

## UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE ESTUDOS RELATIVOS AO USO DE TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL<sup>1</sup>

*A LITERATURE REVIEW ON STUDIES CONCERNING THE USE OF COMPUTING  
TECHNOLOGIES IN TEACHING DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS*

**Janice Rachelli<sup>2</sup>, Vânia Bolzan Denardi<sup>2</sup> e Ana Marli Bulegon<sup>3</sup>**

### RESUMO

Nesse trabalho são apresentados os resultados de uma revisão de literatura referente ao uso das tecnologias computacionais no ensino de Cálculo com vistas a destacar os principais softwares e ferramentas utilizados, os conteúdos matemáticos trabalhados e os resultados obtidos nas pesquisas. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de cunho teórico em que os trabalhos analisados foram selecionados do Portal de Periódicos da CAPES e em revistas científicas da área de Ensino de Ciências e Matemática - *Bolema*, *Ienci*, *Enseñanza de las Ciencias* e da área de Tecnologias - *RENTE* e *Computers&Education*. Constatou-se que o uso de tecnologias digitais pode permitir a criação de um ambiente favorável à aprendizagem apoiando a construção de conhecimentos matemáticos de maneira significativa, motivando à criatividade e descoberta autônoma dos estudantes, instituindo assim uma forma diferente de aprender Cálculo Diferencial e Integral.

**Palavras-chave:** ensino de cálculo, ensino e aprendizagem, *softwares*.

### ABSTRACT

*This paper presents the results of a literature review regarding the use of technologies in the teaching of calculus, in order to highlight the main softwares and tools used, the mathematical content worked and the results obtained in the research. It is a bibliographic research of theoretical approach, in which the analyzed studies in this article were selected from the CAPES Journal Website and in scientific magazines from the area of Teaching of Science and Mathematics - Bolema, Ienci, Enseñanza de las Ciencias and Rente and from the Technology area - Computers & Education. It was evidenced that the use of digital technologies can enable the creation of a favorable learning environment supporting the construction of more significant mathematical knowledge, encouraging creativity and independent discovery of students. Thus, instituting a different way of learning Differential and Integral Calculus.*

**Keywords:** *calculus, teaching and learning, softwares.*

---

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido na disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática.

<sup>2</sup> Alunas do doutorado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Centro Universitário Franciscano. E-mail: janicerachelli@gmail.com; vania\_denardi@hotmail.com

<sup>3</sup> Orientadora. Docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Centro Universitário Franciscano. E-mail: anabulegon@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O Cálculo Diferencial e Integral, doravante chamado de Cálculo, desempenha importante papel na formação dos estudantes das áreas exatas e tecnológicas. O ensino e aprendizagem de Cálculo tem sido tema de importantes trabalhos, muitos deles associados ao uso de estratégias de ensino e aprendizagem, que viabilizem uma aprendizagem significativa dos conteúdos estudados no Cálculo.

Dados relatados mostram que o uso de estratégias de ensino e aprendizagem, como a utilização de História da Matemática e Resolução de Problemas (RIBEIRO, 2010), Modelagem Matemática (FERRUZZI; ALMEIDA, 2013) e uso de tecnologias computacionais (KAIBER; RENZ, 2008; FERREIRA; FILHO, 2013), trouxeram resultados positivos em relação a aprendizagem de matemática. De uma forma geral, o uso dessas estratégias propicia um ambiente favorável à aprendizagem com compreensão e significado, tendo no desenvolvimento das atividades, trabalhos colaborativos com socialização de conhecimentos e espírito de investigação.

O uso de tecnologias computacionais representa um contexto propício para trabalhar conteúdos específicos em sala de aula ou a distância. As novas tecnologias, quando utilizadas adequadamente, auxiliam no processo da construção do conhecimento, tornando o processo de ensino e de aprendizagem estimulante e mais eficaz. Porém, além de apropriar-se de novas técnicas na elaboração de materiais didáticos produzidos por meios eletrônicos, é necessário, que o professor, saiba “avaliar em que momentos do processo ensino e de aprendizagem essas tecnologias podem ajudar, como também, os benefícios que podem proporcionar na construção do conhecimento” (JUCÁ, 2006, p. 23).

