriano (que ainda não havia sido aceito na Inglaterra). No entanto, este dia era, pelo antigo calendário juliano que vigorava naqueles tempos ainda na Inglaterra, 25 de dezembro do ano de 1642. A fim de evitar controvérsias, as duas datas estão corretas, a depender do calendário que tenha por referência. Segue abaixo a imagem do documento de promulgação do novo calendário pelo Papa Gregório XIII.

Figura 1 – Documento de promulgação do calendário gregoriano

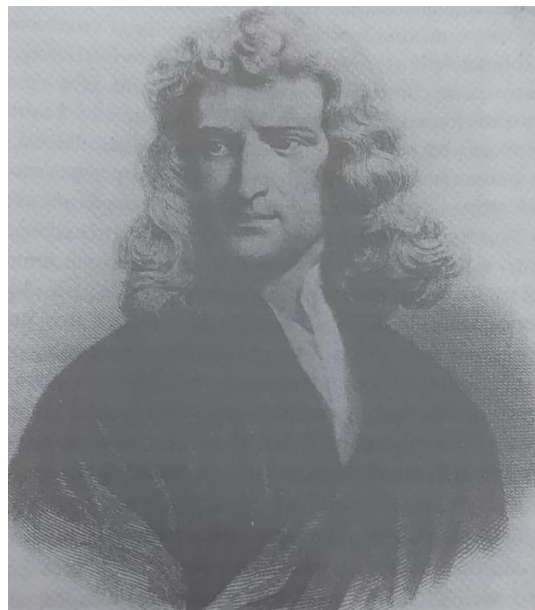


Fonte: ASV, A.A., Arm. I-XVIII, 5506, f. 362r (arquivo secreto do Vaticano)

Como recém-nascido, não suscitava esperanças de expectativa de vida longa, porém contrariando essa ideia de sua saúde frágil, sobreviveu e, teve uma longa existência de 84 anos

de contribuição inestimável à Ciência, sendo considerado por muitas pessoas como um dos mais importantes estudiosos principalmente no ramo da Física e Matemática do seu tempo e na História. Seu pai morreu antes que nascesse e sua mãe casou-se novamente. Para viver com o novo marido, deixou o filho aos cuidados da avó, em Woolstrhorpe e um tio que havia se formado em Cambridge. Segundo sua bibliografia, este era a parte da família mais voltada ao conhecimento, já que todos os demais eram voltados ao trato agrícola e administração da fazenda da família.

Figura 2 – Isaac Newton



Fonte: GARBI (2010, p.215)

As primeiras impressões a respeito de sua genialidade não vieram de sua aplicação em Matemática, mas de sua notável habilidade de construir brinquedos de natureza mecânica, como relógios de sol, relógios movidos a água e, inclusive, um moinho de trigo movido por um rato preso a uma haste (Eves 1997, p. 436).

O tio, notando que o menino tinha talento para desenvolver o conhecimento matriculou-o no Trinity College, de Cambridge, em 1661. Seu interesse inicial era Química, mas o destino reservou-lhe outro futuro. Em suas mãos caiu um livro de astronomia e, então, sua atenção voltou-se para a Matemática, conforme relato de seu amigo Abraham DeMoivre, matemático francês que viveu grande parte de sua vida na Inglaterra e possuía convívio próximo a Newton: *“Tendo ido com amigos, em um domingo de 1663, visitar a feira de Sturbridge, ali interessou-se por um livro de Astrologia e comprou-o. Incapaz de compreender seu conteúdo, que*

dependia de noções de Trigonometria, adquiriu um livro sobre esta matéria...”(Garbi 2008, p.221). Seu interesse fez com que iniciasse estudos com um exemplar dos *Elementos* de Euclides e, depois *La géometrie* de Descartes, a *Clavis* de Oughtred, trabalhos de Kepler, Bacon, e Viète e a *Arithmetica infinitorum* de Wallis. Também conheceu obras de Galileu, Fermat, Huygens, entre outros. Neste período, consolidava conhecimentos em Matemática e pelos fenômenos celestes. Em meados de 1664, Newton havia atingido um considerável nível de conhecimento que o permitia fazer suas próprias contribuições.

Escreveu em seu livro de notas nesta época: “*Platão e Aristóteles são meus amigos, mas meu melhor amigo é a verdade*” (Rosa 2010, p.59).

Neste momento da vida de Newton, vivia em Cambridge o professor Isaac Barrow, estudioso a respeito de Ótica e que em suas pesquisas utilizava os conhecimentos adquiridos quando publicou um livro baseado em Os Elementos, de Euclides. Consta-se em alguns registros da Trinity College que Newton assistiu algumas das preleções de Barrow. A início, Barrow julgou Newton com poucos conhecimentos em Geometria Elementar, porém nesta fase de sua vida, Newton já dominava Geometria, de Descartes, reconhecidamente notável para os estudantes da época pela dificuldade que muitas pessoas tinham de compreender esta obra (Garbin 2010, p.218).

E, assim, Newton acumulava conhecimentos para um dos momentos mais ricos da Ciência, no qual houve um dos maiores avanços e descobertas em tão pouco tempo na história da Ciência.

Suas realizações nos campos da Física e da Matemática foram de tal maneira importantes que não há exagero na observação de que grande parte dos livros dedicam um capítulo especial a Newton devido ao seu empenho durante os Anos Maravilhosos desenvolvendo temas tão importantes, alvos de grande parte dos cientistas deste período. (Lintz, 2007, p.232)

2.2. ANOS DE OURO

O biênio 1665 – 1666 foi marcado por uma violenta peste bubônica, forçando muitas pessoas a se isolarem para não se contaminarem. Nesta fase de sua vida, com Newton de volta para casa, espantosamente ocorreu o período mais produtivo de sua vida e da ciência em geral, devido ao seu engajamento científico. As primeiras descobertas realizadas foram por volta do início do ano de 1665. Como seu objetivo inicial não focava na Matemática, mas na Filosofia, desenvolveu em decorrência deste fato uma forma rigorosa de conduzir o raciocínio.

Torna-se importante destacar que neste período, grande parte dos matemáticos europeus estavam focados na pesquisa de três temas em desenvolvimento: o traçado analítico de tangentes, a quadratura (áreas) de curvas e as séries infinitas. John Wallis já havia escrito sobre tais temas, mediante a continuidade dos trabalhos de Fermat e Descartes. Isaac Barrow, matemático que lecionava na Trinity College, tinha um trabalho sólido a respeito dos dois primeiros temas e identificou a correlação entre eles. Fermat, Wallis e Cavalieri já haviam determinado que a área sob a curva $y = x^n$ é dada por $\frac{1}{(n+1)x^{n+1}}$, mas não obtiveram a sistematização das áreas. Isaac Newton interessou-se e desenvolveu esses 3 temas, inicialmente sistematizando como exprimir as potências racionais de binômios por meio das séries infinitas. É importante destacar que o que se chama de “*Binômio de Newton*” não era o objeto de estudo de Newton.

Ao fim de 1665, ao pesquisar sobre o primeiro tema descrito acima (traçado analítico das tangentes), desenvolveu o seu “*Método das Fluxões*”, o qual chamamos atualmente de Cálculo Diferencial e o “*fluxão*” é aquilo que denominamos hoje de derivada. O grande trabalho realizado por Newton nesta área foi sistematizar em um caso geral aquilo que era desenvolvido em vários casos particulares. Neste campo de estudo é importante destacar que a notação utilizada por ele não é a mesma que é muito comum atualmente, quando usamos dx e dy . Newton utilizava a notação \dot{d} (Cajori 1993, p.199).

Figura 3 : Trecho de Dictionnaire des Sciences Mathématiques Pures et Appliquées

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_1 &= \frac{dF \dot{x}}{d\phi \dot{x}} \\ \dot{\lambda}_1 &= \frac{1}{d\phi \dot{x}} \cdot d \left[\frac{dF \dot{x}}{d\phi \dot{x}} \right] \\ \dot{\lambda}_1 &= \frac{1}{d\phi \dot{x}} \cdot d \left[\frac{1}{d\phi \dot{x}} \cdot d \left[\frac{dF \dot{x}}{d\phi \dot{x}} \right] \right] \\ \dot{\lambda}_1 &= \frac{1}{d\phi \dot{x}} \cdot d \left[\frac{1}{d\phi \dot{x}} \cdot d \left[\frac{1}{d\phi \dot{x}} \cdot d \left[\frac{dF \dot{x}}{d\phi \dot{x}} \right] \right] \right] \\ &\quad \text{etc.} \quad \text{etc.} \end{aligned}$$

Fonte: Montferrier, 1835

Isaac Newton realizou diversas pesquisas científicas e desenvolveu várias ideias em Matemática, assim como em Física, sendo alguns dos mais notórios nesta segunda:

- A lei da gravitação;
- A natureza das cores.

Em 20 de março de 1666 retornou a Cambridge pensando que a peste havia terminado, mas logo teve que retornar à fazenda, pois ainda era arriscado permanecer na Universidade, afinal muitos ainda estavam morrendo devido à pandemia. Neste momento que desenvolve ainda mais o Método Inverso das Fluxões, sistematizando o que Fermat, Cavalieri, Wallis, entre outros, ainda não haviam observado em seus trabalhos: que **o traçado das tangentes (derivação) e a quadratura de curvas (Integração) são operações inversas uma da outra.** (Garbi 2008, p.218)

Esta conclusão de Newton, ao estabelecer uma relação entre os conceitos de derivada e integral (atualmente conhecido como Teorema fundamental do Cálculo), oferece um método muito útil para calcular integrais sem recorrer à definição atual como limite de um somatório.

Todo o avanço demonstrado pelos seus estudos só foi possível devido ao conhecimento que Newton possuía acerca dos trabalhos de outros cientistas. Ele mesmo reconheceu em uma carta endereçada a Robert Hooke: *“Se eu enxerguei mais longe que Descartes é porque me sustentei sobre o ombro de gigantes”* (Boyer 1991, p.287).

