

## APLICAÇÕES DO CONCEITO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES NO ENSINO DA QUÍMICA

Aécio Alves Andrade<sup>1</sup>, Diego Mendes da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Especialista em Matemática e Estatística – IFTO. e-mail: aecio@ifto.edu.br

<sup>2</sup>Licenciando em Matemática - IFTO. Bolsista do IFTO. e-mail: pibiti.ifto.paraíso@gmail.com

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo explicar sobre a utilização e aplicabilidade do Cálculo Diferencial e Integral, contíguo a uma proposta metodológica focada na contextualização desta disciplina no Curso Superior de Química. A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral está, atualmente, presente na estrutura curricular de vários cursos das Ciências Exatas e Humanas, dentre eles podemos mencionar: a Física, a Matemática, a Química, as Ciências Contábeis, a Economia e, também, as Engenharias. Com isso foi realizado pesquisas sobre as áreas de atuação do Cálculo aplicado na Química, onde realizou-se uma definição formal de derivadas de funções, em seguida construiu-se as mesmas definições com os exemplos de aplicações contidos na Química. Esses exemplos foram adotados por serem simples e de fácil compreensão, para que o professor da referida disciplina possa entender com uma maior desenvoltura e, que o mesmo possa fazer uso de tais métodos em suas aulas de construção das definições de Cálculo Diferencial e Integral. Logo, fazendo jus aos métodos explanados no decorrer deste, o objetivo cerca o esclarecimento e a adequação dos discentes para visualizar e aplicar onde melhor molda-se o Cálculo no decorrer do seu curso.

**Palavras-chave:** química; contextualização; aplicação

### 1. INTRODUÇÃO

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral está, atualmente, presente na estrutura curricular de vários cursos das Ciências Exatas e Humanas .

Na Universidade, os cursos introdutórios de Cálculo aparecem como disciplinas do primeiro ano, nas diferentes especificidades dos cursos de Engenharia, nos cursos de Matemática, Física, Química, Ciências Econômicas, Administração, Contabilidade, Arquitetura, Geociências, Biociência. São cursos básicos, ministrados para alunos recém - egressos da escola secundária, de todas as áreas denominadas "Exatas" e de algumas classificadas como "Humanas ou "Biológicas". (BARUFI, 1999)

Pesquisas como as de Passos et al., (2007);Cury (2005); Silva (2010) e Andrade (2008) que revelam a dificuldade nos processos de ensino dessa disciplina, e o diagnóstico dessas dificuldades são objetos de estudo de vários pesquisadores no ramo da educação matemática.

A utilização do Cálculo é uma ferramenta de extrema importância, pois a variação de grandezas e a necessidade de aproximações locais é uma problemática contida praticamente em todas as áreas do conhecimento.

Esta disciplina é conhecida por seu alto índice de reprovação e de evasão. Nos mais variados cursos e ao ingressar no curso de Química os discentes encontram dificuldades quando se trata da compreensão da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Isto ocorre pelo fato de como esses conteúdos são lecionados, haja vista que, na maioria das vezes são repassados pelo Método Tradicional e os mesmos não compreendem a finalidade de tal conteúdo. (ANDRADE, 2008).

Para Piaget (1975), aprender ou não, gostar ou não da Matemática não é questão de vocação ou jeito. É antes de tudo, resultado da forma de ensinar, da metodologia de ensino adotada pelo professor. Seguindo este raciocínio, o foco deste trabalho é na elucidação da importância do Cálculo Diferencial e Integral, juntamente com aplicações na área da Química.

O Cálculo é uma das disciplinas que mais provocam a inquietude no processo de ensino no nível superior, caracterizada, principalmente, pela didática tecnicista que, também, centra-se na aprendizagem mecânica, a qual há somente a memorização dos fatos matemáticos sem a sua devida compreensão. Esta situação originou diversas pesquisas na Matemática, bem como ainda é fato motivacional para outras pesquisas a cerca do mesmo, dentre as quais pode-se destacar a de Sad (1998), Artigue (1991), Vianna (1998), Franchi (1993), Araújo (2002) e Vilarreal (1999) todos citados por Mateus (2006).

