

Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química.

Juliano Rian Custódio Malta

Universidade de São Paulo
juliano.malta@usp.br

Victor Hugo Gonçalves

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo
victorgoncx@hotmail.com

Reinaldo Golmia Dante

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo
golmia@ifsp.edu.br

Resumo

O Cálculo Diferencial e Integral é uma ferramenta que possibilita grande aplicabilidade às situações relacionadas ao cotidiano dos alunos do Ensino Médio, em especial, àqueles que têm uma formação técnica integrada. Infelizmente, os conteúdos de Matemática ministrados nesse nível ficam adstritos ao Ensino Superior por uma questão de currículo escolar. No entanto, há conceitos matemáticos como limite de uma função, taxas de variação média e instantânea e o cálculo de área sob uma função, que são razoavelmente simples de serem compreendidos, e, se tratados de forma intuitiva, poderão ser introduzidos no Ensino Técnico. Esse trabalho propõe a introdução desses conceitos elementares do Cálculo nas disciplinas de Matemática básica e, interdisciplinarmente, suas aplicações sejam discutidas, por exemplo, nas disciplinas de Química Analítica e Físico-Química da grade curricular do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – câmpus Sertãozinho.

Palavras chave: cálculo diferencial e integral, ensino médio, ensino técnico, química, matemática.

Fundamentação teórica:

As orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais e curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2002, 2006) apontam como um dos pilares no processo de ensino-aprendizagem de Química o emprego de atividades e conteúdos que estimulem o desenvolvimento de competências nos três domínios: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural.

No domínio da comunicação, é imprescindível que o estudante desenvolva a competência de interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e suas representações. No domínio da investigação, ressalta-se a importância de elaborar estratégias para compreender e resolver determinadas situações-problema. A solução, muitas vezes, é obtida por meio de modelos que empregam diferentes linguagens como, por exemplo, a Matemática.

Nesse caso, a interdisciplinaridade é exigida, pois permite a inter-relação entre as diferentes disciplinas definidas na atual estrutura curricular e o emprego de conteúdos que visam auxiliar a compreensão e a solução daquelas situações-problema.

Alguns conteúdos da Matemática superior, especificamente do Cálculo Diferencial e Integral, podem ser trazidos e adequados ao Ensino Técnico de nível médio por se tratar de uma ferramenta mais eficiente para solucionar situações-problema na área de Química e que poderá produzir bons resultados na aprendizagem dos estudantes nessa área, possibilitando ao aluno um maior desenvolvimento no raciocínio e a longo prazo resultados proveitosos tanto se decidir ingressar no ensino superior, pois já terá noção dos conceitos elementares desta matéria, como atuando profissionalmente na formação realizada, sendo um profissional diferenciado dos demais técnicos.

Ávila (1991) faz uma abordagem histórica de alguns conteúdos de Matemática que faziam parte do currículo escolar no Brasil e ressalta a lembrança de que o Cálculo já era ministrado nas escolas secundárias até o início da década de 60. No entanto, com a justificativa de que o rigor e o formalismo eram demasiados por parte dos educadores, após a reforma do sistema educacional, o Cálculo deixou de ser incluído nos programas do ensino de 2º grau. Observadas as experiências trazidas pelo Ensino do Cálculo nas escolas secundárias, o autor afirma que

O Cálculo vem desempenhando um papel de grande relevância em todo o desenvolvimento científico-tecnológico. Portanto, descartá-lo no ensino é grave, porque deixa de lado uma componente significativa e certamente a mais relevante da Matemática para a formação do aluno num contexto de ensino moderno e atual (ÁVILA, 1991, p.3).

O Cálculo Diferencial e Integral é moderno e propicia ideias novas e amplia o campo de visão dos estudantes do Ensino Médio quando compreendem seus fundamentos. A questão suscitada é identificar quais metodologias de ensino-aprendizagem de Cálculo são mais adequadas para esses alunos.

Ávila (1991) sugere que o Cálculo seja discutido em sala de aula de forma intuitiva a partir de conhecimentos básicos de Geometria e afirma que

Seria muito mais proveitoso que todo o tempo que hoje se gasta, no 2º grau, ensinando formalismo e longa terminologia sobre funções, que todo esse tempo fosse utilizado com o ensino das noções básicas do Cálculo e suas aplicações. Então, ao longo desse desenvolvimento, o ensino das funções seria feito no contexto apropriado, de maneira espontânea, progressiva e proveitosa (ÁVILA, 1991, p.8).

