

REDESCOBRINDO A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA: CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL DO PERÍODO GREGO AO SEC. XVII

Eimard Gomes Antunes do Nascimento- Jeanne D'arc de Oliveira Passos- Nicolino Trompieri Filho- Alessandro Mendonça Nassarela
eimard@gmail.com- jeannepassos@gmail.com- trompieri@hotmail.com-
nassarela.alessandro@gmail.com
Universidade Federal do Ceará (UFC)- Universidade Estadual do Ceará – UECE-
Universidade Federal do Ceará (UFC)- Universidade Federal do Ceará (UFC)
Instituto GeoGebra Fortaleza (IGGF) / Brasil

Tema: III.6 - Educação Matemática e História da Matemática.

Modalidade: CB

Nível educativo: Todos.

Palavras chaves: História da Matemática. Matemática. História do Cálculo. Cálculo.

Resumo

Este artigo tem como objetivo proporcionar uma reflexão para os alunos de nível médio e superior apontando uma nova faceta do desenvolvimento da história da matemática. Proporcionando uma aproximação com os teóricos e despertando sua curiosidade e censo de pesquisa. Apresenta-se a época onde teve o declínio do estudo e da pesquisa do Cálculo, causando uma “lacuna” na sua evolução histórica e o desenvolvimento da Matemática. Destacando alguns fundadores do pensamento matemático até o final do período grego, seu parcial declínio no período medieval e o novo apogeu nos século XVII em relação ao nível da matemática no mundo ocidental. Ressaltando as influências das ideias de Isaac Newton (1642-1727) e Gottfried W. Leibniz (1646-1716). Veremos teóricos conhecidos e desconhecidos que apresentaram concepções que contribuíram para o ressurgimento e a reconstrução do CDI. A pesquisa é de caráter histórico e bibliográfico. Como objetivo específico, busca-se relacionar esses teóricos a realidades dos alunos, do sentido à linguagem matemática, conseqüentemente, motivá-los ao estudo das ideias desenvolvidas por estes estudiosos e contribuindo dessa forma, condições para que possam compreender o contexto e a necessidade em que essas ideias foram desenvolvidas com fins de resolução de problemas.

1 Introdução

Quando se trata da história do Cálculo Diferencial e Integral (CDI) tem muitas divergências e controvérsias, alguns autores da História da Matemática, tais como: Bell, 1945; Boyer, 1959; Boyer, 1993; Edwards, 1979; Kline, 1972; Maor, 2003; Hairer & Wanner, 2008. Mostram que a história dessa área da Matemática é densa e cheia de “lacunas”, mas nessa pesquisa se procurou fazer uma abordagem rápida e clara. Ressalta-se que a presente pesquisa é de cunho histórico e bibliográfico.

A presente pesquisa aborda desde a origem intuitiva do Cálculo (Gregos) a sua concepção na mais plena magnitude Matemática (Newton e Leibniz). Far-se-á referência à importância de alguns pensadores e a busca na História da Matemática pela “paternidade” do Cálculo. Nesta pesquisa será abordada a origem do Cálculo que foi na Grécia antiga, falando de alguns pensadores da época e suas contribuições, o declínio em relação a pesquisa em matemática e até chegar aos grandes matemáticos Newton e Leibniz.

2 A Origem do Cálculo Diferencial e Integral (CDI)

Ao tentar descrever, mesmo que sucintamente, as origens do Cálculo é necessário primeiro definir a nomenclatura “Cálculo” para se entender o significado e também de onde veio esta palavra tão usada pelos matemáticos na atualidade. Em seu livro Boyer (1993) traz o seguinte apontamento:

Os infinitivos “calcular” e “computar” têm significados semelhantes, relacionados com a realização de processos numéricos. O último está associado, tanto etimologicamente como no sentido corrente, com processos mentais. O primeiro, por outro lado, traz desde sua origem uma conotação de manipulação não deliberada, pois “calcular” no passado significou “fazer contas por meio de seixos”. A palavra “cálculo” é o diminutivo de calx, que em latim significa “pedra”. Em medicina, o significado literal ainda se preserva na expressão “cálculos renais”, usada para pedras nos rins.