Na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, a maioria dos discentes tem dificuldades na compreensão do conceito de limite, sendo este o primeiro contato dos alunos com a disciplina. (ANDRADE, 2008).

Segundo Santana e Andrade (2012), quando os discentes são interrogados a respeito da disciplina, afirmam que a mesma tem um elevado nível de abstração, das quais em muitas das vezes o conceito de definições tal como, limites, continuidade, derivada e integral; não são fixados ou perceptíveis através dos teoremas e axiomas. Alguns alunos até culpam o professor pela sua forma didática, ou mesmo que não detectam nenhuma aplicabilidade nas suas profissões. Já os docentes, quando questionados acerca do assunto revelam que o problema está na base da educação dos alunos, ou seja, na Educação Básica.

Às vezes os alunos não sabem como aplicar seu conhecimento sobre o Cálculo no curso em que está inserido, devido ao fato do professor não contextualizar de acordo com o curso que está ministrando, por exemplo: para alunos de Química, o docente deve mostrar exemplos de Cálculo aplicado ao mesmo e não somente ensinar a definição.

Geralmente as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral são ministradas nos primeiros semestres do curso de Química e, até então os alunos não têm muito conhecimento da área e, diante dessa problemática os alunos ficam sem entender o porquê de estudar esta disciplina, sem saber, no entanto que irão necessitar deste conhecimento para a compreensão das diversas disciplinas específicas subsequentes do curso.

Um exemplo disso é o grande índice de reprovações nas disciplinas que necessitam um conhecimento adequado do Cálculo.

A preocupação com o ensino do Cálculo Diferencial e Integral e a falta desta disciplina no início do Curso de Licenciatura em Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) Campus Paraíso do Tocantins no curso superior de Química, fomentou o desenvolvimento deste trabalho, propondo, portanto, uma alternativa para o ensino, que direcione o epistemológico diferenciado do modelo predominante, oferecendo um ensino contextualizado e, também, de qualidade.

Nos dias atuais um profissional multidisciplinar pode ser considerado o mais valioso, no âmbito da educação, especificamente no ensino da Matemática. Acredita-se que um futuro professor desta disciplina precisa ser direcionado desde o início da sua graduação para o enfoque da contextualização metodológica.

Profissionais da educação matemática que estão envolvidos com o ensino para as ciências podem desenvolver melhor seu trabalho devido a diversas aplicabilidades dos conteúdos, tanto no ensino básico como no superior.

Somente nos últimos anos essa realidade vem mudando, tanto alunos como professores estão vislumbrando um mundo de aplicações, o qual não assemelha-se para o ensino de cálculo. São poucos os trabalhos que abordam esta questão, e poucos dão uma solução viável e satisfatória.

Este trabalho trará benefícios a curto, médio e longo prazo, tanto para alunos de Matemática e Química, quanto para professores destas áreas. A proposta metodológica desta

pesquisa tem por objetivo favorecer o ensino da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral na Química, abordando definições, exemplos e aplicações, sempre contextualizadas em diferentes ramos da Química.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se os estudos de Rodrigues (2007) e Pádua (2004). A natureza desta pesquisa é qualitativa, de caráter exploratório e bibliográfico, e quanto aos procedimentos técnicos é do tipo levantamento.

Esta pesquisa visa o estudo das aplicações do Cálculo diferencial e integral, cuja ementa aborda os conteúdos de limites, derivadas e integrais. Porém, abordou-se neste trabalho somente derivadas de funções, onde mostrou-se diversos termos químicos, definições e aplicações na Química. E concomitantemente fez-se uma proposta metodológica para ser apresentada no ensino de Cálculo para alunos de Química.

