XXI EBEM
BARREIRAS
XXI ENCONTRO BAIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
13 a 16 de agosto de 2025
ISSN 2175-1668

Conexão Entre Infinitesimal e Integral: Uma Jornada Através do Desenvolvimento Histórico do Cálculo

Jose Carlos Santana Queiroz
Universidade do Estado da Bahia
Colégio da Polícia Militar Carlos Rosa
Alagoinhas, BA – Brasil
http://orcid.org/0000-0001-5109-3700
santanaqueirozjc@gmail.com

Valber Márcio de Argolo Melo
Universidade do Estado da Bahia
Alagoinhas, BA – Brasil
https://orcid.org/0009-0002-6338-3347
valberargolomelo@gmail.com

Adriano Pasqualotti
Universidade de Passo Fundo
Passo Fundo, RS – Brasil
https://orcid.org/0000-0001-7544-9425
pasqualotti@upf.br

Recebido • 04/04/2025
Aprovado • 05/06/2025
Publicado • 08/08/2025

Comunicação Científica

Resumo:
Este artigo explora o desenvolvimento histórico do cálculo, destacando o Teorema Fundamental do Cálculo como um marco que unifica dois conceitos anteriormente considerados distintos: a integração e a diferenciação. Por meio de uma pesquisa qualitativa são analisadas as contribuições de matemáticos proeminentes como Isaac Newton, Gottfried Wilhelm Leibniz, Augustin-Louis Cauchy, Arquimedes e Johannes Kepler. Seus trabalhos não apenas moldaram o cálculo como uma estrutura conceitual capaz de reorganizar formas de pensar e modelar fenômenos, como também promoveram transformações significativas na construção do seu conhecimento teórico. O texto contextualiza os fatores históricos que impulsionaram o surgimento do cálculo e o debate em torno da autoria entre Newton e Leibniz, culminando na sistematização que ocorreu ao longo do século XIX. Por fim, discute-se o impacto do Teorema Fundamental do Cálculo na formalização dos conceitos matemáticos, evidenciando sua importância não apenas como ferramenta analítica, mas como expressão de uma mudança paradigmática na história do pensamento científico.

Palavras-chaves: História do Cálculo; Derivação e Integração; Teorema Fundamental do Cálculo; Evolução dos Conceitos Matemáticos; Matemática e Cultura Científica.

1 Introdução

O desenvolvimento do cálculo ao longo da história não se deu de forma linear, progressiva ou puramente acumulativa. Sua emergência está associada a uma ruptura com modos anteriores de pensar o contínuo, a variação e a mudança, revelando uma reformulação conceitual profunda diante de limitações teóricas do conhecimento vigente. O cálculo é essencialmente uma atividade criativa, constituindo a formulação e a resolução de problemas o seu núcleo fundamental, e surgiu a partir de problemas oriundos de um contexto, ao apresentar resposta a desafios concretos que exigiam novas formas de entendimento, representação e análise dos fenômenos, ultrapassando os limites das técnicas voltadas apenas ao estático, como contagem e mensuração.

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

Essa dinâmica está em consonância com a concepção de ciência apresentada por Thomas S. Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (2021), segundo a qual o avanço científico ocorre por meio de mudanças paradigmáticas, e não por simples acúmulo de informações. Kuhn (2021), argumenta que a ciência normal é periodicamente interrompida por crises, que levam à substituição de paradigmas e à reorganização do conhecimento. O surgimento do cálculo pode ser compreendido, nesse contexto, como uma revolução científica que instaurou um novo modo de compreender o mundo, inaugurando um paradigma capaz de lidar com problemas até então insolúveis.