2.3. EPISÓDIO DA MAÇÃ.

Tal situação é utilizada pelos professores do componente curricular de Física e foi incorporada à cultura científica contemporânea, aparecendo em grande parte dos livros didáticos. Ela é utilizada para justificar os estudos de Newton sobre a gravitação. A primeira publicação dessa história é de Voltaire, no ano da morte de Newton (1727) (Martins 2006, p.176).

Teria ocorrido durante a juventude de Isaac Newton, no tempo de quase 18 meses que ficou na propriedade rural de Woolsthorpe, onde havia nascido e passado sua infância. Há várias versões sobre o acontecimento, mas acredita-se que tenha ocorrido no ano de 1666.

Existem várias versões para a situação, sendo a que segue abaixo uma das mais compartilhadas:

“Um dia Newton estava sentado sob uma macieira em um jardim. Ele viu uma maçã caindo de uma árvore. Veio à sua mente um pensamento de que devia haver alguma razão para a maçã cair no chão e não ir para cima. Assim ele chegou à conclusão de

que existe uma força exercida pela Terra que puxa todos os objetos para baixo em sua direção. Depois ele deu a essa força o nome de força da gravidade” (Silva 2006, p.168)

A partir deste trecho, o questionamento de objetos caírem ao invés de subirem parece óbvia, mas possuía muita relação com o estudo sobre a gravidade que Newton estudava. Tal estudo sobre a queda dos corpos vinha de longa data e utilizava-se inclusive equivalentes a palavra gravidade em vários idiomas. É importante chamar a atenção para o fato de já havia um consenso que gravidade era um nome e não uma explicação.

Enfim, existem vários autores antigos e modernos que refutam o episódio da maçã. No entanto, embora nos manuscritos de Newton não se encontre nenhuma referência a esta história, sabe-se que o próprio Newton nunca negou e que escreveu cartas para algumas pessoas em que descrevia essa situação. Uma das conhecidas é a que foi enviada para William Stukeley, membro da Royal Society e amigo pessoal de Newton. Outra fonte é John Conduitt, funcionário da casa da moeda e que trabalhava com Newton. Porém, em nenhum dos relatos diz-se que a maçã caiu na cabeça de Newton. Mais tarde, a história da maçã foi sofrendo acréscimos e distorções (Martins, 2006).

Na região da propriedade rural em que ele viveu, a história da maçã se tornou popular e as pessoas buscaram reconhecer a árvore específica, no jardim da casa da família (a árvore tornou-se local para turismo devido à curiosidade das pessoas a respeito de Newton). A identificação foi possível porque segundo os relatos mais antigos, Newton estava no jardim da casa no momento da queda da maçã e só existe uma macieira no jardim. Então, a macieira seria aquela que inspirou Newton para a descoberta realizada.

Figura 4 – Provável macieira do episódio da maçã de Newton.



Fonte: Garbi (2010, p.220)

Segue abaixo a descrição conservada por John Conduitt:

“No ano de 1666 ele novamente se retirou de Cambridge [...] para [a fazenda] de sua mãe em Lincolnshire e enquanto estava meditando em um jardim surgiu em sua mente que o poder da gravidade (que trouxera uma maçã da árvore ao solo) não estava limitado a uma certa distância da Terra, mas que esse poder deve se estender muito mais longe do que se pensava usualmente. ‘Porque não até a altura da Lua – disse ele a si próprio – e se assim é, deve influenciar seu movimento e talvez retê-la em sua órbita’” (Silva 2006, p.178).

É comum que os professores utilizem-se de histórias como esta para aumentar a motivação e interesse dos estudantes, mas é imprescindível não se distorcer os fatos. Conseqüentemente, é de extrema importância que os fatos históricos sejam bem relatados a fim de não tornar a Ciência como um simples fruto do acaso, como muitos livros didáticos e paradidáticos relatam situações como essa da maçã de Newton. Por exemplo, dizer que Newton descobriu a gravidade quando uma maçã cai em sua cabeça ou simplesmente caiu no chão traz

à tona essa ideia falsa de que simplesmente qualquer pessoa poderia ter descoberto a teoria da gravitação ou ainda que a ideia surge devido a um fato e tudo se esclarece automaticamente.

Toda história desenvolvida em sala de aula deve ser explorada com a finalidade de buscar a compreensão dos estudantes a respeito do tema que é o objeto de estudo e realizar o exercício de curadoria para observação da veracidade, utilizando-a como um exercício mental para que seja notada a premissa do problema e a construção de argumentos verossímeis a notar que as conclusões de várias situações-problema ocorrem após um bom tempo de análise dos resultados. O estudante não deve concluir que devido os livros relatarem as descobertas de Newton como algo grandioso em tão pouco tempo, então tudo possa acontecer como se a maçã caísse na cabeça de Newton e, por consequência, a lei da gravitação tenha surgido em sua cabeça como inspiração acidental e automática.

Embora a história sobre a maçã aguce a curiosidade dos jovens estudantes, torna-se necessário ser o mais fiel ao contexto e ao que realmente aconteceu para que não exista uma distorção da natureza da ciência e, deste modo, se preste um serviço à tão famigerada onda de fake News à Ciência e, conseqüentemente, à Educação. Segue abaixo um exemplo da anedota ao fato histórico retirado de um livro didático atual.

Figura 5 – Livro paradidático “Isaac Newton e sua maçã”



Fonte: Poskitt, 2010, p 82

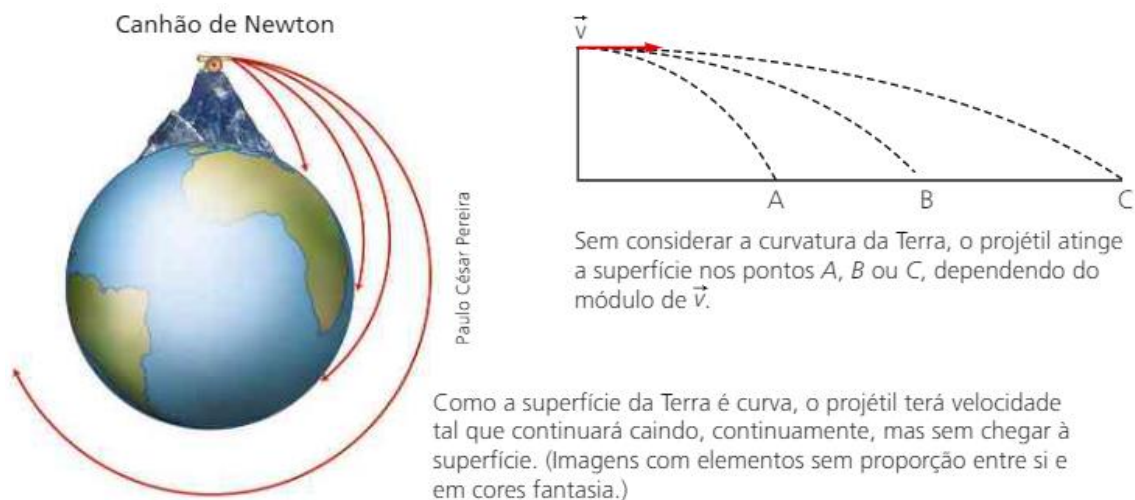
Espera-se que um professor bem-informado não seja levado a repetir lendas que não se relacionam com a verdade, buscando ser o mais fiel possível à história correta e compartilhar

mensagens adequadas sobre a natureza da Ciência, atendo-se o mais fiel possível com relação às datas e acontecimentos.

Uma técnica interessante seria de solicitar aos alunos contraexemplos, realizando uma busca histórica sobre o fato e comparando as ideias (corretas e as incorretas), buscando o pensamento crítico e argumentativo dos estudantes, não se limitando à mera reprodução de acontecimentos.

Outra situação comum é de não dar uma boa ilustração à história, comparando-a com outra que sequer tenha existido. Tal situação revela a necessidade de obter fontes confiáveis a fim de realizar a busca de fontes primárias ou secundárias durante uma pesquisa de análise documental. Segue outro exemplo encontrado em um livro didático do Ensino Médio.

Figura 6 – Livro didático “*Física para o Ensino Médio*”



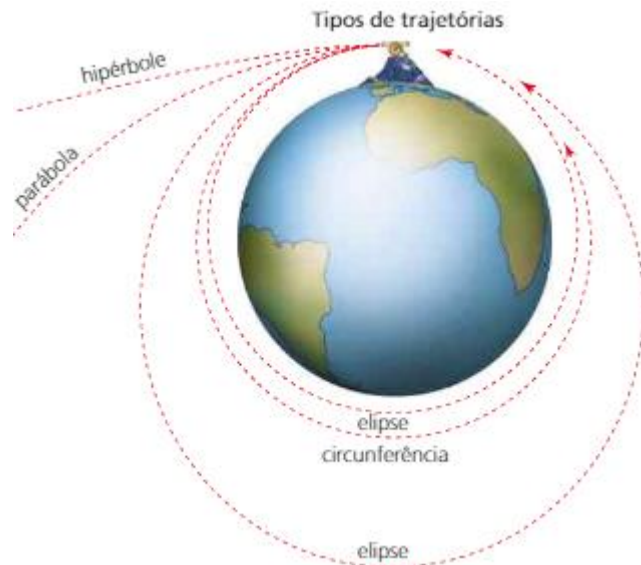
Fonte: Yamamoto (2016, p.241)

Observa-se na Figura 6 que no livro didático Física para o Ensino Médio (Yamamoto, 2016) que a situação da maçã mal é contada e se inicia uma comparação atribuindo outra história inexistente como se Newton disparasse uma bala de canhão. A fidelidade à história possui uma grande relevância para a Ciência e ao criar lendas ou fábulas traz um desserviço a todo o patrimônio histórico-cultural-científico.