Dessa forma, tanto aluno quanto professor podem utilizar desta pesquisa para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral para cursos de Química.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo do Cálculo Diferencial e Integral está inserido em diversos currículos de cursos da área exata, e na Química não é diferente, estes conteúdos são demasiadamente importantes para o discente conseguir êxito nas disciplinas mais avançadas da Química, como Físico-Química e Química Quântica. O conceito de derivada é largamente utilizado, principalmente as derivadas parciais. Porém, o aluno tem que ter boa base dos conceitos iniciais de derivadas, e se o professor conseguir repassar esse conhecimento de forma aplicada na área do aluno, seria de grande excelência na sua formação. Assim, neste capítulo estão algumas áreas em que o Cálculo é aplicado na Química e vários exemplos.

### 3.1. Derivada de uma função.

Para o cálculo da taxa de crescimento de uma determinada população, do crescimento econômico do país, da redução da mortalidade infantil, utiliza-se o conceito de derivada. Além de estar relacionado a diversas áreas do conhecimento como Física, Engenharia Civil, Engenharia de Minas e Química. Assim, para definir derivada utilizamos alguns exemplos encontrados na Química.

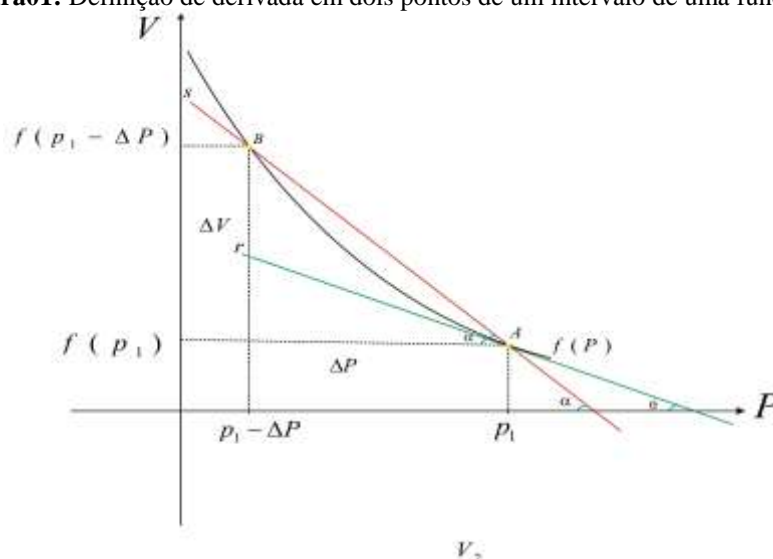
#### 3.1.1. Interpretação geométrica da derivada aplicada à química: *Lei dos gases*

Dada uma função  $V = f(P)$ , que mostra, genericamente, a relação entre pressão e volume (Lei de Boyle), podemos construir o gráfico sabendo que o volume e a pressão são inversamente proporcionais.

$$V = \text{constante} \times \frac{1}{P}$$

Na Figura 01 temos  $p_1 - \Delta p$  e  $p_1$ , dois pontos de um intervalo onde a função é derivável.

**Figura01:** Definição de derivada em dois pontos de um intervalo de uma função.



**Fonte:** Gráfico adaptado. BROWN (2005, p.341 )

Através do gráfico da variação de uma reação percebemos que a razão

$$\frac{\Delta V}{\Delta P}$$

é o coeficiente angular da reta  $s$  secante à curva nos pontos  $A$  e  $B$ , portanto a

$$tg(\alpha) = \frac{\Delta V}{\Delta P}.$$

Quando  $\Delta P$  for menor, o ponto  $B$  estará mais próximo do ponto  $A$ , fazendo com que  $\Delta V \rightarrow 0$ , assim a reta  $s$  tende a reta  $r$ , tangente à curva do ponto  $A$ , logo  $\alpha \rightarrow \theta$ . Dessa forma  $tg(\alpha) \rightarrow tg(\theta)$ , portanto