À medida que se aprofundavam os estudos sobre os conceitos de derivação e integração, distintas circunstâncias históricas e intelectuais levaram à formulação do Teorema Fundamental do Cálculo. Esse teorema estabelece a conexão entre os processos de derivar e integrar, oferecendo uma estrutura unificada para resolver problemas matemáticos antes tratados de forma separada. Com isso, o cálculo tornou-se uma ferramenta poderosa na modelagem e compreensão de fenômenos diversos, como o movimento dos corpos celestes, o fluxo de fluidos, a propagação de epidemias e as variações de lucros em sistemas econômicos.

Como observa Devlin (2010), o cálculo ampliou significativamente o escopo do pensamento formal, ao permitir a investigação rigorosa de conceitos como movimento, mudança e continuidade. Essa transformação representou um ponto de inflexão na história do conhecimento, ao introduzir novas formas de analisar o dinamismo presente nos fenômenos e de tratar situações anteriormente acessíveis apenas por aproximações intuitivas.

Além disso, o desenvolvimento do cálculo possibilitou a sistematização de procedimentos para determinar áreas sob curvas, retas tangentes e volumes de sólidos — tarefas que, até então, eram resolvidas por métodos geométricos aproximativos. Com isso, consolidou-se uma ferramenta teórica capaz de lidar com problemas complexos de forma precisa, reformulando profundamente os modos de representação e raciocínio sobre o contínuo.

Nesse processo, o conhecimento matemático passou a se consolidar por meio de provas e demonstrações rigorosas, que conferem à matemática um estatuto singular entre as ciências. Segundo D'Ambrosio (1999), as ideias matemáticas permeiam toda a evolução humana e fazem parte do repertório de estratégias criadas para compreender o mundo, interagir com o meio e produzir explicações sobre a realidade. Ainda que profundamente vinculada à experiência empírica, a matemática distingue-se por seu caráter dedutivo, exigindo que as proposições sejam justificadas por meio de argumentos sistemáticos.

Este artigo tem como objetivo analisar os fundamentos históricos e teóricos do cálculo, com destaque para o papel do Teorema Fundamental do Cálculo como elo entre derivação e integração. A investigação é de natureza qualitativa e descritiva, pois busca compreender os significados e contextos que levaram à formulação desse teorema, conforme os princípios dessa modalidade de pesquisa, conforme Minayo (2001). Tal abordagem permite integrar teoria e prática, ampliando a compreensão sobre os processos históricos que deram origem a uma das mais relevantes construções da matemática clássica.

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

2 Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa e descritiva, com ênfase em uma abordagem histórico-interpretativa. A escolha metodológica fundamenta-se na intenção de compreender o processo de construção dos conceitos de derivação e integração a partir de sua evolução histórica, bem como de analisar os contextos sociais, científicos e culturais que levaram à formulação do Teorema Fundamental do Cálculo. Como destaca Minayo (2001), a pesquisa qualitativa é especialmente apropriada para investigar fenômenos cujas dimensões envolvem significados, valores, ideias e práticas culturais, sendo, portanto, adequada para estudos na área da história da ciência e da matemática.

A pesquisa descritiva, por sua vez, permite expor características, processos e relações presentes no desenvolvimento dos conceitos matemáticos, sem a preocupação com a manipulação de variáveis ou com a experimentação empírica. Para Minayo (2001), a pesquisa descritiva visa descrever as características detalhadas do fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis e que se concentra em detalhar aspectos específicos, sem manipular ou intervir no fenômeno estudado.

Neste trabalho, o foco recai sobre a análise documental e bibliográfica de diversas fontes primárias e secundárias, buscando-se outras interpretações ou informações complementares que consistem em novas abordagens do conhecimento que trata da evolução do cálculo, bem como sobre as contribuições de matemáticos como Arquimedes, Kepler, Cavalieri, Newton, Leibniz, Cauchy, entre outros. Essa análise não se limita a uma cronologia dos eventos, mas busca interpretar os movimentos conceituais que permitiram a unificação dos campos da integração e da diferenciação.