Segundo o texto do livro didático Física para o Ensino Médio (Yamamoto, 2016), de acordo com a Figura 6, demonstra o raciocínio desenvolvido por Newton: um canhão colocado no topo de uma montanha, dispara um projétil chegando a atingir a superfície da Terra a uma distância determinada pela velocidade de lançamento (velocidade inicial) e a depender desta última, o projétil tem 3 possibilidades de movimento: uma parábola até alcançar o solo, entrar

em órbita ao redor da Terra ou escapar do campo gravitacional da Terra. Observe essas situações na Figura 7.

Figura 7 – Tipos de trajetória do canhão



Fonte: Fonte: Yamamoto (2016, p.241)

Em alguns casos, os livros didáticos costumam distorcer a Ciência, na busca de apresentar um contexto melhor compreensível aos estudantes. Porém, por outro lado os estudantes devem ser privados da compreensão e aprendizagem de conhecimentos científicos? Qual seria o preço de contar uma história fictícia para o bem da aprendizagem? A cultura deve ser compartilhada com boas obras que compartilhem a história como de fato ocorreu e tais obras podem atrair novos talentos para a pesquisa científica.

Sob a luz da potencialidade que uma abordagem histórica traz para a aprendizagem, contribuindo com a formação de conhecimentos a respeito do aparato científico, nota-se a importância de uma abordagem qualitativa e contextualizada, por meio da história mais verdadeira possível. Para a situação descrita como Canhão de Euclides, existe uma oportunidade potencial em desenvolver o senso crítico dos estudantes, no sentido de elaboração de hipóteses e a utilização de metodologias ativas com a finalidade de elaborar as possibilidades de atuação diante do problema sugerido. Em Matemática, as formas geométricas curvilíneas podem ser exploradas como a rota provável do projétil, assim como a intensidade de sua velocidade na determinação da rota do projétil lançado pelo canhão.

O episódio da maçã na vida de Isaac Newton, sendo real ou não, sendo que ele nunca afirmou sua veracidade assim como não negou essa história, traz contextualização para uma de

suas descobertas. No entanto, ele realizou muitas descobertas, validando a sua fama no mundo acadêmico. Na seção 2.4, serão destacadas algumas de suas obras mais importantes.

2.4. OBRAS DE NEWTON

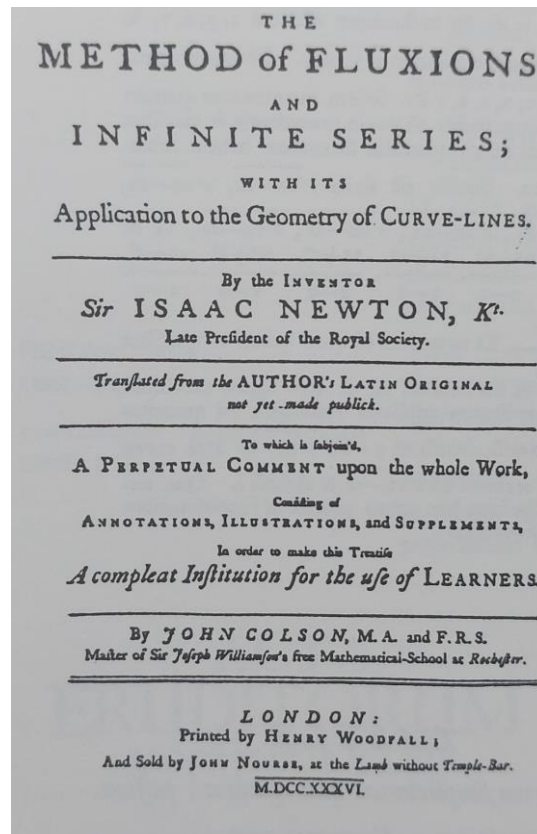
Em 1667, Newton retornou a Cambridge e concentrou seus estudos no campo da Ótica. Somente dois anos mais tarde, com a renúncia de Isaac Barrow, titular da cadeira de professor lucasiano de Matemática (posição de destaque no mundo acadêmico para a época), Newton assume esse posto, iniciando seus dezoito anos de docência na Universidade de Cambridge. Em 1672, Newton é eleito membro da Royal Society (instituição com a finalidade de promoção do conhecimento científico, fundada em novembro de 1660), publicando seus estudos sobre ótica em 1675, no artigo “*Uma nova teoria sobre a luz e as cores*”, obtendo debates produtivos e muita discussão, sendo atacada por alguns cientistas, entre eles, Christian Huygens e Robert Hooke (hoje conhecido pela Lei de Hooke, da elasticidade), proeminente cientista da época e com o cargo de diretor de experimentos da mesma instituição. Esta situação desagradável levou Newton a evitar publicar seus estudos por um bom tempo, inclusive dizendo que jamais publicaria mais nenhum trabalho acadêmico.

Quanto ao estudo de Newton sobre as séries infinitas que culminou no “*Método dos Fluxões*”, inicialmente elaborado em 1665, foi a primeira vez na história da Matemática que uma área foi encontrada pelo inverso da diferenciação, embora anteriormente algumas tentativas tivessem feitas por Barrow e Gregory e talvez por Torricelli e Fermat, porém sem sucesso. O método das fluxões é o que consideramos hoje como Derivada, no Cálculo Diferencial. Ele encontrou o que a grande maioria dos cientistas predecessores não haviam enxergado: “...o traçado de tangentes (*Derivação*) e a quadratura de curvas (*Integração*) são operações inversas uma da outra...” (Garbi 2010, p.219).

O motivo de Newton ser considerado aquele que desenvolveu o cálculo, sistematizando-o, deve-se ao fato de explorar a relação inversa entre a inclinação e a área da análise de séries infinitas (Eves 1997, p.440), de forma a unir conceitos a ponto de formar uma sólida aplicação aos problemas que eram comuns em suas análises físico-matemáticas, um de seus principais objetivos ao desenvolver os conceitos matemáticos em sua época.

Na Figura 8, tem-se a capa do trabalho de Isaac Newton a respeito do Método das Fluxões e Séries Infinitas.

Figura 8 – Capa de Método das Fluxões, em 1671



Fonte: Gullberg (1996, p. 678)

Neste período, Newton desenvolveu seus ensaios, mas não chegou a publicá-los, compartilhando apenas entre os matemáticos mais próximos ou aqueles que pertenciam ao seu círculo de contatos. Um desses ensaios chamava-se *De Analysisi per aequationes numero terminorum infinitas*, de conhecimento apenas dos cientistas mais próximos, inclusive John Collins, Isaac Barrow e o trabalho a respeito da expansão binomial foi enviada a Oldenburg e Leibniz, sem que Newton publicasse esses documentos.

Em 1684, em contato com Halley, astrônomo inglês, Newton foi estimulado por ele a escrever um tratado sobre os planetas, órbitas, e da força de atração exercidas pela Terra sobre a Lua. E, novamente, Hooke alegou que o crédito da lei de atração do inverso do quadrado era resultado de seu trabalho.

Cabe observar que há muito tempo já havia um pensamento a respeito da atração entre os corpos celestes, sendo que o pensamento científico da época, a exemplo de Aristóteles, buscava chegar a conclusões sem antes comprová-las na prática. Aristóteles indicava que os objetos só continuam em movimento se empurrados e aqueles objetos mais pesados chegam mais rápido ao solo ao serem abandonados a uma mesma altura. Outro ponto que alertava era

que corpos celestes se movimentam em círculos e com velocidade constante (Reale, 1994, p.37).

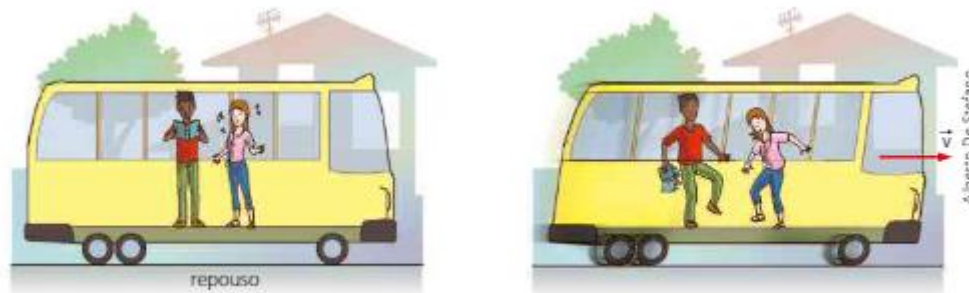
Em 5 de julho de 1687, finalmente Isaac Newton publica sua obra máxima “*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*”, mas conhecida como Principia. Ela é considerada, até hoje, uma das maiores obras científicas de todos os tempos.

O conteúdo do Principia possui as leis de Newton para o movimento dos corpos, a fundamentação da mecânica clássica, a lei da gravitação universal e as demonstrações para as leis de Kepler sobre o movimento dos corpos celestes. Para a formulação de todos os conceitos, Newton desenvolveu o Cálculo, fazendo uso de suas provas com argumentos geométricos.

Ao todo foram enunciados 3 princípios, conhecidos como Leis de Newton:

1ª Lei de Newton: Todo Corpo permanece no seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado por foras externas aplicadas sobre ele;

Figura 9: 1ª Lei de Newton



Fonte: Yamamoto (2016, p.139)

2ª Lei de Newton: A variação de movimento é proporcional à força motriz aplicada; e se dá na direção da reta ao longo da qual essa força é aplicada – comumente discutida nos livros escolares pela relação $F = m \cdot a$, onde F é a força aplicada no corpo, m é a massa do corpo em que houve a aplicação da força e a é a aceleração provocada;

Figura 10: 2ª Lei de Newton



Fonte: Luz (2006,p.108)

3ª Lei de Newton: Para toda ação há sempre uma reação igual e contrária; ação e reação tendo sentidos opostos, ao longo da mesma direção.