Machado (2008) sustenta que o Cálculo Diferencial e Integral pode ser ensinado também na Escola Básica por meio de ideias intuitivas e cita, por exemplo, que o docente pode trabalhar com os conceitos de reta, tangente e taxa de variação para prover noções básicas de derivada e, no caso de integral, pode-se recorrer às figuras geométricas retangulares para o cálculo de área sob uma função.

No modelo de ensino tradicional, apresenta-se para cada situação-problema proposta, uma solução de modo que o estudante faz uso apenas de memória e associação entre tais elementos. Isso se mostra pouco eficiente quando o estudante enfrenta novas situações-problema. Ao passo que ter o conhecimento do Cálculo Diferencial e Integral, propiciará ao estudante que, a partir das condições de contorno apresentadas na situação-problema, ele seja capaz de superar todas as etapas de resolução desse problema (modelagem, demonstração, solução e sua verificação), bem como em outros diferentes.

Resultados e discussão:

Para o estudo dos conceitos elementares do Cálculo Diferencial e Integral, utilizou-se a obra de Thomas *et.al.* (2012). A investigação das situações-problema se baseou nos conteúdos das disciplinas de Físico-Química e Química Analítica do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Química ministrados em sala de aula e utilizou-se a obra de Atkins *et.al.* (2006) para estudar com maior profundidade tais aplicações. Com base nessa pesquisa, elaborou-se um relatório que pode ser utilizado como um material de apoio para o estudo dessas situações-problema, bem como dos conceitos elementares do Cálculo Diferencial e Integral.

Inicialmente, os alunos de iniciação científica adquiriram os conhecimentos de limite (definição, propriedades e reta tangente), de derivada (definição, propriedades, Regra da Cadeia, ponto crítico, pontos mínimo e máximo, ponto de inflexão e concavidade) e de integral (definição, propriedades, integral indefinida, integral definida, teorema do valor médio e o método de substituição como técnica de integração) por meio de aulas participativas, centradas na técnica resolução de problema.

A etapa seguinte consistiu em investigar quais disciplinas do Curso Técnico Integrado em Química poder-se-ia aplicar as ferramentas do Cálculo. Verificou-se a viabilidade dessa inter-relação nas disciplinas de Físico-Química, nos tópicos leis da termodinâmica e cinética química, e de Química Analítica, nos tópicos de métodos instrumentais de análise eletroquímicos e análises de medidas utilizando pHmetro. As disciplinas Físico-Química e Química Analítica são ministradas no segundo e terceiro ano desse curso, respectivamente. A seguir alguns exemplos estudados.

Considere a seguinte situação-problema investigada em cinética química na disciplina de Físico-Química: Determinar a concentração de um reagente A em uma reação de primeira ordem em qualquer instante após o começo da reação, sabendo-se que a lei de velocidade para o consumo de A na reação $A \rightarrow \text{produtos}$ é definida como:

$$-\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A], \quad \text{Eq.1}$$

em que k é constante de velocidade da reação.

A solução desse problema é obtida com as técnicas do cálculo integral para encontrar a variação de $[A]$ em função do tempo, cujo resultado é:

$$[A]_t = k \cdot [A]_0 e^{-kt}, \quad \text{Eq.2}$$

em que $[A]_0$ é a concentração inicial e $[A]_t$ é a concentração em um dado instante t do reagente A . Essa situação-problema foi extraída de Atkins *et.al.* (2006, p.577-624).

Considere também a seguinte situação-problema investigada em potenciometria na disciplina de Química Analítica e Química Geral Experimental: o experimento consiste em acompanhar a medida do pH do titulado a partir de pequenas adições do titulante, baseando-se na medida da diferença de potencial de uma célula eletroquímica na ausência de corrente, a fim de determinar o ponto de equivalência do processo. Esse ponto pode ser determinado de duas maneiras: analisar o gráfico da função derivada primeira (método 1) e Teste da Segunda Derivada (método 2) partir de uma brusca mudança do pH.