Os procedimentos metodológicos envolveram a leitura crítica e sistemática de obras clássicas e contemporâneas da história da matemática, livros de cálculo e publicações especializadas. Foram utilizadas como principais referências os trabalhos de Boyer (2010), Eves (2004), Stewart (2014), Devlin (2010) e D'Ambrosio (1999), entre outros, que abordam o desenvolvimento histórico dos conceitos matemáticos sob diferentes perspectivas epistemológicas. As fontes foram selecionadas com base em sua relevância acadêmica e sua contribuição para o entendimento do tema proposto.

A análise dos dados ocorreu por meio da articulação entre os registros históricos e as interpretações conceituais, buscando identificar as rupturas e continuidades no processo de sistematização do cálculo. Essa análise teve como propósito destacar como a formulação do Teorema Fundamental do Cálculo resultou de um esforço coletivo e progressivo, no qual múltiplas contribuições individuais, associadas a contextos específicos, desempenharam papel central na consolidação do pensamento matemático moderno.

A opção por uma abordagem qualitativa também se justifica pela complexidade do objeto de estudo, que envolve tanto dimensões técnicas quanto filosóficas da matemática. Nesse sentido, a pesquisa privilegia uma visão interdisciplinar, considerando que a construção do conhecimento matemático não pode ser dissociada dos contextos históricos, culturais e científicos da época em que os conceitos foram desenvolvidos. Tal perspectiva permite compreender o Teorema Fundamental do

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

Cálculo não apenas como um resultado técnico, mas como uma síntese de ideias que atravessaram séculos e transformaram profundamente o modo como a matemática é concebida e aplicada.

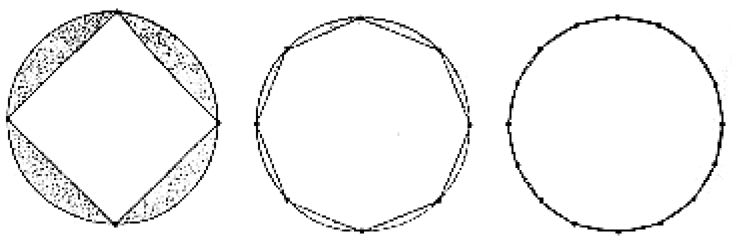
3 Integração

A origem do cálculo integral remonta às sociedades matematicamente desenvolvidas da Antiguidade, como o Egito e a Grécia, onde surgiram as primeiras tentativas de estimar áreas, volumes e comprimentos de arcos. Essas demandas práticas impulsionaram o desenvolvimento de técnicas rudimentares de integração, que foram se tornando progressivamente mais sofisticadas ao longo dos séculos. Historiadores da matemática, como Eves (2004) e Boyer (2010), destacam evidências desses esforços em registros históricos, como o Papiro Egípcio de Moscou, que apresenta problemas resolvidos com métodos notavelmente semelhantes às fórmulas de integração utilizadas atualmente.

Um marco fundamental nesse processo foi o chamado método da exaustão, formulado por Eudoxo de Cnido. Este método baseava-se na subdivisão indefinida de uma grandeza, permitindo uma aproximação cada vez mais precisa de áreas e volumes. Arquimedes, desenvolvendo esse princípio, aplicou-o com notável rigor matemático, obtendo resultados equivalentes aos que hoje são obtidos por meio de integrais definidas. Segundo Eves (2014), Arquimedes demonstrou que, ao se subtrair sucessivamente metades de uma grandeza, chega-se, após repetições suficientes, a uma porção menor que qualquer quantidade previamente estipulada — uma antecipação intuitiva do conceito moderno de limite.

De acordo com Boyer (2010), o método da exaustão consistia em esgotar uma região desconhecida por meio da soma de áreas conhecidas. A técnica envolvia a inscrição sucessiva de polígonos dentro de uma figura curva, aumentando-se gradualmente o número de lados desses polígonos até que a área estimada se aproximasse da real. Essa abordagem, embora geométrica, representa um embrião do raciocínio integral.