Figura 11: 3ª Lei de Newton



Uma pessoa empurra o barco sobre as águas.

Fonte: Yamamoto (2016, p.142)

Resumidamente, o *Philosophiae naturalis principia mathematica*, um dos trabalhos de mais prestígio da Matemática é um documento que contém os fundamentos da física e astronomia na linguagem da geometria pura. Neste documento, Newton continuou os trabalhos dos antecessores, principalmente aqueles de Barrow e Galileu sobre o estudo do movimento dos corpos e desenvolveu o Cálculo de forma rigorosa, mas com uma notação que não satisfez o grande público de matemáticos da época.

Newton usa de diversas notações para os fluxos, por exemplo, quando escreve para fluentes x , y e z e aos seus respectivos fluxos como \dot{x} , \dot{y} e \dot{z} . Na publicação *Principia phisolopihae*, em 1687, ele defende seu pioneirismo na simbologia do Cálculo, ao afirmar que a sua notação era a única em sua época e que ninguém mais havia desenvolvido notação adequada para os fluxos.

Em 1689, Newton foi eletivo para representar Cambridge no parlamento britânico e, devido ao seu esgotamento nervoso, aceitou em 1696 a nomeação para guardião da Casa da Moeda. Neste período foram muitas honrarias que ele recebeu:

- 1699: associado estrangeiro da Académie des Sciences;
- 1703: presidente da Royal Society;
- 1705: título de nobreza (“Sir”) da rainha Anne.

Embora Newton tenha muitas realizações na ciência, sua relação com Leibniz, matemático alemão que desenvolveu um tratado sobre o Cálculo, chamou a atenção do mundo científico e dividiu cientistas.

Em consequência da infeliz disputa de prioridade os matemáticos ingleses ficaram por um tempo afastados do continente durante grande parte do século XVIII. Assim, a geração seguinte de matemáticos na Inglaterra pagou um preço alto por negligenciar por muito tempo os progressos da matemática da Europa continental. Ao morrer, Newton foi enterrado na Abadia de Westminster com muitas honrarias que Voltaire chegou a dizer: “*Eu vi um professor de Matemática, só porque era grande em sua vocação, ser enterrado como um rei que tivesse feito bem a seus súditos*” (Boyer 1991, p.303).

2.4.1. PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA

Como dito anteriormente, a obra de mais prestígio de Isaac Newton é a *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural), conhecida como *Principia Mathematica* ou mais simplesmente, por *Principia*.

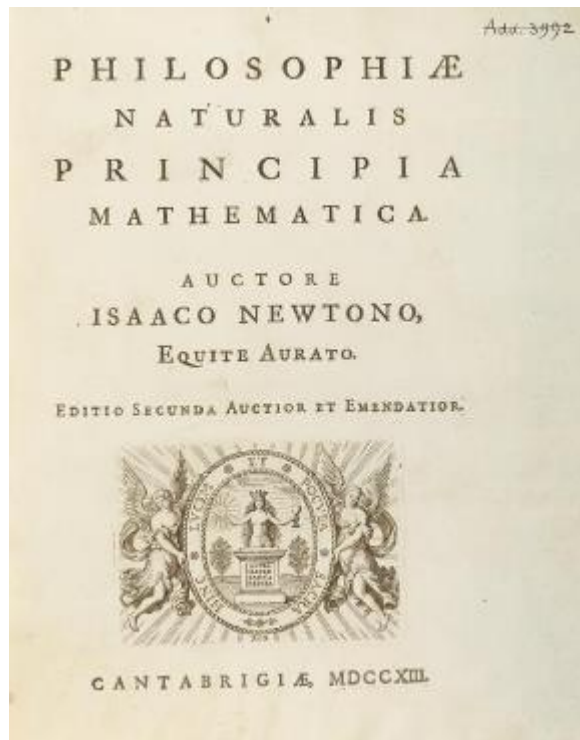
Publicada em sua primeira edição em 1687 e, posteriormente, em duas outras edições, em 1713 e 1726.

É composto de três volumes:

- *De motu corporum* – sobre o movimento dos corpos;
- *De motu corporum* – sobre o movimento dos corpos (continuação);
- *De mundi sytemate* – sobre o sistema do Mundo.

O livro contém as Leis de Newton para o movimento dos corpos, a sistematização da mecânica clássica e a lei da gravitação universal. Compreende também o desenvolvimento do Cálculo para o desenvolvimento das teorias da Física. A linguagem do Cálculo não teve muita ênfase no livro, sendo utilizadas demonstrações com argumentos geométricos.

Figura 12 – Capa do Principia



Fonte: Newton (1687, p.17)

O livro foi escrito devido a uma motivação inicial realizada por Edmond Halley, em uma visita sua a Newton, em 1684, quando o indagou a respeito da lei da atração que é determinada pelo inverso do quadrado da distância entre os corpos. Newton respondeu com uma revolução na sistematização deste conhecimento e, a pedido de Halley trabalhou incessantemente neste assunto a ponto de generalizar a aplicação de sua dinâmica em uma demonstração da gravitação universal, a qual não havia sequer nenhuma conclusão científica até o momento. A aproximação de Halley incentivou Newton a focar na elaboração da obra, ao que Halley buscava administrar o temperamento difícil de Newton e, assim, o Principia foi publicado em 5 de julho de 1687 e conquistou a admiração de muitos matemáticos e filósofos mais importantes da Inglaterra.

As primeiras páginas do primeiro livro possuem um estudo a respeito do uso de séries infinitas para aproximações numéricas de expressões algébricas como funções racionais, radicais, equações algébricas etc. que serão utilizadas na resolução numérica dos problemas a serem tratados pelo método das fluxões (Lintz, 2007, p.212). Os Lemas apresentados na Seção I, intitulada “O método da primeira e última razões de quantidades, com o auxílio do qual demonstraremos as proposições abaixo” correspondem a noções básicas do Cálculo Diferencial, versando principalmente sobre os limites de áreas, linhas e curvas (Newton, 2008,

p.71). Em tais Lemas Newton possui o objetivo de calcular quantidades infinitamente pequenas que servirá para demonstrar algumas proposições da mecânica clássica.

Por toda a obra, o desenvolvimento do Cálculo é feito com analogia da Física para fundamentação do raciocínio e estruturada em conceitos físicos, marca de todos os seus escritos. Newton era um físico-matemático e esta característica comprova o seu foco em resolver problemas físicos utilizando o Cálculo como ferramenta, sem focar na fundamentação teórico-matemática.

Sua tão renomada obra rende discussões até os dias atuais trazendo luz à contribuição de Newton para a humanidade.

Um censo mundial realizado em 2020 revelou que existe um número de 387 cópias do Principia distribuído em 27 países, dos quais 200 destas cópias eram previamente desconhecidos, surpreendendo os pesquisadores a respeito da difusão da primeira edição deste trabalho de Newton (FEINGOLD, 2020, p.253-348).

Outro importante matemático viveu na mesma época de Newton: Leibniz, grande gênio que desenvolveu e aperfeiçoou grandes questões de seu tempo em diversas áreas da Ciência. No capítulo 3 recebem destaque alguns episódios de sua vida e sobre suas obras de valor científico e acadêmico que continuam sendo muito úteis até hoje.

3 GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ

Gottfried Wilhelm Leibniz ou simplesmente Leibniz, como é normalmente chamado no ambiente científico, nasceu em Leipzig, Alemanha, no ano de 1646, foi uma das mentes mais brilhantes de todos os tempos, sendo reconhecido posteriormente como um gênio universal por todo o conhecimento produzido em áreas bem diferentes. Foi jurista, diplomata, estudioso da teoria política, filólogo, filósofo, historiador, lógico, geólogo, teólogo, inventor de uma máquina de calcular e matemático de altíssimo nível (GARBI, 2010, p.224).

Quando criança, possuía uma característica precoce de habitualmente frequentar a biblioteca de seu pai que era professor cuja esposa era filha de um professor universitário, ou seja, o ambiente era perfeito para o talento de Leibniz.

Embora fosse talentoso, devido a sua idade não foi lhe permitido candidatar-se para doutoramento em leis e, embora, tenha se graduado em Altdorf, não aceitou trabalhar como professor. Neste momento, foi apresentado ao Eleitor de Mainz, Johann Philip von Schonborn, que o aceitou como parte de seus assessores intelectuais e administrativos, posto em que permaneceu bom tempo, afinal o permitia dedicar-se aos estudos (Lintz, 2007,p.41).

Era um profundo conhecedor da Ciência do seu tempo, ou seja, não era um eclético superficial.