Observa-se que Boyer (1993) no trecho acima, expressa que a palavra Cálculo que se utiliza na Matemática em situações diversas, está associada com os processos mentais exigidos para a compreensão de situações que não estão limitadas a mera interpretação da nomenclatura no sentido de pedras, conforme se pode observar na medicina. Mas ao surgimento da intuição do Cálculo, falando em termos de CDI, de acordo com Maor (2003, p.61) é aos gregos que se deve a ideia que dá sustentação ao CDI:

Geralmente se diz que o Cálculo foi inventado por Issac Newton (1642-1727) e por Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) durante a década de 1665-1675, mas isso não é inteiramente verdadeiro. A ideia central por trás do cálculo de usar o processo de limite para derivar resultados sobre objetos comuns, finitos recua até a época dos antigos gregos. Arquimedes de Siracusa (cerca de 290-212 a.C.), o lendário cientista cuja inventividade militar teria desafiado os invasores romanos de sua cidade durante mais de três anos, teria sido um dos primeiros a usar o conceito de limite para calcular a área e o volume de várias formas planas e sólidas. (MAOR, 2003, p.61)

Apesar de vários estudiosos da área divergir sobre o assunto aqui proposto, conforme Barbosa (2004, p.19), em sua pesquisa, conclui que “livros diferentes ressaltam aspectos distintos, concepções múltiplas”. Já foi definida a origem da palavra Cálculo, agora para o prosseguimento do estudo tornasse necessário saber quem inventou e onde surgiu o CDI.

Segundo Nascimento & Nassarela & Sousa (2013), verifica-se que “talvez tenha sido Zenão de Eléia (495 - 430 a.C.) e seus paradoxos que teve início a este estudo, porém se tem uma controvérsia dos historiadores em relação à sua interpretação e influência sobre a Matemática grega, mas o fato é que existe um certo consenso que o CDI iniciou na Grécia antiga, pelo menos termos de noção inicial.”

Após Zenão, surgiram Arquimedes de Siracusa (287 a.C. – 212 a.C.) e também Apolônio de Rodes (295 a.C. – 230 a.C.) que utilizavam métodos geométricos, que diferiam entre si, para a determinação de tangentes, parábolas, elipses e hipérbolas. Tendo em vista que os gregos já conheciam a reta tangente como sendo uma reta que intercepta uma curva num único ponto, é claro que o Cálculo é o resultado de um longo período de pensamento matemático que foi sendo desenvolvido ao longo do tempo e com muita dificuldade. (Nascimento & Nassarela & Sousa, 2013)

Usando a natureza e a geometria como campo de estudo, os pitagóricos desenvolveram a teoria de comparação de grandezas que se desenvolveu até chegar ao método de exaustão de Arquimedes, que era muito próximo ao método de integração moderno, em seu livro Boyer (1949) escreve:

O método da exaustão corresponde a um conceito intuitivo... . A noção de limite por outro lado pode ser considerada como verbal, a explicação que é dada em termos de palavras e símbolos como números, sequência infinita menor do que, maior do que, sem qualquer visualização mental, mas à sua definição de elementos à priori não definidos.

Naquela época os gregos já sabiam calcular a área de qualquer região poligonal, dividindo-a em triângulos e somando as áreas obtidas. Para o cálculo de áreas de regiões planas limitadas por curvas, eles usavam o chamado método da exaustão, alguns autores atribuem a Eudoxo (406 –355 a.C.) o descobrimento, mas o certo é que foi desenvolvido e aperfeiçoado por Arquimedes (287 –212 a.C.), grande matemático da escola de Alexandria.

Continuando essa linha do tempo, se considera que o último matemático importante na idade antiga talvez tenha sido Pappus de Alexandria (290-350 d.C.), o que hoje é chamado de "comentarista". Embora fosse o principal matemático grego da sua época, a Matemática original que ele criou era muito pequena em limites de informações, em especial quando comparada com grandes matemáticos clássicos como Arquimedes e Apolônio. A fama de Pappus reside em sua extensa obra denominada *The collection*, na qual ele reuniu uma lista eclética de obras antigas (algumas atualmente perdidas) de alguns autores da época. Nesse compêndio, ele acrescentou um número considerável de

suas próprias explicações e ampliações. *The collection* contém oito livros, ou capítulos, cada um existindo como uma obra única.