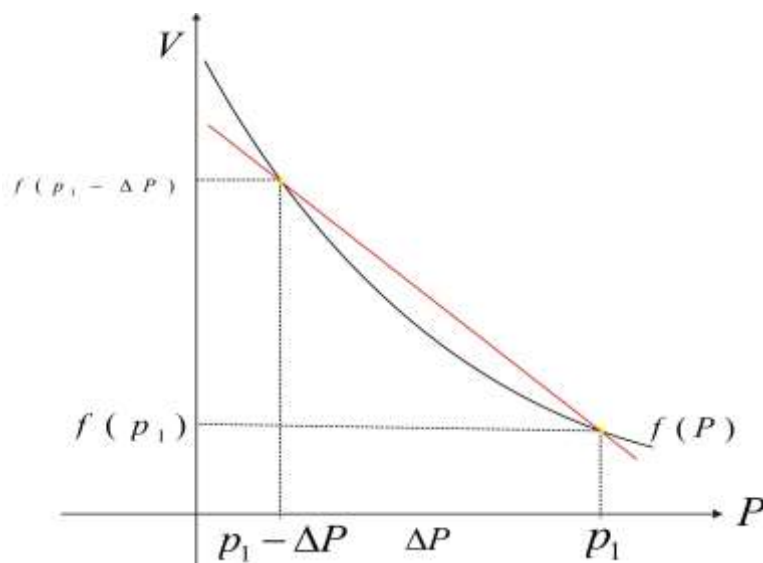
$$tg(\theta) = \lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta P} \Rightarrow tg(\theta) = f'(p_1)$$

Assim, concluímos que a derivada de uma função  $f(P)$  para  $P = p_1$  é o coeficiente angular da reta tangente à curva de equação  $V = f(p_1)$ , no ponto  $A(P, f(p_1))$ .

### 3.2. Lei dos gases: Derivada de uma função de um ponto, aplicada na Química

A Figura 02 mostra uma função de  $V = f(P)$  em seus dois pontos de domínio  $p_1$  e  $p_1 + \Delta P$ .

**Figura 02:** Definição de derivada em um único ponto de um intervalo de uma função.



**Fonte:** Gráfico adaptado. BROWN (2005, p.341 )

O  $\Delta P$  é o acréscimo e também pode ser chamado de incremento da variável livre de  $P$  e o  $\Delta V = f(p_1 + \Delta P) - f(p_1)$  é o acréscimo ou incremento da variável dependente de  $V$ .

A razão  $\frac{\Delta V}{\Delta P}$  desses incrementos é chamada de razão incremental.

Para que uma função possa ser derivada temos que fazer com que o  $\Delta P$  tenda a 0, no ponto  $a$ , se existir e for finito o limite de

$$\lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta P} = \lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{f(p_1 + \Delta P) - f(p_1)}{\Delta P}$$

Esse limite é o valor da derivada da função no ponto  $a$ . Podemos representar por

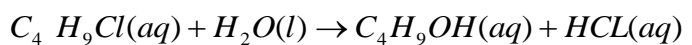
$$f'(p_1) \text{ ou } \frac{\Delta V}{\Delta P},$$

assim temos;  $\frac{\Delta V}{\Delta P} |_{P = p_1}$  ou  $f' |_{p_1}$ . Portanto a derivada de  $V = f(p_1)$  no ponto  $p_1$  é:

$$f'(p_1) = \lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{f(p_1 + \Delta P) - f(p_1)}{\Delta P}$$

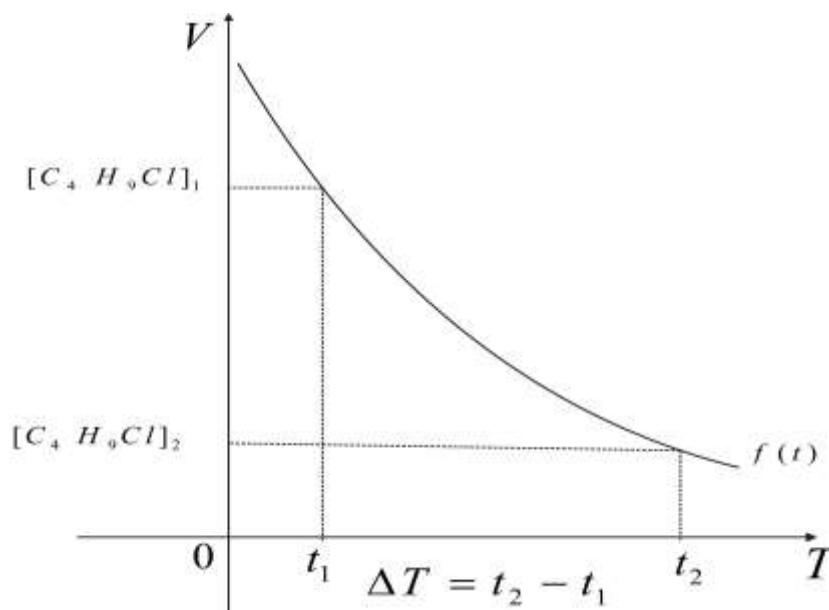
Se existir e for finito esse limite.