Figura 13: Leibniz



Fonte: Leibniz (2007,p.95)

Em sua vida de diplomata, viajava muito e teve oportunidade de conhecer vários cientistas proeminentes. Era amigo de Christiaan Huygens, jovem holandês de bastante renome como físico-matemático, tendo sua influência no estudo da Matemática. Um dos problemas iniciais que Leibniz teve contato, foi por meio do amigo que lhe propôs calcular a soma infinita abaixo:

$$S = \frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \dots + \frac{1}{\frac{i(i+1)}{2}} + \dots$$

Como proposta de solução, Leibniz reescreveu a expressão acima da seguinte maneira:

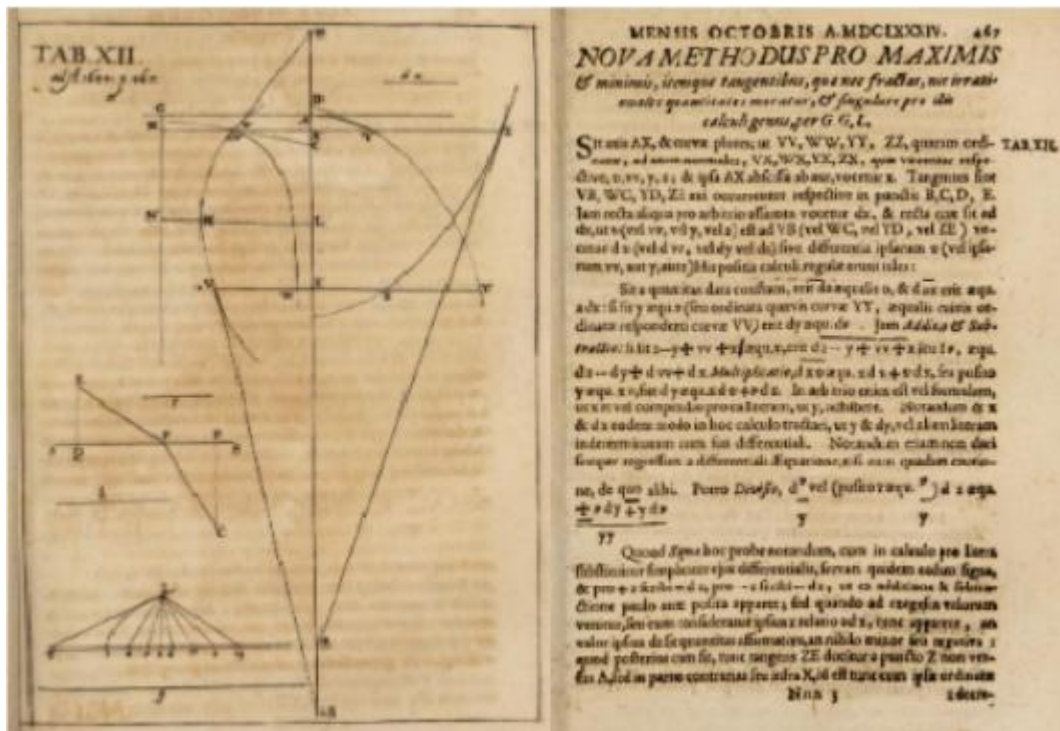
$$\begin{aligned} S &= 2 \left(\frac{1}{1.2} + \frac{1}{1.2} + \frac{1}{1.2} + \frac{1}{1.2} + \dots + \frac{1}{1.2} + \dots \right) \\ &= 2 \left(\left(1 - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) + \dots + \left(\frac{1}{i} - \frac{1}{i+1}\right) \dots \right) \end{aligned}$$

Realizando os cálculos necessários, algumas frações são canceladas e, quando i tende ao infinito, a soma tende para o valor 2. Este foi o primeiro desafio enfrentado por Leibniz, percorrendo a seguir um caminho de desenvolvimento do pensamento matemático até o momento em que conseguiu realizar suas próprias descobertas.

Segundo Garbi (2010, p.225), a palavra função utilizada com o seu real sentido matemático, da forma como usamos atualmente, foi feita por Leibniz. Utilizando o método de Eudoxo, chamado Método da exaustão, de dois mil anos antes, foi utilizada por Leibniz para definir a nova modalidade de Cálculo que estava surgindo em suas pesquisas, o que viria a ser o Cálculo Diferencial e Integral. Sabe-se que, em 1676, durante uma de suas visitas a Londres, visitou a Royal Society, obtendo acesso a uma cópia do manuscrito *De analysi*, de Isaac Newton. Em seguida, trocou correspondência com Newton a respeito das séries infinitas, obtendo devolutiva sobre elas e o método das fluxões em cartas conhecidas como Epistola Prior e Epistola Posterior. Estudiosos acreditam que mesmo com estes fatos, Leibniz não teve influência nos Cálculos por este acesso e contato com Newton (GARBI, 2010).

Em outubro de 1684, publicou o artigo “Um novo método para máximos, mínimos e também tangentes, que não é obstado por quantidades fracionárias ou irracionais, e um notável tipo de cálculo para eles”(GARBI, 2010,p.226). Esse artigo tinha como tema o Cálculo Diferencial e foi publicado em um periódico especializado que Leibniz havia ajudado a fundar alguns anos antes cujo nome é *Acta Eruditorum Lipsienium* (Atas dos Eruditos de Leipzig). Já para o Cálculo Integral, Leibniz publicou alguns trabalhos entre 1702 e 1703.

Figura 14: Cópia do artigo de Leibniz, publicado em 1684



Fonte: <https://archive.org/details/s1id13206500/page/466/mode/2up>

Este artigo foi publicado no periódico especializado chamado Acta Eruditorum Lipsienium (Atas dos Eruditos de Leipzig), fundado anos antes por meio do apoio de Leibniz. Neste artigo ele tratava do Cálculo Diferencial, já citando com este nome e utilizando pela primeira vez a notação dx , dy e dy/dx , que permanece até hoje.

Em 1686, publicou novo artigo, com foco nas áreas e demonstrando que o traçado de tangentes e a quadratura de curvas constituem operações inversas, operando o que chamamos atualmente de Teorema Fundamental do Cálculo.

Em seus trabalhos, aquilo que foi chamado por Cálculo Integral, inicialmente era denominado Calculus Summatorius, o que justifica a notação de integral por \int sendo a inicial de Summatorius com aspecto alongado.

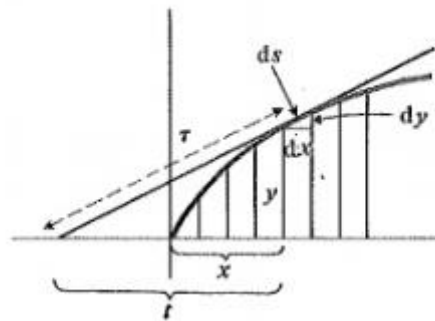
Os cálculos foram desenvolvidos com o passar de artigos publicados e das soluções de problemas propostos na época, normalmente com a participação de Leibniz e dos irmãos Bernoulli, próximos a ele e incentivadores da publicação de alguns trabalhos desenvolvidos.

Para Leibniz, a considerar a sequência de ordenadas y e a correspondente sequência de abscissas x , dy é a diferença infinitamente pequena entre duas ordenadas y , e dx a diferença infinitamente pequena entre duas abscissas x e que podem ser comparadas entre si, de forma que a razão $\frac{dy}{dx}$ é finita.

Já a definição de integral era dada por Leibniz como sendo a soma da área de retângulos infinitamente pequenos $y \cdot dx$ sob uma curva, representando-a por \int , sendo então a notação $\int y dx$, a descrição da área sob uma curva. Não havia indicação do intervalo de integração e, tampouco, a descrição das constantes de integração. Não havia as regras, comuns hoje, para o cálculo de integrais para cada situação.

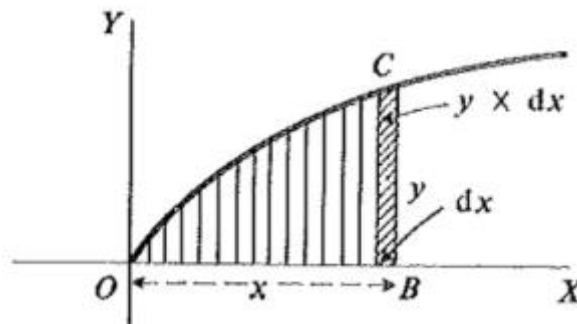
Nota-se, nos livros de Cálculo, que a influência da notação de Leibniz foi assimilada pela comunidade acadêmica e permanece até hoje.

Figura 15: Representação das diferenciais dx e dy .



Fonte: Baron e Bos (1974)

Figura 16: Representação da integral como soma de infinitos retângulos $y dx$.

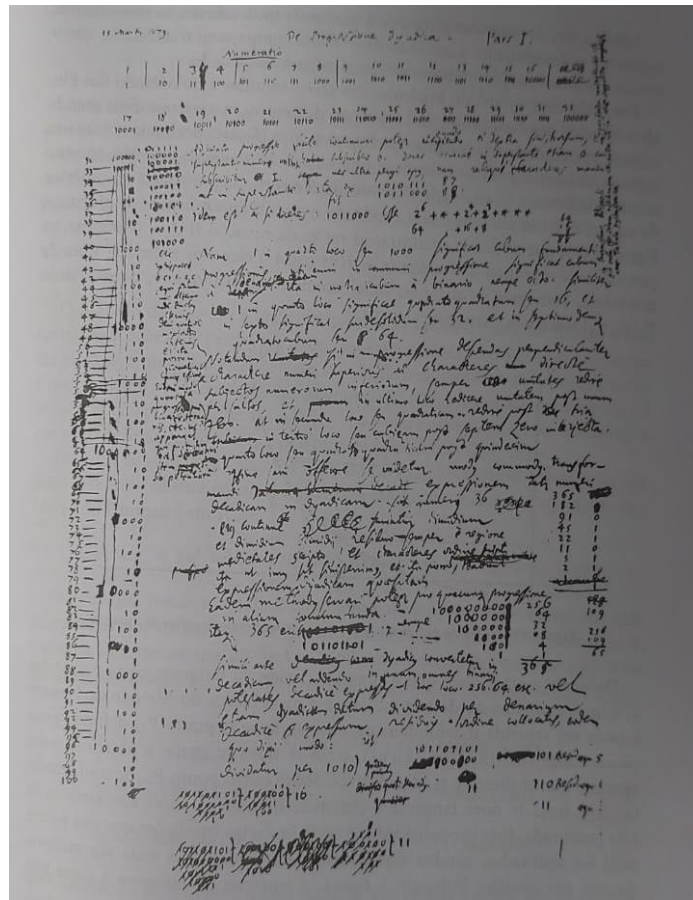


Fonte: Baron e Bos (1947)

Conforme a Figura 16 possui a representação da Integral, como Leibniz publicou, assim até hoje temos esse mesmo tipo de notação, principalmente na introdução a respeito do Cálculo Integral nos livros. Como exemplo, segundo Stewart (2016, p.874), que fixa a integral definida por meio da soma de Riemann utilizando áreas de retângulos a representar a área sob uma curva de $y=f(x)$.