3 O Declínio dos estudos na História do CDI

Pappus foi o último matemático importante da antiguidade; depois dele, o nível da Matemática no mundo ocidental decaiu sistematicamente por quase um milênio. A civilização romana foi em geral inóspita para com a Matemática. Nos séculos XII e XIII a Europa latina tornou-se receptiva à cultura clássica, transmitida através do grego, árabe, hebreu, sírio e outras línguas, mas o nível da Matemática na Europa medieval permaneceu muito abaixo daquele do mundo grego antigo.

Neste período ocorreu uma “lacuna” na história da Matemática, não se tem relatos de quase nada. O que foi uma pena, pois a Matemática vinha numa crescente e de repente estagnou com prejuízos incalculáveis para a humanidade, talvez o mundo estivesse mais desenvolvido se não tivesse ocorrido essa “ruptura”.

Também segundo Nascimento (2013) se sabe que a “Matemática árabe e hindu no período medieval pouco se preocupou com questões que no futuro conduziriam ao Cálculo.” No entanto, os árabes desempenharam papel importantíssimo na preservação e principalmente, transmissão para Europa dos trabalhos dos gregos que poderia muito bem ter sido perdido.

Em um trabalho desenvolvido sobre a história do CDI, Souza (2001) afirmou que o CDI assim como outras áreas da Matemática, surgiu e se desenvolveu a partir de uma combinação entre problemas e formulações de conceitos e teorias adequadas para resolvê-los.

Dessa forma pode perceber que os estudos realizados pelos gregos realmente, foram de fundamental importância no desenvolvimento do CDI, claro que a formalidade só viria a aparecer mais adiante conforme será exposta a frente. Mas “pai” é o que gera o embrião segundo a ciência e, portanto foram dos gregos a responsabilidade por esse embrião, aqui não se vai dizer se foi Arquimedes ou Zenão, mas a sua totalidade.

4 O Resurgimento dos estudos do CDI

A volta ao estudo do Cálculo só aconteceu com Nicole Oresme (1323-1382 d.C.), que era bispo de Lisieux. O trabalho de Oresme marca um avanço notável na análise Matemática. Ele tinha percepção clara da aceleração e da aceleração uniforme. Foi o primeiro a dar um passo significativo na representação de uma taxa de variação por uma

reta. Apesar de não ter dado uma definição satisfatória da velocidade instantânea, ele se esforçou a clarificar a questão por acentuar que quanto maior for a velocidade, maior é a distância percorrida se o movimento continuar uniformemente a essa taxa. Uma das questões resolvidas por ele foi a proposição segundo a qual “a distância percorrida por um corpo a partir de repouso e movendo-se com uma aceleração constante é a mesma que o corpo percorreria se movesse com a velocidade constante que é a metade da velocidade final”.

Com Johannes Kepler (1571-1630) o Cálculo volta ao palco, pois este pensou nas áreas de figuras planas e volumes de sólidos como um número infinito de elementos infinitesimais, pode ter sido influenciado pelo método da exaustão dos gregos já exposto anteriormente. Também Galileu Galilei (1564-1642) desenvolveu um método de integração, mostrando que, para aceleração uniforme a área sob a curva velocidade versus tempo era a distância percorrida. Os seus trabalhos chegaram muito perto do teorema fundamental do cálculo. Já Bonaventura Cavalieri (1598-1647) usou as ideias de Kepler e Galileu, dando continuidade ao estudo de áreas de figuras planas e volumes a partir de indivisíveis. Não se pode deixar de mencionar os trabalhos de Pierre de Fermat (1601-1665), o maior dos amadores da Matemática, foi responsável pela invenção do que hoje é chamado de diferenciação, este descobriu um método surpreendentemente simples de achar máximos e mínimos de curvas polinomiais.

De acordo com Cajori (2007) nesta fase da história as séries infinitas ganharam destaques no desenvolvimento dos estudos do CDI, onde temos Pietro Mengoli (1626 – 1686) de Bolonha, que tratou delas no livro *Novae quadraturae arithmeticae*, de 1650, onde provou a divergência da série harmônica dividindo seus termos em um número infinito de grupos, tais que a soma dos termos em cada grupo é maior que 1.

Segundo o mesmo autor, tivemos o príncipe dos filósofos e um dos maiores cientistas do século XVII, que foi Christian Huygens (1629 – 1695), nascido em Haia, notável como físico, astrônomo e como matemático é tido como um predecessor valioso de Sir Isaac Newton. Huygens escreveu um tratado no qual aponta as falácias de Gregory St. Vincent sobre quadratura. Ele próprio fez uma notável e refinada aproximação do comprimento de um arco circular.