Para tanto, é fundamental que professores e pesquisadores, com interesse no ensino e aprendizagem de Cálculo, conheçam as várias possibilidades existentes no emprego de tecnologias computacionais, distinguindo os tipos de recursos que podem ser utilizados nas aulas, bem como as possibilidades de cada *software* e suas condições de uso. Com isso, poderão alternar adequadamente atividades tradicionais de ensino e aprendizagem com atividades que utilizam o computador ou outros aplicativos como *smartphones*, *tablets* e celulares.

Nesse sentido, esta pesquisa tem por objetivo apresentar um panorama de trabalhos que foram publicados nos últimos cinco anos, com vistas a conhecer *softwares* e ferramentas computacionais utilizados nas aulas e suas contribuições para a melhoria do ensino e aprendizagem de conteúdos de Cálculo.

## USO DE *SOFTWARES* NA EDUCAÇÃO

As tecnologias computacionais têm apresentado inúmeras possibilidades do uso do computador na educação, como por exemplo, organizar documentos, sistematizar atividades, simplificar a apresentação de trabalhos e servir como recurso para avaliar o aluno. No que diz respeito ao trabalho com o Cálculo, Barufi (1999) considera o computador um aliado para o ensino e aprendizagem:

[...] ele é uma ferramenta extremamente útil para propiciar a formulação de inúmeros questionamentos, reflexões e análises que fazem com que a sala de aula se torne visivelmente um ambiente onde relações podem ser estabelecidas, possibilitando articulações diversas e, portanto, a construção do conhecimento (BARUFI, 1999, p. 167).

Os *softwares* direcionados ao tratamento de conteúdos matemáticos fornecem uma alternativa para auxiliar no entendimento dos conceitos teóricos dos conteúdos, além de apresentarem recursos dinâmicos que atraem o interesse e a intuição dos estudantes, incentivando-os ao estudo de conceitos, de forma inovadora. Para Duval (apud FREITAS; REZENDE, 2013), os *softwares* trazem três grandes inovações:

A mais fascinante é o *poder de visualização* que eles oferecem em todas as áreas. A segunda é que eles constituem um meio de transformações de todas as representações produzidas na tela. Em outras palavras, eles não são somente um instrumento de cálculo cuja potência cresce de modo ilimitado, mas eles cumprem uma *função de simulação e de modelagem* que ultrapassa tudo o que podemos imaginar mentalmente ou realizar de modo gráfico-manual. Enfim, a produção pelos computadores é quase imediata: *um clique, e isto é obtido sobre a tela* (FREITAS; REZENDE, 2013, p. 32).

Segundo esses autores é esta tripla inovação do ponto de vista cognitivo, que gera o interesse nos estudantes e configura os benefícios pedagógicos dos ambientes informatizados no ensino de matemática.

Para Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), a utilização de *softwares* nas aulas de matemática pode ter várias finalidades: ser fonte de informação, auxiliar o processo de construção de conhecimentos, além de ser um meio de desenvolver a autonomia, o raciocínio, a reflexão e a criação de soluções.

Além disso, Paques et al. (2002), enfatizam que a utilização de softwares permite libertar o ensino e a aprendizagem da matemática do peso das aulas expositivas e estimular a atividade matemática de investigação.

Os *softwares* matemáticos têm a capacidade de realçar o papel visual dessa disciplina. Segundo Borba (2010), com um *software* gráfico, por exemplo, o aluno pode inserir a representação algébrica de uma função e gerar o seu gráfico que apresenta o comportamento desta função. A partir daí, pode analisar tal comportamento e confrontar com a representação algébrica.