É válido recordar que Leibniz desenvolveu o sistema binário de numeração, muito utilizado hoje na computação, por fazer parte da linguagem de máquina dos computadores (GARBI, 2010, p. 228). Uma das evidências dessa descoberta está registrada no manuscrito da Figura 17, de 15 de março de 1679, onde ele jamais imaginaria que seria a base de grande parte da tecnologia atual.

Figura 17: Trecho do manuscrito



Fonte: GARBI (2010, p.229)

Observando a trajetória da História da Matemática, não se pode conceber o espírito original da análise infinitesimal sem um conhecimento do trabalho de Leibniz.

As suas publicações, em grande parte inéditas, compreendem aproximadamente 40 volumes. As principais obras, em ordem cronológica, são as seguintes: *Disputatio metaphysica de principio individuali* (1663); *De arte combinatoria* (1666); *Confessio naturae contra atheistas* (1668); *Epistola ad Jacobum Thomassium* (1669); *Dissertatio de stylo philosophico Nizolii* (1670); *Theroria motus abstracti et hypothesis de phisica nova* (1671); *Confessio philosophi* (1673); *Meditationes de cognitione, veritate et ideis* (1648); *Discours de métaphysique* (1686);

Gesetz der kontinuierlich (1687); De primae philosophiae emendatione et de notione substantiae (1694); Specimen dynamicum, Systhème nouveau de la nature et de la communication des substances, De l'harmonie préétablie (1695); De rerum originatione radicali (1697); De ipsa natura sive de vi insita actionibusque creaturarum (1698); Considérations sur la doctrine d'un esprit universel (1702); Nouveaux essais sur l'entendement humain (1704); Considérations sur le principe de la vie et sur les natures plastiques (1705); Essais de théodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal (1710); Monadologie e Principes de la nature et de la grâce (1714).

Sabe-se também que participou da Sociedade Alquímica de Nuremberg, quando conheceu o Barão Johan Christian von Boineburg, passando a trabalhar com diplomacia com o objetivo principal de estabelecer a paz interna entre o Sacro Império Romano Germânico. Participou da Royal Society, sendo eleito membro logo após existir a máquina de calcular, uma de suas criações.

Leibniz ainda publicou outras obras importantes como “Novos ensaios sobre o entendimento humano” (publicado postumamente) e “Monadologia e Princípios da Natureza humana” (publicado em 1714).

Leibniz, um dos maiores gênios de todos os tempos, morreu solitário, em Hanover, Alemanha, no dia 14 de novembro de 1716, longe da aristocracia, onde viveu boa parte de sua vida. A seu enterro somente compareceu o secretário que o servira durante décadas e até hoje ignora-se o local onde foi sepultado (GARBI, 2010, p.230).

A contribuição inestimável de Leibniz para a Matemática, não somente encontrada na notação atual do Cálculo, assim como seus trabalhos conceituais no cálculo infinitesimal são enormes, assim como aquelas que Newton realizou também durante toda a sua vida, principalmente naqueles dois anos em que esteve focado no desenvolvimento de conceitos e teorias tanto em Física quanto em Matemática. Sendo assim, e considerando o período em que ambos viveram, é notório observar que tiveram um período comum em sua existência e devido à relevância de seus estudos para a época e áreas comuns, haveria uma convergência ou semelhança de resultados. Segue adiante o destaque para a relação entre Newton e Leibniz e entre os resultados que obtiveram ao longo da vida.

4 NEWTON VERSUS LEIBNIZ

O período em que Isaac Newton e Gottfried Leibniz viveram contempla o período em que a Arte e a Ciência necessitavam e já delineavam uma busca pelo simbolismo de uma concepção do abstrato relativo à produção artística, assim como ao tempo, espaço, entre outras grandezas.

A crise dos incomensuráveis corresponde à crise dos infinitésimos, só superada com o advento da teoria dos limites com Cauchy do mesmo modo que na Grécia aquela crise ficou superada com a teoria das magnitudes (...) Assim, Newton e Leibniz correspondem à Pitágoras e seus contemporâneos juntamente com os Bernoulli, Euler, Lagrange, D'Alembert e outros (Lintz, 2007,p.203).

No período de maior genialidade de Newton, durante a grande peste, entre 1664 e 1665, Newton desenvolveu o Método das Fluxões, entre outras, mas sem publicar em nenhum periódico, mesmo com o retorno à Universidade. Apenas em 1675 que publica o ensaio *Uma nova teoria sobre a luz e as cores*, pela Sociedade Real, porém devido às críticas, principalmente de Robert Hooke, diretor de experimentos da Sociedade, voltou a recolher-se, realizando o desenvolvimentos de suas descobertas no isolamento com relação à comunidade científica (Rosa, 2010,p.59).

Por outro lado, em 1684, Leibniz publicou em 1684 o seu trabalho denominado *Acta Eruditorum*, considerado pelos cientistas da época como o trabalho que consolida alguns avanços a respeito do Cálculo ou da Análise Infinitesimal, como Leibniz costumava nomeá-lo.

Newton já havia escrito o seu Método das Fluxões em 1666, porém foi compartilhado apenas com pessoas mais próximas, sendo que a publicação oficial realizada apenas em 1737 (Lintz, 2007,p.238).

O grande conflito existente entre as duas grandes mentes do século XV é devido ser praxe de atribuir a descoberta ou o desenvolvimento prioritário de um conhecimento ou teoria científica quando esta for publicada para a comunidade científica por meio de algum meio de divulgação científica (jornal, periódico ou livro de circulação internacional).

Newton não divulgou suas descobertas em nenhum meio reconhecido internacionalmente. Leibniz publicou antes de Newton, no ano de 1684.

Segue alguns detalhes deste imbróglho científico: Leibniz publicou suas ideias e resultados obtidos desde 1673 devido ao seu contato com o matemático E. W. vonTschirnhausen, que possuía alguns resultados semelhantes aos seus. Portanto, o senso de

urgência aguçou Leibniz a publicar o mais rápido possível a síntese de seus resultados na Análise Infinitesimal (Lintz, 2007, p.238).

Um dos fatos históricos que trazem à tona a legitimidade da pesquisa de Leibniz é devido ao ano de 1676, durante uma missão diplomática a Londres, Leibniz visitou a Sociedade Real e teve acesso a um manuscrito *De Analysi* de Newton. E após a leitura desse manuscrito, Leibniz se correspondeu com Newton por meio de cartas, a respeito das Séries Infinitas, obtendo como respostas duas cartas muito famosas e importantes que posteriormente foram denominadas Epistola Prior (Primeira Carta) e Epistola Posterior (Última Carta), com uma breve discussão a respeito das Séries Infinitas e do Método das Fluxões (Garbi, 2010, p.225). Estas cartas foram utilizadas, em 1710, como provas na disputa pela descoberta do Cálculo, pois não foram encaminhadas diretamente à Leibniz, mas tiveram por mediador Henry Oldenburg, secretário da Sociedade Real, que em seguida fazia com que as cópias chegassem até Leibniz que as respondeu também cordialmente. Este método era utilizado na época para manter o registro para que mais tarde as correspondências pudessem ser verificadas como correspondência científica e que não havia sido publicada de forma diferente.

A Figura 18 é uma imagem dos primeiros parágrafos de uma transcrição moderna de uma carta de 1693 do vol. III da correspondência entre Newton e Leibniz (Cambridge, University Press, 1961, p.285-289). Foi endereçada ao “renomado cavalheiro Gottfried Wilhelm Leibniz” e possui todo um tratamento diplomático como “eu, há muitos anos, considero o senhor um dos principais geômetras deste século”, assim como “espero que realmente eu não tenha escrito nada que o tenha desagradado e, se escrevi algo que o senhor considere merecedor de censura, informe-me por carta, pois valorizo mais os amigos do que as descobertas matemáticas”.

Figura 18 – Transcrição moderna da Carta Posteriori

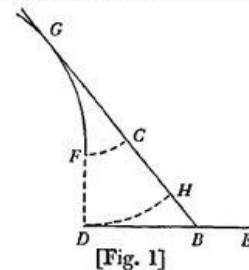
427 NEWTON TO LEIBNIZ

16 OCTOBER 1693

From the original in the Landesbibliothek, Hanover.
In reply to Letter 407Celeberrimo Viro
Godefrido Gulielmo Leibnitio
Isaacus Newton S.P.D.

Literæ tuæ, cùm non statim acceptis responderem, e manibus elapsæ inter schedas meas diu latuere, nec in eas ante hesternum diem incidere potui. Id quod me moleste habuit, cùm amicitiam tuam maximi faciam, teque inter summos hujus sæculi Geometras a multis retro annis habuerim; quemadmodum etiam data omni occasione testatus sim. Nam quamvis commercia philosophica & mathematica quammaximè fugiam, tamen metuebam ne amicitia nostra ex silentio decrementum acciperet; idque maxime cum Wallisius noster Historiam Algebræ in lucem denuò missurus⁽¹⁾ nova aliqua e literis⁽²⁾ inseruit quas olim per manus Domini Oldenburgi ad te conscripsi, & sic ansam mihi dedit ea etiam de re ad te scribendi. Postulavit enim ut methodum quandam duplicem aperirem quam literis transpositis ibi celaveram.⁽³⁾ Quocirca coactus sum qua potui brevitate exponere methodum meam fluxionum quam hac celaveram sententia. *Data æquatione quantitates quotcunque fluentes involvente invenire fluxiones, & vice versa.* Spero autem me nihil scripsisse quod tibi non placeat, et siquid sit quod reprehensione dignum censeas ut literis id mihi significes quoniam amicos pluris facio quàm inventa mathematica.