Exemplo: Considerando uma reação química entre dois reagentes, o cloreto de butila ( $C_4 H_9 Cl$ ) e água. A partir dessa reação obteremos como o álcool butílico ( $C_4 H_9 OH$ ) e ácido clorídrico. A reação pode ser expressa da seguinte forma:



O gráfico da reação pode ser visualizado na Figura 03.

**Figura 03:** Definição de derivada em um único ponto de um intervalo de uma função.



Fonte: Gráfico adaptado. BROWN (2005, p.489)

Ao prepararmos uma solução aquosa de  $C_4H_9Cl$  e medimos a concentração de cloreto de butila a partir do tempo zero em vários instantes, obtemos dados que podemos utilizar para calcular a taxa de variação da velocidade em que a substância, em questão, vai se transformando durante cada intervalo de tempo. No decorrer da reação podemos perceber que a velocidade diminui, isso ocorre porque a concentração de  $C_4H_9Cl$  decresce. E quando a reação finda, a sua velocidade é zero, e assim obtemos os produtos citados anteriormente.

A partir da Figura 03, podemos observar que a velocidade é determinada pela inclinação da tangente. Dessa forma, obtemos a taxa de variação da velocidade instantânea a cada momento da reação em questão. Logo, a velocidade a partir da variação de tempo de 0s a 200s e  $C_4H_9Cl = 100\text{mol/L}$  inicial até  $C_4H_9Cl = 0,060\text{mol/L}$ , assim a velocidade inicial é:

$$\begin{aligned} \Delta(C_4H_9Cl) &= (C_4H_9Cl)_2 - (C_4H_9Cl)_1 \\ \text{Velocidade} &= \lim_{t_1 \rightarrow t_2} \frac{(C_4H_9Cl)_2 - (C_4H_9Cl)_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta(C_4H_9Cl)}{\Delta T} \\ \text{tg}(\theta) &= \lim_{\Delta T \rightarrow 1} \frac{\Delta V}{\Delta T} \Rightarrow \text{tg}(\theta) = f'(a) \Rightarrow \frac{\Delta[C_4H_9Cl]}{\Delta T} = \\ &= \frac{(0,060 - 0,100)\text{mol/L}}{200 - 0} = 2,0 \times 10^{-4} \text{mol/L}^{-1} \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

## 6. CONCLUSÕES

Com base nas pesquisas bibliográficas realizadas, pode-se afirmar que a maior parte dos estudantes de Química de nível superior sente dificuldade e receio com a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. A maioria dos estudantes vem do ensino básico com uma grande deficiência no ensino-aprendizagem na Matemática. Com isso, os discentes possuem maiores dificuldades para adaptar-se a Matemática de nível mais elevado, acarretando, conseqüentemente, um atraso de conteúdo, bem como o mau rendimento, os quais podem ocasionar a reprovação e a evasão.

Este trabalho apresentou conceitos matemáticos que são utilizados nas diferentes áreas da Química e definiu estes mesmos conceitos utilizando exemplos contextualizados com a Química, a fim de elaborar um material para professores e para alunos, onde os mesmos possam desfrutar de maneira a aperfeiçoar seus conhecimentos sobre o Cálculo, além de fazer com que percebam a importância de sua utilização como ferramenta na Química.