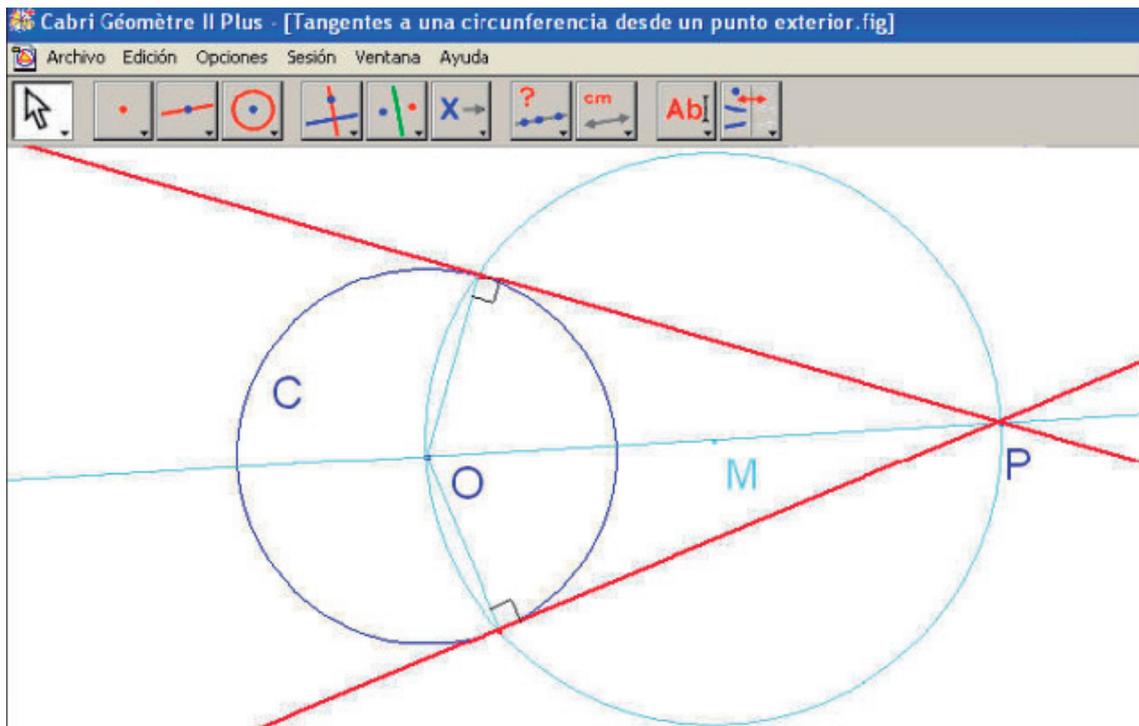
Diversos *softwares* têm sido desenvolvidos e adaptados para utilização em diversas áreas do conhecimento. Em especial na matemática, várias pesquisas acadêmicas mostram a utilização de *softwares* no ensino e aprendizagem de conteúdos da educação básica como geometria, trigonometria e funções, além de conteúdos do ensino superior, como cálculo diferencial e integral, álgebra linear e equações diferenciais.

Apresenta-se a seguir, as principais características dos *softwares*. Tais informações foram obtidas diretamente nos sites de cada um deles.

**Cabri-Géomètre** - O Cabri-Géomètre ([www.software.com.br/p/cabri-geometre](http://www.software.com.br/p/cabri-geometre)) foi desenvolvido por J. M. Laborde, F. Bellemain e Y. Baulac no Laboratório de Estruturas Discretas e de

Didática da Universidade de Grenoble (França). É um *software* que permite construir todas as figuras da geometria elementar que podem ser traçadas com ajuda de uma régua e de um compasso (Figura 1). Uma vez construídas, as figuras podem se movimentar, conservando as propriedades que lhe haviam sido atribuídas. Essa possibilidade de deformação permite o acesso rápido e contínuo a todos os casos, constituindo-se numa ferramenta rica de validação experimental de fatos geométricos.

Figura 1 - Construção de tangentes a uma circunferência no *software* Cabri-Géomètre.