Figura 1. Método de Exaustão de Arquimedes.



Fonte: Boyer (2010).

Durante séculos, as ideias de Arquimedes permaneceram como o padrão mais rigoroso para o cálculo de áreas sob curvas. Contudo, foi apenas no final do século XVI, em plena Europa Ocidental, que novos avanços foram feitos. Os estudos em física, especialmente na mecânica, exigiam o cálculo de centro de gravidade, impulsionando matemáticos como Luca Valerio, que publicou em 1606, *De quadratura parabolae*, retomando e refinando os métodos gregos para tratar áreas curvilíneas.

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

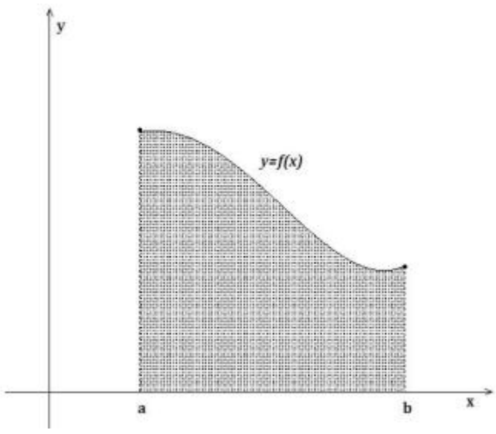
Outro avanço significativo ocorreu com Johannes Kepler, que ao estudar o movimento dos planetas, enfrentou o desafio de calcular áreas de regiões elípticas. Para isso, desenvolveu um método aproximativo baseado na soma de linhas e fatias planas — os chamados infinitésimos. Essa técnica, embora imprecisa, prenunciava o conceito moderno de soma integral. Kepler aplicou o mesmo princípio ao cálculo de volumes de sólidos de revolução, demonstrando a eficácia do raciocínio baseado na adição de elementos infinitesimais.

No século XVII, essas ideias foram aprofundadas por Cavalieri, que em sua obra *Geometria indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota*, propôs que áreas poderiam ser concebidas como somas de segmentos indivisíveis e volumes como somas de áreas igualmente indivisíveis. Conforme destaca Boyer (2010), Cavalieri concebeu uma figura geométrica como composta de elementos atômicos — antecipando de maneira notável a moderna integral definida.

Posteriormente, John Wallis aritmetizou o método de Cavalieri em sua obra *Arithmetica Infinitorum (1655*), utilizando princípios de indução e interpolação. Suas contribuições anteciparam, inclusive, aspectos do trabalho de Euler com a função gama. Paralelamente, Pierre de Fermat desenvolveu técnicas algébricas para calcular áreas sob curvas do tipo $y = kx^n$, com n variando entre positivos e negativos inteiros. Utilizando séries geométricas, Fermat chegou à fórmula geral da integral dessas curvas, antecipando resultados formalizados apenas posteriormente.

A culminação desses avanços ocorreu com Leibniz, que em 1684 e 1686 publicou seus estudos sob o título *Calculus Summatorius*. Foi ele quem introduziu a notação $\int$ (um "s" longo), representando a soma dos infinitésimos. Para Leibniz, a área sob uma curva era a soma dos retângulos infinitesimais formados pelas ordenadas e os incrementos diferenciais de abscissas. Em suas palavras: "represento a área de uma figura pela soma das áreas de todos os retângulos infinitesimais definidos pelas ordenadas e pelas diferenças entre as abscissas... $\int$ y dx" (Eves, 2004, p. 148). Enquanto Leibniz adotava uma abordagem analítica, Newton, trabalhando de forma independente, desenvolvia o conceito a partir de uma perspectiva geométrica, utilizando os termos fluents (funções) e fluxions (derivadas).

Figura 2. A integral definida como área sob uma curva.



Fonte: Flemming e Gonçalves (2013).