Percebe-se que na Físico-Química e a Química Quântica há uma utilização dos conceitos de Cálculo, especificamente com o conteúdos de derivadas de funções. Porém, existem também algumas áreas que não o utilizam com tanta freqüência e necessidade, como a Química Analítica e Biológica.

Como o Cálculo Diferencial e Integral é uma das áreas de estudo mais antiga da humanidade, a mesma deve ser modernizada no que tange as metodologias, tornando-se mais contextualizada com cada área de aplicação. Futuros professores e professores com muitos anos de carreira no ensino da Matemática devem sempre buscar novas metodologias para facilitar o processo de aprendizagem dos alunos, para proporcionar maior rendimento nesse componente curricular. Diante disso o aluno sente-se mais familiarizado com os conceitos adquiridos em aula, relacionando-os, por conseguinte, com sua vida e profissão.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a agência de fomento PIBITI- IFTO *Campus* Paraíso que proporcionaram a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. A. **A importância do Cálculo Diferencial e Integral e suas Aplicações no Ensino da Química no Ensino Superior**. Monografia (Licenciatura em Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. São Luís. 2008.

ARAÚJO, J. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: As Discussões dos Alunos**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2002.

ARTIGUE, Michèle (1991). Analysis. In Tall, David (ed.), **Advanced mathematical thinking**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 167-198.

BARUFI, M. C. B. **A Construção/negociação de Significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. Tese de Doutorado. USP-SP, 1999. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-06022004-105356/pt-br.php> > . Acesso em: 14 jun.2014

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.



CURY, H.N. **Aprendizagem em Cálculo: uma experiência com avaliação formativa.** In: XXVIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional. Santo Amaro, 2005. Disponível em: <  
[http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd\\_xxviii\\_cnmac/resumos%20estendidos/helena\\_cury\\_SE1.pdf](http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd_xxviii_cnmac/resumos%20estendidos/helena_cury_SE1.pdf)>. Acesso em: 14 jun.2014

FRANCHI, R. H. O. **A modelagem como estratégia de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de engenharia.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro 1993.

MATEUS, Pedro. **Cálculo diferencial e integral nos livros didáticos: uma análise do ponto de vista da organização praxeológica.** 2007. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo (SP). Orientador: Saddo Ag Almouloud

PADUA, Elisabete Matallo M. de. **Metodologia de pesquisa: abordagem teórico-prática** 13ªed, Papirus Editora, 2004.

PASSOS et al, 2007. **Análise Dos Índices De Reprovações Nas Disciplinas Cálculo I E Geometria Analítica Nos Cursos De Engenharia Da Univasf.** Petrolina-PE. 2007. Disponível em:<<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2007/artigos/199-Fabiana%20dos%20Passos.pdf>>. Acessado em: 14.06.2014.

PIAGET, J. (1975). **Psicologia e Pedagogia.** São Paulo: Forense.

RODRIGUES, William Costa, **Metodologia Científica, FAETEC/IST: Paracambi,** 2007. Disponível em: [http://www.ebras.bio.br/autor/aulas/metodologia\\_cientifica.pdf](http://www.ebras.bio.br/autor/aulas/metodologia_cientifica.pdf). Acesso em: 07 mai. 2014.

SAD, L. A. **Cálculo Diferencial e Integral: uma abordagem epistemológica de alguns aspectos.** Tese de Doutorado (em Educação Matemática) apresentada na Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro, 1998.

SANTANA, F. D., ANDRADE, A. A. **Representações sociais de alunos e professores de Matemática do IFTO - Campus Paraíso do Tocantins sobre o ensino contextualizado do Cálculo Diferencial e Integral.** III JICE- Jornada de Iniciação Científica do IFTO- Palmas, 2012.

VIANNA, C.S.: **Students' Understanding of the Fundamental Theorem of Calculus: an exploration of definitions, theorems and visual imagery.** Tese de doutorado apresentada à Universidade de Londres. 1998.

VILARREAL, M. E. **O Pensamento Matemático de Estudantes Universitários de Cálculo e Tecnologias Informáticas.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1999.