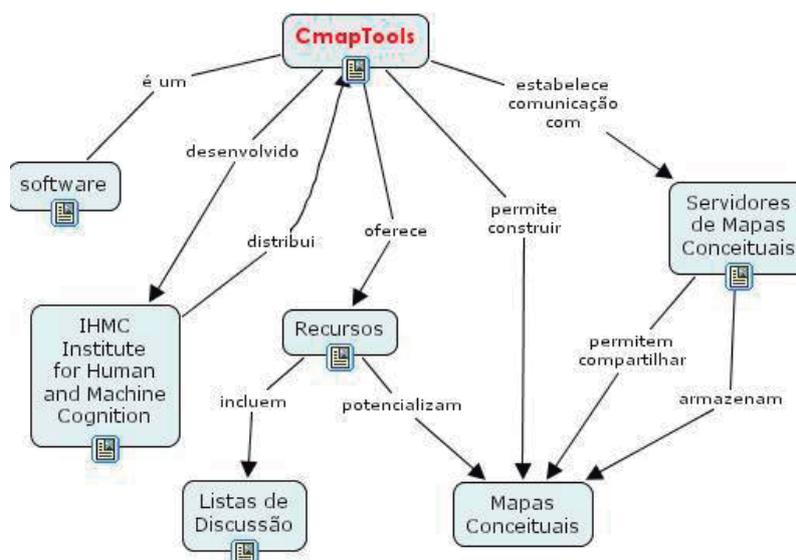


Fonte: <<https://goo.gl/toATyA>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

O Cabri-Géomètre tem outros aspectos que vão muito além da manipulação dinâmica e imediata das figuras, como: permite estudar a geometria dinâmica (figura com movimento mantendo as suas propriedades) e demais figuras geométricas; apresenta abordagem teórica construtivista (o aluno cria as suas atividades construindo seu conhecimento); é um *software* aberto (o professor cria as atividades como deseja); permite aos usuários explorar propriedades dos objetos e suas relações (comprovar experimentalmente). Ele pode ser utilizado desde as séries iniciais até a universidade em diversas áreas como Matemática e Física.

**CmapTools** - É uma ferramenta para elaborar esquemas conceituais e representá-los graficamente e auxilia a desenhar mapas conceituais (Figura 2). Nos mapas conceituais, o conceito, associado a um determinado conhecimento, aparece dentro de caixas e as relações entre eles são especificadas por meio de frases de ligação, que unem cada um dos conceitos.

Figura 2 - Mapa conceitual contendo informações gerais do *software* CmapTools.

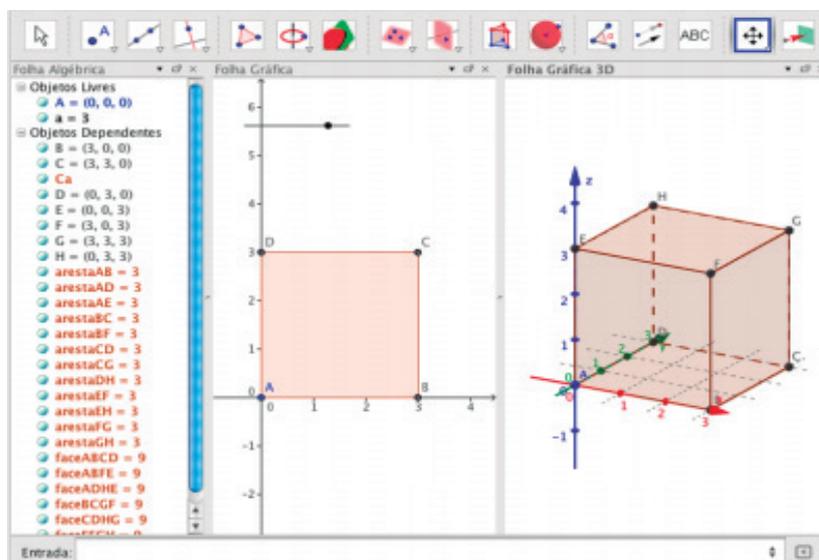


Fonte: <<http://curso.ihmc.us/>>. Acesso em: 15 set. 2015.