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

A notação de Leibniz, por sua clareza e eficiência, prevaleceu e é adotada até os dias atuais. A formalização moderna da integral definida consiste em calcular a área sob uma curva entre dois pontos a e b, por meio da diferença entre os valores da primitiva da função nos extremos do intervalo. Essa área corresponde à região delimitada pelo gráfico da função, pelas retas verticais $x = a$, $x = b$, $y = f(x)$, e pelo eixo x.

Figura 3. Integral definida

$$\int_a^b x^p\,dx = \left.\frac{x^{p+1}}{p+1}\right|_a^b$$

Fonte: Eves (2011).

As contribuições posteriores de matemáticos como Augustin-Louis Cauchy, Carl Friedrich Gauss e Bernhard Riemann aprofundaram significativamente a compreensão dos processos de integração, promovendo avanços teóricos que culminaram na formulação de conceitos e propriedades fundamentais ainda utilizados na atualidade. A partir de seus trabalhos, o cálculo integral consolidou-se como uma ferramenta indispensável para a análise de variações contínuas, oferecendo uma linguagem rigorosa e versátil para descrever e resolver problemas envolvendo mudança, acumulação e transição entre estados.

4 Derivação

O conceito de derivação constitui um dos pilares fundamentais do cálculo moderno e tem suas origens na tentativa de compreender o comportamento local das curvas, especialmente no que se refere à determinação de retas tangentes e à identificação de pontos de máximo e mínimo. A diferenciação, enquanto processo teórico, emergiu da necessidade de quantificar variações instantâneas e de resolver problemas que envolviam mudanças contínuas — desafios que acompanharam o pensamento técnico e matemático desde os períodos mais remotos da história.

Segundo Eves (2014), a primeira formulação sistematizada de um método diferencial remonta a 1629, tendo como precursor o astrônomo Johannes Kepler. Ele observou que, nos pontos de máximo ou mínimo de uma função, os incrementos assumiam valores mínimos ou nulos, sinalizando uma abordagem embrionária da noção de derivada. No entanto, foi com o matemático francês Pierre de Fermat que a diferenciação ganhou contornos mais definidos. Inspirando-se nas ideias de Kepler, Fermat desenvolveu um método para determinar os extremos de funções, observando que, quando um incremento tende a zero, o valor da função antes e depois desse incremento se torna praticamente igual.

A técnica de Fermat consistia em identificar os pontos da curva nos quais a tangente apresentava inclinação nula, ou seja, onde a taxa de variação da função se anulava. Esse raciocínio conduziu ao princípio de que, para localizar máximos ou mínimos, bastava encontrar os pontos onde

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

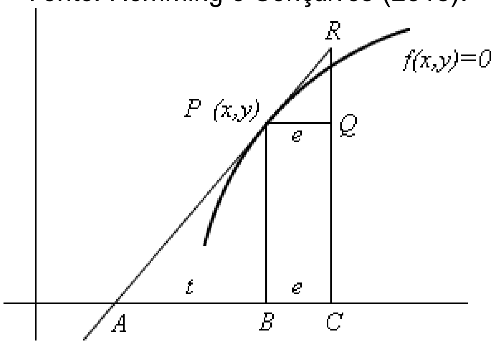
a variação marginal desaparecia. Embora seu método não distinguisse adequadamente entre máximos e mínimos, e desconsiderasse condições de concavidade, representou um avanço notável para a época.

Conforme observa Eves (2004), a abordagem de Fermat também propôs um procedimento geral para traçar tangentes a curvas definidas por equações cartesianas, introduzindo a noção de subtangente, uma etapa importante para a geometrização do problema.

Essas concepções iniciais, ainda que limitadas, pavimentaram o caminho para a definição moderna de derivada, que se consolidou a partir do conceito de limite. O método baseia-se em selecionar dois pontos sobre uma curva e traçar uma reta secante que os conecte. À medida que os pontos se aproximam infinitesimalmente, a inclinação da secante converge para a inclinação da tangente, definindo assim a derivada como o limite da razão de variações — a conhecida razão incremental. Essa formalização permitiu à matemática tratar rigorosamente a ideia de variação instantânea, que antes era apenas intuída de forma geométrica.