Reductionem quadraturarum ad curvarum rectificationes⁽⁴⁾ quam desiderare videris, inveni talem.⁽⁵⁾ Sit Curvæ cujusvis abscissa x , ordinata y et area az , posito quod a sit data quantitas Fluat x uniformiter sitque ejus fluxio $\dot{x} = a$, et ipsius y sit fluxio \dot{y} . A dato puncto D in recta positione data DE sumatur $DB = x$, et agatur indefinita BCG ea lege⁽⁶⁾ ut cosinus anguli DBG sit ad Radium ut fluxio \dot{y} ad fluxionem $\dot{x} = a$: et inveniatur Curva FG quam recta BG perpetuo tangit. Id enim semper fieri potest Geometricè ubi fluxionum \dot{x} et \dot{y} relatio geometrica est. Sit⁽⁷⁾ G punctum contactus et ubi punctum B incidit in punctum D incidat punctum G in punctum F . In tangente BG sumatur GC æqualis Curvæ GF & CH æqualis rectæ⁽⁸⁾ FD et erit $BH = z$. Qua inventa habetur area quæsita az .



Fonte: CLARK (1961, p.285)

Newton manteve uma relação cordial com Leibniz até meados de 1695, isto é, bem após a publicação dos trabalhos de Leibniz sobre o Cálculo e do Principia de Newton.

A cordialidade entre os dois gênios teve fim por volta do ano de 1696, quando Johann Bernoulli (partidário de Leibniz) que afirmava que Newton não havia compreendido o Cálculo quando escreveu o Principia, de maneira que por meio dessa situação Leibniz e os próprios seguidores poderiam reivindicar todo o crédito pela sua descoberta e desenvolvimento do Cálculo. Johann era um dos matemáticos mais capazes neste período, mas que devido aos vários conflitos em que se envolveu, acabou distante de seu irmão mais velho Jacob e até de seu próprio filho Daniel.

Em 1711, após a segunda edição do *Principia* ser publicada, uma carta que Leibniz encaminhou a Hans Sloane, secretário da Sociedade Real, tornou a disputa pela descoberta do Cálculo mais acalorada, onde exigia que John Keill (notadamente um newtoniano) escrevesse uma declaração que tornasse claro não acusá-lo de plágio do método de Newton, fazendo uso de outro nome e notação diferente do “original” (Westfall, 1995, p.272).

O embate entre Newton e Leibniz se tornou mais polarizado e teve maior conhecimento da comunidade científica neste período, por volta de 1711, já que desde 1684, Leibniz não publicou seu trabalho com menção de que conhecia os progressos de Newton em um processo semelhante.

Em 22 de março de 1711, em uma reunião da Sociedade Real, após a leitura da carta que o questionamento de Leibniz provocava acerca da descoberta do Cálculo, Newton descreveu sua versão para o desenvolvimento dos conceitos do Cálculo em sua publicação, obtendo como resultado a solicitação de que Keil redigisse um documento endossando os direitos de Newton e fosse encaminhado a Leibniz. A resposta de Leibniz manteve sua versão inicial e buscava demonstrar que seu trabalho era tão bom quanto o de Newton. Assim, a Sociedade reuniu uma comissão de 11 membros para estudar novamente os documentos a esse respeito. Após seis semanas, no relatório final, a comissão reconhecia a primazia de Isaac Newton na descoberta do Cálculo e que, John Keil não havia sido ofensivo em sua carta. Em resposta a esta decisão, Leibniz publicou anonimamente um artigo de título *Charta Volans*, em julho de 1713, afirmando que Isaac Newton não publicou sua versão para a descoberta do Cálculo antes dele e que estava buscando obter para si o resultado de outro matemático, pois almejava para si a descoberta do Cálculo em desfavor à Europa Continental (Bueno, 2021, p.33).

As diferenças que existiam entre suas concepções a respeito do desenvolvimento acadêmico sobre o Cálculo polarizou vários acadêmicos que se posicionaram a favor de um e contrário ao outro. Foi observado anteriormente que Halley apoiou Newton na publicação do *Principia* e elogiou publicamente seus resultados. Outro matemático proeminente que apoiou Newton foi David Gregory, defendendo-o frente a John Locke, sendo que este não confiava nos resultados obtidos (Westfall, 1995, p. 190). Quando Christian Huygens confirmou que os resultados eram confiáveis, Locke reconheceu que Newton era um dos acadêmicos mais proeminentes da sua época, fazendo questão de conhecê-lo pessoalmente e incluir uma referência em sua publicação *Ensaio acerca do entendimento humano* (1690).

Outro matemático que reconheceu a inteligência brilhante de Newton foi Abraham DeMoivre. Conta-se que, inicialmente considerou o *Principia* um livro simples, mas

surpreendeu-se pelo conteúdo estar além de seu conhecimento. A leitura e o desafio na compreensão do raciocínio de Newton fez com que De Moivre, ao viajar para dar suas aulas, rasgasse as folhas do livro para estudá-las em suas horas de folga.

Do lado de Leibniz, a família Bernoulli destacou-se por amplo apoio, principalmente por beneficiar-se em seus estudos do material obtido de Leibniz, assim como o Marquês de L'Hôpital, que era discípulo dos Bernoulli.

Por mais que os apoiadores de um lado e de outro tivessem os seus argumentos, Newton chegou a atingir a notoriedade tão grande, contando com tantos discípulos e admiradores, ao passo que Leibniz passou a conviver com o isolamento e saúde debilitada, que até um dos seus maiores apoiadores, Jean Bernoulli, recusava-se a atacar Newton de frente (BUENO, 2021, p.34).

4.1 CONSEQUÊNCIAS DOS TRABALHOS DE NEWTON E LEIBNIZ.

O período em que os dois cientistas protagonistas deste capítulo viveram possui grande relevância para a história da Matemática na cultura ocidental, pela maneira como a forma de expressão se delineava por meio da Arquitetura e Pintura. A introdução do abstrato à Arte e, concomitantemente, à Ciência desenvolveu a Matemática valendo-se do simbolismo na representação daquilo que não poderia ser medido ou calculado. As descobertas dos gregos haviam sido superadas com as magnitudes de Eudoxo e, assim, na sequência, a teoria dos infinitésimos trouxe luz a um desenvolvimento sem igual para a época.

O movimento cultural dos séculos XVII e XVIII, com o apoio dos monarcas e nobres, facilitaram aos matemáticos desenvolverem suas ideias, fazendo avanços cada vez maiores no ambiente científico. Porém, a ideia de infinito, ou seja, valores ou entidades que se tornam arbitrariamente grandes ou pequenas, é uma das formas mais primitivas da cultura ocidental para a época e auxilia várias ideias sobre o espaço se estender de forma indefinida em todas as direções, criando a ideia de um universo infinitamente grande que pode ser subdividido o quanto se puder até chegarmos às partículas elementares; o tempo também era associado à ideia de um passado indefinidamente remoto ou até mesmo ao relacionarmos ao futuro como um tempo indefinidamente distante, gerando a concepção de “espaço-tempo”. Na Matemática temos um movimento do infinito como um valor “infinitamente grande” ou “infinitamente pequeno”(Lintz, 2007, p.208).

Lintz (2007) considera erro considerar Eudoxo, Arquimedes, entre outros matemáticos gregos, como precursores da descoberta do Cálculo, pois não consideravam magnitudes

pequenas, buscando apenas excluir valores numéricos dos fundamentos da Geometria, como foi exposto no Livro V dos Elementos de Euclides.

Aos poucos, a interpretação numérica ocidental foi avançando sobre a interpretação geométrica dos gregos. Então, as quadraturas de Arquimedes iniciaram a ser tratadas numericamente de acordo com a ideia dos gregos. Assim, a área de figuras planas e o volume de figuras espaciais começaram a ser vistas como somas de “grandezas infinitésimas ou infinitésimos” que eram interpretados como números muito pequenos.

Esta referência à época de Newton e Leibniz demonstra que os matemáticos do século XVII contribuíram com a sua visão a respeito do infinitésimo, já que a abstração não era um movimento apenas matemático, mas de toda a cultura em geral. Embora ambos tenham parte nesta revolução cultural, Leibniz desenvolveu uma lógica simbólica de notação que simplificava o raciocínio lógico e que dura até hoje (Eves, 1997, p.443).

Newton e Leibniz elaboraram concepções distintas para as entidades dos números indefinidamente pequenos. Os infinitésimos para Leibniz associam-se à lógica e metafísica, ao passo que para Newton, possuem motivação e conexão com a Física e os fenômenos naturais, tendo um componente experimental. A fonte de estudo de ambos possui origem comum, da época de Leucipo de Mileto, assim como Demócrito de Abdera que em suas épocas investigaram a indivisibilidade das entidades verdadeiras e reais, isto é, estudavam a continuidade e homogeneidade das grandezas de espaço, do ser e de tudo do qual é constituído (CARVALHO, 2006, p.14).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As questões formuladas ao longo dessa dissertação destacam o trabalho destes dois matemáticos que viveram no mesmo período e, que em determinado momento, tiveram seus estudos voltados para o mesmo objeto comum, a partir de necessidades distintas, mas obtendo resultados similares. Espero que as questões formuladas no início tenham sido respondidas, observando-se que neste trabalho que envolve a abordagem documental, existem vários pontos de vista, sobretudo os registros contidos em cartas, documentos e publicações formam um conjunto de elementos indispensáveis para evitar ideias que não estejam bem fundamentadas.

Desde as contribuições dos antigos gregos, por meio das indagações de natureza filosófica, a fim de descrever, compreender e resolver os principais problemas que se apresentavam na época, surgiram Gottfried Wilhelm Leibniz e Isaac Newton, realizando contribuições muito importantes para a ciência nos séculos XVII e XVIII. Um dos principais pontos de convergência é a descoberta do Cálculo, fato que uniu e afastou vários matemáticos e nações, por meio do seu posicionamento a esse respeito.