O *software* Cmap ([cmap.ihmc.us](http://cmap.ihmc.us)) é resultado de pesquisa realizado no Instituto Human & Machine Cognition (Flórida - Estados Unidos). Ele capacita os usuários a construir, navegar, compartilhar e criticar modelos de conhecimento representados como mapas conceituais.

**GeoGebra** - É uma ferramenta gratuita que auxilia a compreensão da álgebra, do cálculo e da geometria. O *software* GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>), desenvolvido na Universidade de Salzburg (Áustria), possui uma janela com três colunas e várias funcionalidades. De um lado, mostra a álgebra, do outro lado, a geometria (Figura 3). Além de possibilitar o desenho de pontos, vetores, segmentos, linhas, funções e a inserção de equações e coordenadas nos gráficos, também determina derivadas e integrais de funções e oferece diversos comandos para a resolução de cálculos.

Figura 3 -Tela do *software* GeoGebra mostrando as janelas algébrica, gráfica 2D e gráfica 3D.

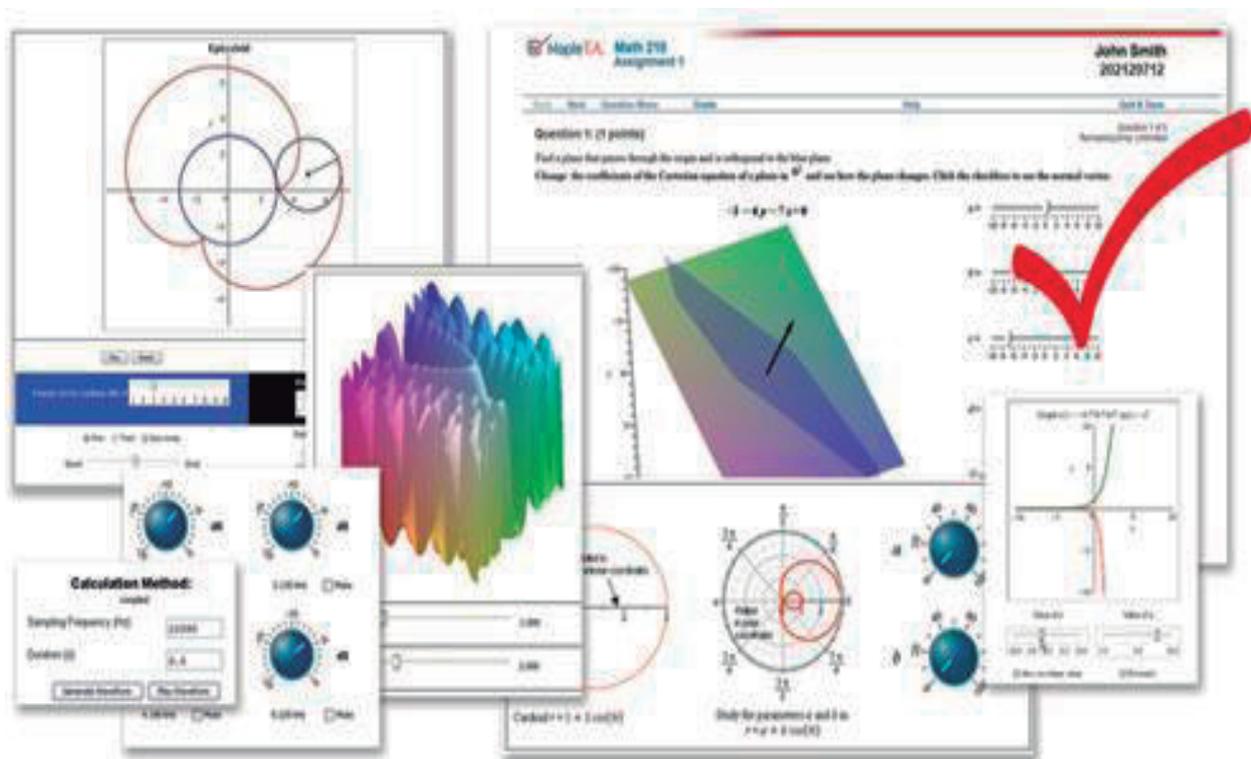


Fonte: <<https://goo.gl/WU4v3F>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

**WIMS** - O programa WIMS ([wims.unice.fr](http://wims.unice.fr)) oferece recursos que podem ser acessados através de qualquer navegador web da internet. Tem como principal funcionalidade a proposição de avaliações e listas de exercícios para os estudantes em diversas disciplinas. Dispõe de um banco de questões interativas, bem como recursos para a criação de novos exercícios.