Coletou-se os dados em um procedimento experimental realizado em aula prática e, então, traçou-se um gráfico da relação a variação do pH em função do volume V de titulante adicionado, ou seja, $pH = f(V)$, gerando uma curva sigmoide, conforme é ilustrado na Figura 1.

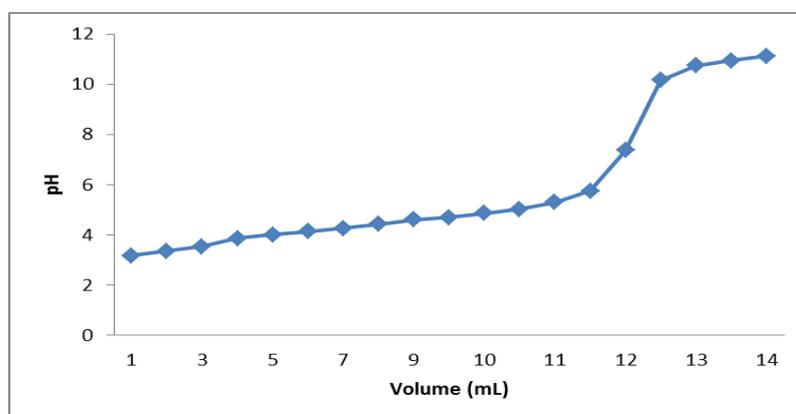


Figura 1: Gráfico de pH versus volume.

O primeiro método consiste em determinar a função derivada primeira $f'(V)$, conforme é ilustrado na Figura 2.

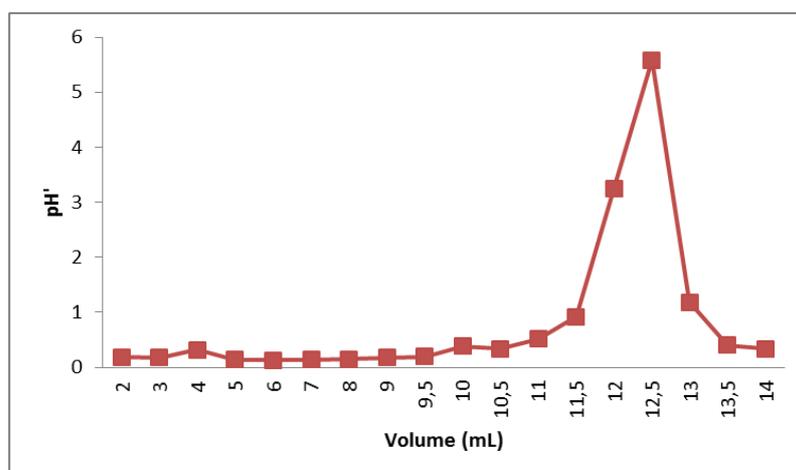


Figura 2: Função derivada primeira (método 1).

Observa-se, na Figura 2, que o ponto máximo de $f'(V)$ corresponde ao ponto de equivalência, cujo valor é aproximadamente igual a 12,5 mL de titulante.

O segundo método consiste em aplicar o Teste da Segunda Derivada para obter o ponto de inflexão da função $f(V)$, conforme é ilustrado na Figura 3.

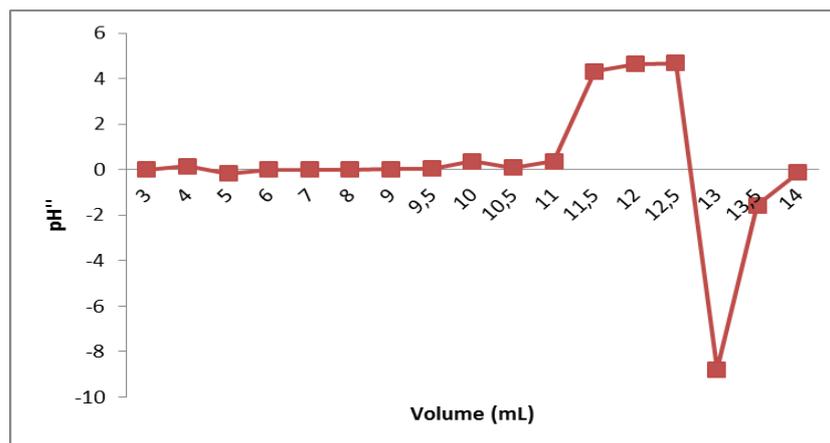


Figura 3: Função derivada segunda (método 2).