A relação entre o método das tangentes e a noção de taxa de variação abriu novas perspectivas para a matemática e as ciências. A derivada passou a ser interpretada como uma função que associa a cada ponto de uma curva sua taxa de variação instantânea. Assim, além de identificar extremos locais, tornou-se possível estudar o crescimento e decrescimento de funções, a concavidade de gráficos e a velocidade com que determinados fenômenos ocorrem.

Figura 4. Reta tangente num ponto de uma curva
Fonte: Flemming e Gonçalves (2013).



Essa evolução conceitual culminou nos trabalhos de Newton e Leibniz, que, embora tenham desenvolvido suas ideias de forma independente, compreenderam a diferenciação como um processo sistemático de análise da mudança. Newton introduziu o termo fluxion para descrever a derivada, pensando nas quantidades variáveis como fluentes ao longo do tempo. Já Leibniz adotou uma notação simbólica mais eficiente, utilizando ${dy}/_{dx} = y'$ para expressar a razão entre dois diferenciais infinitesimais — abordagem que se tornou padrão na matemática clássica.

A derivação, portanto, consolidou-se como uma ferramenta poderosa para descrever o mundo em transformação. Seja no estudo da aceleração de um corpo, na análise do crescimento populacional, na otimização de processos econômicos ou na variação de concentrações químicas, a aplicação da derivada se tornou essencial. Além disso, sua relação intrínseca com a integração,

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

posteriormente formalizada no Teorema Fundamental do Cálculo, revela o caráter profundamente interligado das operações fundamentais do cálculo.

Em síntese, o desenvolvimento da derivação ilustra como a matemática evolui por meio da generalização de problemas concretos, da abstração progressiva de ideias e da criação de linguagens simbólicas que tornaram possível modelar com precisão os fenômenos da natureza. A diferenciação, ao quantificar a mudança em sua forma mais elementar, representou uma das maiores conquistas intelectuais da história das ciências.

5 Apresentando o Teorema Fundamental do Cálculo

O desenvolvimento do cálculo ao longo da história está profundamente vinculado à tentativa de compreender e quantificar mudanças contínuas na natureza. Desde a Antiguidade, matemáticos já utilizavam métodos de aproximação para determinar áreas e volumes. Um exemplo notável é o método da exaustão, formulado por Eudoxo de Cnido, que consistia em subdividir indefinidamente uma grandeza para obter aproximações cada vez mais precisas. Esse procedimento foi amplamente explorado e aprimorado por Arquimedes, estabelecendo as bases do que viria a ser a concepção do cálculo integral.

Com o avanço dos estudos nos séculos XVI e XVII, emergiram duas abordagens complementares no tratamento das variações contínuas: o cálculo diferencial, voltado para a determinação de retas tangentes e taxas de variação, e o cálculo integral, focado na determinação de áreas, volumes e outras grandezas acumuladas. Inicialmente, essas vertentes se desenvolveram de forma relativamente independentes, cada uma com seus próprios métodos e objetivos. No entanto, investigações mais aprofundadas revelaram uma conexão estrutural entre esses dois domínios, apontando para uma unidade conceitual que viria a ser formalizada posteriormente.

Essa relação culminou na formulação do Teorema Fundamental do Cálculo, que estabelece a conexão entre derivação e integração, demonstrando que essas duas operações são, de fato, inversas. Essa unificação representou um dos momentos mais significativos da história da matemática, pois forneceu uma estrutura teórica coesa e eficiente para resolver uma ampla gama de problemas científicos.