Mas o descobrimento formal do CDI veio com Isaac Newton (1643-1727) e Gottfried Wilhelm Von Leibniz (1646-1716). “Estes dois têm espaços diferenciados na história do CDI, pois ocupa uma posição central” segundo Mateus (2007). Serão feitas uma

abordagem diferenciada para esses dois grandes notáveis da Matemática. Isaac Newton (1643-1727) nasceu em 4 de janeiro de 1643, em Woolsthorpe, Lincolnshire, na Inglaterra. Tinha uma característica solitária, insegura e com temperamento difícil, devido a perda de seu pai que morrera antes de seu nascimento e após teve ser criado pelo seu avô.

Já Gottfried Wilhelm Von Leibniz (1646-1716), nasceu em 1º de julho de 1646, em Leipzig, na Saxônia, Alemanha, filho de um professor universitário de filosofia. Ingressou no curso de Direito na Universidade de Leipzig em 1661, obteve o título de Bacharel em 1663, entretanto, em 1666 lhe recusaram o título de doutor, pois era muito jovem. Mas Leibniz não desistiu, e em 1667 dirigiu-se a Universidade de Altdorf, onde defendeu sua tese de doutorado com sucesso. Tinha um temperamento forte e não gostava de divergências, não escondia essa forma de agir, onde era refletido em seus estudos e pesquisas.

Segundo Mateus (2007), ocorre uma diferença entre as contribuições de Newton e Leibniz, conforme afirma:

[...] Newton formulou regras e procedimentos sistemáticos para o cálculo infinitesimal. Ele alargou o âmbito de aplicação das técnicas da diferenciação e da integração, diferentemente do que acontecia com os seus predecessores [...] já Leibniz [...] aperfeiçoou os conceitos de diferenças infinitamente pequenas e somas de seqüências, introduzindo uma notação adequada.

Com efeito, observa-se que são trabalhos distintos, mas a história colocaria os dois num duelo implacável, principalmente pelo lado de Newton que moveu “montanhas” para desmascarar Leibniz no meio acadêmico. Numa concepção parecida Boyer (2001) faz algumas abordagens sobre os estudos de ambos, onde relata que:

Isaac Newton entendia que as quantidades geométricas são geradas por movimentos contínuos; assim, por exemplo, um ponto móvel gera uma reta. A quantidade x , assim gerada era chamada por ele de “fluente”; à sua taxa de variação, que indicava por x (isto é, dx/dt em notação moderna), Newton dava o nome de “fluxo” de x . Além disso, o pequeno incremento que um fluente x , sofre num pequeno intervalo de tempo 0 , era denominado por ele “momento” do fluente; e este momento era denotado por $x0$ (isto é, $(dx/dt)(dt)$ ou dx , como escreveríamos). [...] Leibniz desenvolveu sua notação diferencial e aplicou-a para achar diferenciais de expressões como xy . O uso que fazia diferenciais [...] para o fluxo x de Newton, Leibniz escrevia dx/dy [...] para o que chamamos agora de integral de y , Newton escrevia y [...] Leibniz escrevia da forma como utilizamos atualmente [...]

Tanto Newton como Leibniz estudou o cálculo profundamente, porém Leibniz se preocupou mais com a notação e conseqüentemente foi a que prevaleceu anos mais tarde, porém o rigor matemático de Newton fez com que seus trabalhos fossem levados mais a sério. Em seu livro Boyer (1993) complementa que:

Embora Leibniz percebesse a importância da base teórica do cálculo, não deu a ela o mesmo cuidado que se encontra no trabalho de Newton. Uma das

principais preocupações de Leibniz era uma boa notação, e foi feliz em desenvolver a notação do cálculo que usamos hoje, ignorada pelos ingleses durante meio século, devido à sua lealdade a Newton e à sua antipatia por Leibniz.