**Maple** - O *software* eMaple ([www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com)) é um sistema computacional algébrico que permite a computação de expressões algébricas e simbólicas, o desenho de gráficos em duas ou três dimensões, a resolução de equações diferenciais (Figura 4). É um *software* comercial e o seu desenvolvimento iniciou em 1981 pelo Grupo de Computação Simbólica da Universidade de Waterloo (Canadá). Desde 1988, o Maple tem sido desenvolvido e comercializado pela companhia canadense Maplesoft.

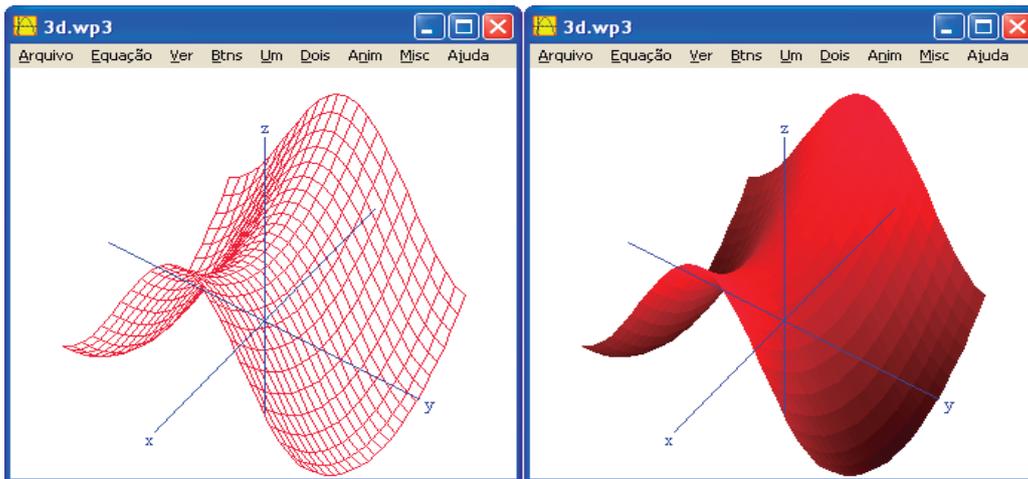
Figura 4 - Ilustração de gráficos gerados no *software* Maple.



Fonte: <<https://goo.gl/H0wTAH>>. Acesso em: 15 set. 2015.

**Winplot** - O Winplot ([winplot.softonic.com.br](http://winplot.softonic.com.br)) é um programa para gerar gráficos em duas ou três dimensões de funções ou equações matemáticas (Figura 5). Permite a entrada de funções explícitas, implícitas, na forma paramétrica e em coordenadas polares e também constrói o gráfico da derivada e da integral de uma função. É um software gratuito, que foi desenvolvido pelo professor Richard Parris, da Philips ExeterAcademy (Estados Unidos).

Figura 5 - Superfície gerada com o software Winplot.