Foi abordada a vida destes dois proeminentes matemáticos, suas obras e sua importância, sem fugir do foco que é a Matemática e, mais precisamente, o Cálculo, e também do efeito que a descoberta de ambos causou no mundo científico da época e suas consequências para os dias de hoje.

É fácil de constatar-se que tanto Newton quanto Leibniz tiveram sua descoberta do Cálculo, ao passo que Leibniz teve sua versão publicada antes de Newton, enquanto este último tenha desenvolvido antes da publicação de Leibniz, porém sem publicá-la. A comunidade científica da época, representada pela Sociedade Real, ratificou a primazia de Newton quanto a este ponto.

A percepção de que Newton evitou publicar devido à discórdia inicial com Robert Hooke demonstra o quanto a sua personalidade evitava entrar em situações onde notadamente não iria obter a vitória, devido à posição de Hooke na Sociedade Real naquele momento ou ainda por existirem provas de que algumas descobertas de Hooke contribuíram para o tema desenvolvido em sua obra sobre Ótica, mas que não foi feita nenhuma citação. Torna-se fácil comparar que a situação controversa entre Newton e Leibniz era próxima àquela entre Newton e Hooke. Inicialmente, a disputa foi gerada pela falta de referência de um cientista no trabalho do outro, migrando aos poucos para uma situação de posse do Cálculo ou até mesmo de poder e prestígio que a primazia pela descoberta traria.

Leibniz perdeu a disputa pela descoberta do Cálculo? Em certo sentido, sim. A sua vida e seu legado foram marcados pela disputa, por mais que tivesse apoiadores e admiradores de seu trabalho. É importante destacar que embora tenha “perdido” a disputa, a notação do Cálculo Diferencial e Integral, como chamamos cotidianamente, permanece sendo aquela que utilizou em seus trabalhos publicados. De acordo com CAJORI (1993), uma boa notação deve possuir características importantes que contribuíram para a sua adoção, como ser clara e denotar com nitidez o conceito e a operação a ser representada. Merece destaque que a boa notação deve ser flexível para o desenvolvimento da Ciência.

Partindo de caminhos distintos em direção ao que viria a ser chamado de Cálculo, Newton e Leibniz, com objetivos também diferentes chegaram ao mesmo resultado, de maneiras distintas. Newton utilizou uma linguagem rigorosa, de entendimento para poucos, com foco na simbologia e conceitos da Geometria Clássica. Leibniz, por sua vez, defendia uma fundamentação do Cálculo, utilizando um sistema simbólico de fácil compreensão. Newton se destacou não somente na Matemática, como em outras áreas da Ciência. Seus “anos milagrosos” são incomparáveis em toda a história do mundo científico, como em tão pouco tempo, tantos notáveis avanços conceituais na solução de problemas práticos da época. Não se deve deixar de destacar que a sua posição como presidente da Sociedade Real teve forte influência na produção científica inglesa.

A disputa pela prioridade na descoberta do Cálculo pode ter influenciado em certa estagnação científica, pois houve uma separação entre os matemáticos da Inglaterra e do resto da Europa, sendo que a maior parte da Europa utilizava os métodos de Leibniz, enquanto o ensino inglês valorizava as descobertas que Newton havia realizado.

A partir do panorama desenvolvido ao longo deste trabalho, pode-se determinar a influência que cada um deles teve no mundo acadêmico e discriminar o tratamento que deram ao Cálculo. Ainda hoje existe uma opinião dividida sobre o matemático que descobriu o Cálculo ou o inventor do Cálculo, mas não houve ninguém que o criou, pois sempre existiu e não deixa de ser um “olhar” diferenciado sobre o comportamento matemático em determinados problemas que a natureza ou as situações cotidianas nos impõem. Além disso, seja Leibniz ou Newton, tiveram seus resultados por meio do trabalho de outros matemáticos anteriores a eles, tais como Descartes, Galileu, entre outros.

O embate entre Newton e Leibniz traz a oportunidade ao professor de destacar aspectos da Física e da Matemática, objetos de estudo durante o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, que podem ser explorados nos momentos de ensino e de aprendizagem, seja contextualizando os fatos, assim como introduzindo habilidades e competências presentes no

Currículo de Matemática e de Física e que oportunizam metodologias ativas nas aulas destes componentes curriculares.

Espera-se que este trabalho contribua para desenvolver na rotina do professor e dos estudantes a curadoria de conhecimentos a respeito da controvérsia presente em várias situações da história da Matemática, mas principalmente no que se refere ao tema dessa dissertação que busca uma análise bibliográfica entre as alegações de cada uma das partes envolvidas nesta disputa pela primazia da descoberta do Cálculo e dos estudiosos sobre o assunto. Durante a pesquisa bibliográfica, destaca-se a busca pelas fontes de informação que advém de trabalhos de autores cujos temas de pesquisa foram reelaborados de acordo o objeto de estudo, sendo assim diferenciando-se de uma pesquisa documental (Gil, 2008, p.51). Esta diferenciação entre pesquisa documental e bibliográfica serviu para a compreensão do tipo de tratamento das informações oriundas da pesquisa para a construção desta dissertação.

A oportunidade de destacar que na Matemática, tanto Newton quanto Leibniz partiram de necessidades distintas, mas percorreram caminhos próximos, cada um adaptando sua linguagem ao conhecimento desenvolvido e obtendo um destino equivalente para suas pesquisas, assim como os estudantes podem obter resultados equivalentes, percorrendo caminhos distintos. Para uma melhor análise, seria adequado aprofundar nos resultados obtidos por cada um destes renomados cientistas para trazer oportunidades ou possibilidades de ensino do cálculo (é notório destacar que ambos obtiveram seus resultados sem utilizar o conceito de limite – conceito desenvolvido em qualquer curso de Cálculo antes de introduzir o tema derivada ou integral).

Enfim, a controvérsia intelectual existente na disputa pela descoberta do Cálculo refletiu em uma polarização entre cientistas da época, entre nações, principalmente no que tange a necessidade de afirmação pessoal e/ou social no mundo acadêmico levando a uma estagnação na evolução das descobertas, no desenvolvimento de conhecimento físico e matemático.

A pesquisa revelou-se importante em minha prática como pesquisador e professor de Matemática para ampliar meu conhecimento matemático na área do Cálculo Diferencial, pois sempre busquei contextualizar situações da História da Matemática, sem buscar muitas referências, isto é, sem verificação da autenticidade da situação, como por exemplo o “Episódio da maçã” ou “Canhão de Newton”, questionando ou oportunizando momentos em que os estudantes questionem por meio de perguntas pré-elaboradas pelo professor. Outro destaque é o olhar diferenciado sobre o tema comum, seja utilizando a Matemática como uma Ferramenta (meio) ou como Finalidade (fim).

Essa pesquisa mostrou-se relevante porque trouxe aspectos da História da Matemática em um contexto de disputa para revelar não somente aspectos históricos e bibliográficos das vidas e obras de Newton e Leibniz, assim como apontar novo olhar para o desenvolvimento de uma nova estratégia ao desenvolver tais assuntos em sala de aula que não seja apenas contar história pela curiosidade dos fatos, sem explorá-los.

REFERÊNCIAS

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1996.

BUENO, Rafael Winícius da Silva. **A construção histórica do conceito de Integral**. Editora Atena. Ponta Grossa, Paraná, 2021.

CAJORI, Florian. **A History of Mathematical Notations**. New York: Dover Publications, Inc, 1993.

CARVALHO, Tadeu F. de; D'OTTAVIANO, Itala M. L. Sobre Leibniz, Newton e infinitésimos, das origens do cálculo infinitesimal aos fundamentos do cálculo diferencial paraconsistente. **Educação Matemática Pesquisa: revista do Programa de estudos Pós-graduados em Educação Matemática**, São Paulo, v.8, n.1, p. 13-43, 2006.

CLARK, Grahame. **Pré-história mundial – um esboço**. Cambridge: University Press, 1961.

COHEN, B. I. **O Nascimento de Uma Nova Física**. Traduzido por Gilberto de Andrada e Silva. São Paulo: Edart, 1967.

EVES, Howard. **Introdução à história da Matemática**. 2ª edição. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1997.

GARBI, Gilberto G. **A Rainha das Ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática**. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2010.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. Editora Atlas, São Paulo, 2008.

GULLBERG, Jan. **Mathematics: from the birth of numbers**. W.W.Norton & Company. New York, 1996.

LEIBNIZ, Gottfried W. **Projeto a respeito de uma nova enciclopédia que deve ser redigida pelo método da descoberta**. Scientia Studia, v.5, n.1, p.95-107, 2007.

LINTZ, Rubens G. **História da Matemática**. Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, UNICAMP, Campinas, 2007.

LUCHT, Marcello; PEREIRA, Kariston. **Isaac Newton: Leis do movimento e teoria gravitacional**. Caderno de Física da UEFS. pag. 1603.1-1603.10, 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: História, lendas e tolices. in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. Livraria da Física, p.167-189, São Paulo, 2006.

MORDECHAI, Feingold; SVORENCIK, Andrej. Um censo preliminar de cópias da primeira edição dos Principia de Newton (1687). **Annals os Science**, 77(3). P. 253-348. ISSN 003-3790. DOI:10.1080/00033790.2020.1808700.

NEWTON, Isaac. **Philosophiae Naturalis Principia Mathematica**. Universidade de Cambridge, Digital Library, 2ª Edição, Cambridge, 1713.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da Filosofia Antiga**. Editora PAULUS, São Paulo, 1990.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da Ciência: da Antiguidade ao Renascimento Científico**. Fundação Alexandre de Gusmão, Brasília, 2010.

STEWART, James. **Calculus**. Cengage Learning, 2016.

SILVA, Cibele Celestino. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física (pp.167-189), 2006.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio: 1ª série do Ensino Médio**. 4 ed. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.