Observa-se, na Figura 3, que o ponto de equivalência é a raiz da função $f'(V)$, cujo valor é, aproximadamente, igual a 12,5 mL de titulante.

Em eletroquímica na disciplina de Química Analítica foi investigada outra situação-problema: Determinar a concentração de $[Cu^0]$ depositada no eletrodo e a concentração de $[Cu^{2+}]$ na solução, supondo que a corrente elétrica gerada durante um intervalo de tempo t na eletrólise, por meio da análise coulométrica, segue a função

$$I_t = I_o e^{-k't} , \quad \text{Eq.3}$$

em que I_o é a corrente inicial, I é a corrente no tempo t e k' é uma constante.

A solução desse problema consiste em, primeiramente, calcular a quantidade de cargas elétricas Q definida por:

$$Q = \int_0^t I_o e^{-k't} dt , \quad \text{Eq. 4}$$

Em seguida, sabendo-se que $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ e 1 Faraday (F) corresponde a 96.487 Coulombs (C), e ainda 2F correspondem a 2 mol e^- . Por regra de três 63,5g de correspondem a 192974 C (1 mol de $[Cu^0]$), então, a quantidade de concentração $[Cu^0]$ depositada no eletrodo é definida por:

$$m_{[Cu^0]} = \frac{63,5Q}{192974C} , \quad \text{Eq.5}$$

A concentração de $[Cu^{2+}]$ é definida por:

$$Cu^{2+} = \frac{m_{[Cu^0]}}{MM.V} , \quad \text{Eq.6}$$

em que V representa o volume, em litros, MM a massa molar de cobre e m a massa em gramas.

No modelo atual de ensino, costuma-se dar ênfase somente à solução do problema, ou melhor, à Eq.2, sem ressaltar as etapas de demonstração que podem estimular o estudante a investigar e compreender o porquê da solução encontrada. Nesse modelo, o estudante memoriza a solução para cada situação-problema apresentada.

Com o conhecimento do Cálculo Diferencial e Integral, o estudante é capaz de desenvolver um raciocínio lógico que conduz à solução desse problema, levando em conta apenas as condições de contorno. Desse modo, o estudante não memoriza a solução para cada situação-problema apresentada, mas consegue demonstrá-la e ainda amplia o campo de aplicação para outras situações-problema não estudadas em sala de aula, interligando os conceitos vistos com outras disciplinas.

Esse trabalho é fruto da iniciação científica de um estudante do Ensino Técnico Integrado ao Médio em Química e foi apresentado no 5º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica (CINTEC) do IFSP – câmpus São João da Boa Vista (MALTA *et.al.* 2014).

Por fim, sugere-se para trabalhos futuros que se coloque em prática para um grupo de estudantes o presente estudo, adequando os conteúdos de Matemática da grade curricular com a inserção dos conceitos de derivada e integral, integrando-os às disciplinas técnico científicas como, por exemplo, Físico-Química e Química Analítica.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos aos comentários dos professores de Química: Fernando Silva Teruel, Altamiro Xavier de Souza e Rubens Francisco Ventrici de Souza.

Referências

ATKINS, P.; e JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.

ÁVILA, G. O ensino de Cálculo no 2º grau. In: **Revista do Professor de Matemática**, nº 18. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), 1991. p. 1-9.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: SEMTEC/MEC, 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. V. 2. Brasília: SEB/MEC, 2006.

MACHADO, N. J. Cálculo Diferencial e Integral na Escola Básica: possível e necessário. **Seminário de Ensino de Matemática (SEMA)**. São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <http://www.nilsonjosemachado.net/sema20080311.pdf>. Último acesso em 18 de julho de 2015.

MALTA, J. R. C.; GONÇALVES, V. H.; e DANTE, R. G. Estudos da Derivada e da Integral e suas aplicações para o Curso Técnico Integrado em Química. **Anais do 5º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP**, cd-rom. São João da Boa Vista: IFSP, 2014.

THOMAS, G. B.; WEIR, M. D.; e HASS, J. **Cálculo**. Tradução: Kleber Pedroso e Regina Simille de Macedo. Revisão técnica Cláudio Hirofume Asano. 12ª ed., V. 1. São Paulo: Pearson, 2012.