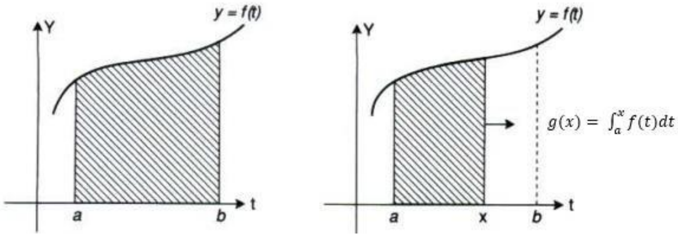
O entendimento do movimento, por exemplo, foi um dos motivadores centrais para essa descoberta. Galileu e, posteriormente, Torricelli e Barrow estudaram o movimento de corpos sob aceleração variável. Concluiu-se que a velocidade é a derivada da posição e, inversamente, a posição é a integral da velocidade. A partir dessa ideia, percebeu-se que a integração poderia ser entendida como o processo inverso da diferenciação — uma percepção que se consolidaria na obra de Newton. Isaac Newton, dando continuidade aos estudos de Barrow, formalizou essa relação por meio dos conceitos de fluxions (derivadas) e fluents (integrais), desenvolvendo o cálculo como instrumento para a construção de sua mecânica clássica. Para Newton, encontrar a integral de uma função correspondia a determinar a função original da qual uma derivada havia sido obtida — ou seja, integrar

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

era reverter o processo de diferenciar. Ele aplicou esse raciocínio, por exemplo, ao relacionar a aceleração, a velocidade e a posição de um corpo em movimento.

Enquanto Newton adotava uma abordagem geométrica, Leibniz, de forma independente, estruturava o cálculo com base em uma notação simbólica eficiente e generalizável. Embora não tenha formulado explicitamente o teorema como o conhecemos hoje, sua notação e interpretação analítica foram essenciais para a posterior formalização. O termo "cálculo integral" foi introduzido por Johann Bernoulli e amplamente difundido por seu irmão Jacques Bernoulli e por Leonhard Euler, que sintetizou e ampliou os conhecimentos existentes na época.

Figura 5. Áreas sob uma curva



Fonte: Flemming e Gonçalves (2013)

A formulação moderna do Teorema Fundamental do Cálculo é dividida em duas partes interdependentes. Segundo Stewart (2014), a primeira parte afirma que, se uma função f é contínua em um intervalo fechado $[a, b]$, então a função definida por

$$g(x) = \int_a^x f(t)dt$$

é contínua em $[a, b]$, derivável em (a, b), e sua derivada é dada por $g'(x) = f(x)$. Em termos intuitivos, essa afirmação indica que a operação de integração acumula a área sob o gráfico da função f, e que essa função acumuladora tem como derivada a própria função original — revelando, assim, a integração como um processo reversível. A segunda parte do teorema estabelece que, se f é contínua no intervalo fechado $[a, b]$ e F é uma primitiva de f (isto é, $F'(x) = f(x)$), então:

$$\int_a^b f(x)dx = F(\text{b}) - F(a)$$

Essa segunda parte oferece um método prático para calcular integrais definidas a partir das primitivas, substituindo o cálculo por somas infinitesimais por uma simples subtração de valores. Tal resultado não apenas simplifica o trabalho computacional, mas também evidencia a eficiência e a economia dos métodos matemáticos quando fundados em estruturas teóricas sólidas.

A consolidação do Teorema Fundamental do Cálculo marcou uma transformação conceitual decisiva ao estabelecer uma conexão estrutural entre os processos de diferenciação e integração. Essa articulação deu origem a noções centrais como limite, continuidade, integrabilidade e diferenciabilidade, oferecendo uma nova estrutura teórica para abordar fenômenos de variação

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

contínua. Tal formulação ultrapassou as abordagens anteriores, reformulando não apenas métodos de resolução de problemas, mas também os próprios fundamentos do raciocínio matemático.