Essa antipatia que o texto se refere a Leibniz, aconteceu em virtude da “briga” entre Newton e Leibniz. Em 1675 Leibniz escreve sobre os fundamentos do cálculo diferencial e integral, onde já apareciam os símbolos de diferencial e de integração que se usa atualmente, mas Newton sabendo dessas descobertas de Leibniz manda uma carta a este em 1676. A carta insinuava que Leibniz teria roubado o seu conceito durante uma visita a Londres quando visitou a Royal Society (a mais prestigiada entidade científica da Inglaterra e da Europa naquela época e a qual Newton fazia parte). Segundo Nobre (2004) no que diz respeito a esse fato, “Leibniz amargou a derrota no processo instaurado e morreu desacreditado, e, possivelmente, sem saber o resultado do processo.” Entretanto, a abordagem do CDI é desenvolvida pelos dois cientistas com concepções distintas, no decorrer da história evidenciou-se que a acusação de Newton não tinha procedência.

Fato triste tendo em vista que no funeral de Leibniz tinha apenas seu ex-secretário. Já Newton quando faleceu foi enterrado com honras de chefe de estado, isso mostra como era influente e a sociedade o reconheceu de fato.

Tanto Newton como Leibniz foram importantes para o desenvolvimento do CDI, claro que não dá para mensurar qual foi o mais grandioso. O fato é que com esses dois o CDI se tornou “adulto” e se tornou muito forte a posterior.

Podendo servir de ferramenta para várias aplicações na Matemática e em outras ciências, a ponto de a maioria das graduações aplicadas que possuem proximidade com a Matemática terem a disciplina de Cálculo nos primeiros semestres, fato este muito importante para o reconhecimento do estudo deste ora apresentados aqui neste trabalho.

5 Considerações Finais

Nesta pesquisa, pôde-se afirmar que o CDI teve sua origem com os gregos, não apontando qual foi de fato o “pai”, mas dando caminhos e fazendo apontamentos, vários estudiosos contribuíram para a construção deste pensamento, até chegar ao rigor matemático de Newton e Leibniz que abriram as portas para estudos posteriores.

Porém, as discussões entre os matemáticos ingleses e os europeus de outras nacionalidades sobre a autoria do CDI em seu rigor matemático, teve uma infeliz consequência para os matemáticos britânicos, pois estes ficaram alienados e o desenvolvimento da Matemática

como um todo não conseguiu acompanhar o rápido progresso dos outros países da Europa ao longo do século XVII.

Nesse período, existiam duas correntes na Europa que defendiam a descoberta do cálculo infinitesimal, a primeira defendia que Newton era o inventor, essa corrente era basicamente formada por ingleses fiéis e o restante dos cientistas da Europa de outros países defendia Leibniz como autor. Mesmo com toda essa discussão esses dois grandes matemáticos deixaram uma contribuição grandiosa para o CDI e para a Matemática em seu sentido mais amplo.

Referências bibliográficas

- Bell, E. T. (1945). *The development of Mathematics*. London: McGraw-Hill Book Company. 651p.
- Boyer, Carl B. (1949). *The History of the Calculus and its Conceptual Development*. New York, Dover Publications, INC.
- _____ (1959). *The concepts of the Calculus: a critical and historical discussion of the derivative and the integral*. New York: Columbia University Press, 344p.
- _____ (1993). *Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula: Cálculo*. Tradução de Hygino H. Domingues. Atual Editora Ltda. São Paulo, 93p..
- _____ (2001). *História da matemática*. 2ªed. 488p. São Paulo: Edgard Blucher.
- Cajori, F. (2007). *Uma História da Matemática*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda.
- Edwards, C. H. (1979). *The Historical Development of Calculus*. New York: Springer Verlag. 362p..
- Hairer, E. & Wanner, G. (2008). *Analysis by Its History*. New York: Springer. 389p..
- Kline, M. (1972). *Mathematical thought from ancient and modern times*. New York: Oxford University Press. 428p..
- Mateus, P. (2007). *Cálculo Diferencial e Integral nos livros didáticos: uma análise do ponto de vista da organização praxeológica (dissertação de mestrado em Ensino de Matemática)*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica, 187p.
- Nascimento, E. G. A. & Nasseralla, A. M. & Silva, D. A. (2013). *Redescobrimo a História da Matemática: Cálculo Diferencial e Integral dos gregos a Newton e Leibniz*. *Anais da Semana da Educação e Pesquisa em Matemática*, v. 1, p. 22-32.
- Nobre, S. (2004). *Leitura crítica da história: reflexões sobre a história da matemática*. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, pp. 531-543. Disponível em: . Acesso em: 9 abr. 2013.