De acordo com a perspectiva proposta por Kuhn (2021), esse avanço não deve ser compreendido como mero resultado de um acúmulo linear e progressivo de descobertas. Trata-se, antes, de uma mudança paradigmática, na qual contribuições anteriormente isoladas foram reinterpretadas sob uma nova lógica, promovendo uma reestruturação profunda no campo do cálculo. Assim, o desenvolvimento do cálculo não exemplifica a continuidade do saber, mas sua reorganização a partir de rupturas que redefinem os modos de pensar e operar no interior da própria área.

6 Conclusão

O Teorema Fundamental do Cálculo representa uma das mais expressivas reformulações conceituais da história do pensamento matemático, ao articular dois procedimentos — a integração e a diferenciação — que, por muito tempo, evoluíram de forma independente. Essa unificação não apenas ampliou o alcance teórico do cálculo, como também reorganizou profundamente seus fundamentos, viabilizando novas formas de abordagem para problemas que envolvem variação e continuidade.

Newton e Leibniz, que de forma independente foram considerados os fundadores do Teorema Fundamental do Cálculo, e perceberam a sua funcionalidade ao áreas e integrais de uma maneira mais fácil, diferente da que era feita antigamente, onde elas eram calculadas como limites de somas, constituindo-se um dos instrumentos mais eficazes para a resolução de problemas matemáticos e fenômenos físicos.

Ao longo do artigo, evidenciou-se que o desenvolvimento do cálculo não deve ser compreendido como um processo linear e progressivo, mas sim como uma trajetória marcada por descontinuidades, reconstruções e mudanças de paradigma, conforme Kuhn (2021). A transição das aproximações geométricas dos pensadores da Antiguidade para os métodos dos infinitésimos e, posteriormente, para a formulação sistemática do teorema, ilustra uma série de rupturas epistêmicas que reconfiguraram o campo, transformando não apenas técnicas, mas também a própria concepção de cálculo.

O impacto dessa formulação transcende sua dimensão técnica, pois representa uma mudança na maneira de pensar o contínuo, articulando de forma inovadora os conceitos de acumulação e variação instantânea. A compreensão dessa trajetória histórica revela que o conhecimento não se constrói de forma acumulativa e estável, mas por meio de reformulações criativas que reorganizam o campo e os modos de raciocínio aceitos em cada época.

Mais do que um marco técnico, o Teorema Fundamental do Cálculo expressa o potencial humano de abstração, de reconstrução conceitual e de superação de impasses teóricos. Ao reconhecer o percurso histórico e epistemológico que levou à sua formulação, evidencia-se a importância de uma abordagem formativa da matemática que vá além da aplicação de algoritmos, promovendo o entendimento crítico, reflexivo e culturalmente situado dos conceitos ensinados.

Anais do XXI Encontro Baiano de Educação Matemática
v. 1, n. 21, p. 1-11, 2025

Por fim, ao considerar o desenvolvimento do cálculo sob a ótica das revoluções científicas, reforça-se a relevância de práticas pedagógicas que valorizem a historicidade do conhecimento. Essa perspectiva amplia a compreensão sobre o ensino da matemática, estimulando uma aprendizagem que considere não apenas os conteúdos, mas também os processos de transformação intelectual que os constituíram.

Referências

BOYER, Carl B. História da matemática. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A história da matemática: questões historiográficas, políticas e reflexos na educação matemática. In: APARECIDA, Maria; BICUDO, Virgínia Kastrup (org.). Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. p. 97-116.

DEVLIN, Keith. O gene da matemática. 5. ed. Rio de Janeiro: Record, 2010.

EVES, Howard. Introdução à história da matemática. Trad. Hygino H. Domingues. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2004.

FLEMMING, Diva Marília; GONÇALVES, Miriam Buss. Cálculo A: funções, limite, derivação e integração. 6. ed. rev. e atual. São Paulo: Pearson, 2013.

KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2021.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

STEWART, James. Cálculo. Vol. 1. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.