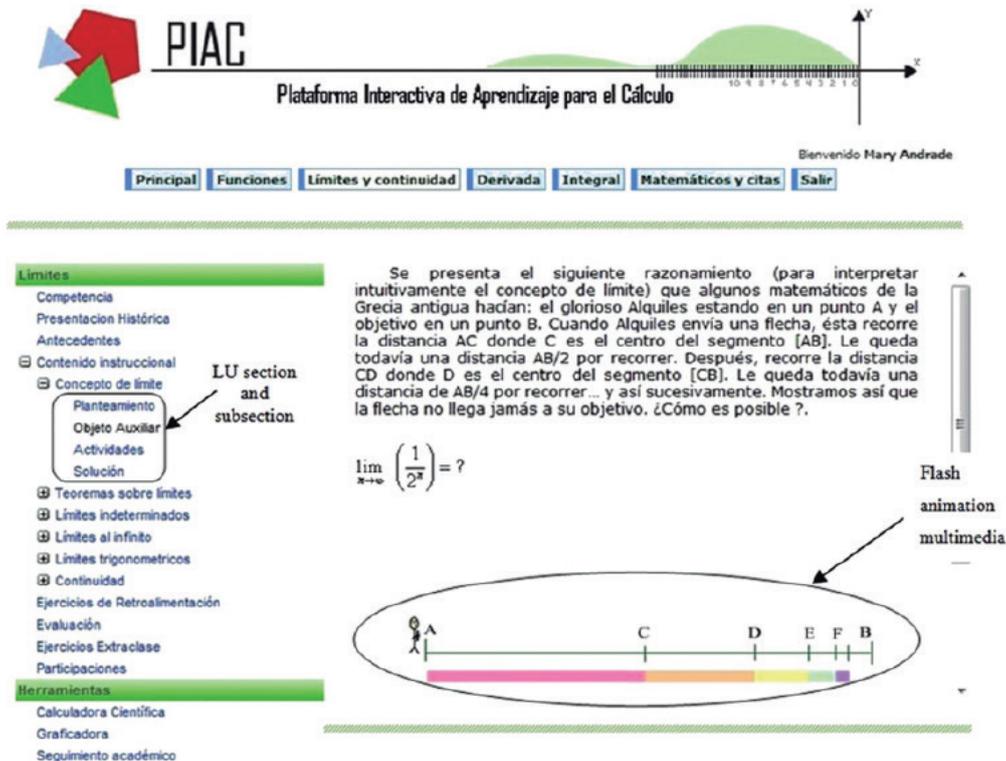


Fonte: <<https://goo.gl/IaeioV>>. Acesso em: 15 set. 2015.

**Vídeo Podcasts** - São arquivos audiovisuais distribuídos em formato digital por meio da Internet, usando computadores pessoais ou dispositivos móveis. São, talvez, mais conhecidos por meio do site YouTube.

**Plataforma Interativa PIAC** - É um ambiente de aprendizagem ([www.telematicanet.ucol.mx/piac](http://www.telematicanet.ucol.mx/piac)) concebido para ajudar a superar as dificuldades associadas com a aprendizagem de Cálculo, sendo capaz de gerenciar, exibir e apresentar uma grande variedade de conteúdos, imagens e vídeos (Figura 6).

Figura 6 - Plataforma Interativa desenvolvida para auxiliar o ensino e a aprendizagem de Cálculo.



Fonte: <<http://telematicanet.ucol.mx/piac/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

**MLE-Moodle** - O MLE-Moodle ([www.mle.sourceforge.net](http://www.mle.sourceforge.net)) é um *plugin* que possibilita estender para o celular as funcionalidades do ambiente Moodle.

**MyMLE** - O programa para computador MyMLE ([www.mymle.org.uk](http://www.mymle.org.uk)) permite criar *quizzes* e outros materiais pedagógicos para celulares (Figura 7a).

**GraphingCalculator** - A calculadora científica gráfica, GraphingCalculator ([www.desmos.com/calculator](http://www.desmos.com/calculator)), permite traçar o gráfico de até três funções e de funções definidas por duas sentenças em duas dimensões no celular (Figura 7b).

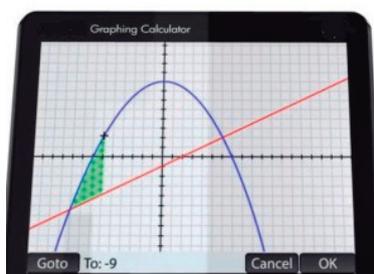
**Graph2Go** - O Graph2Go ([www.math4mobile.com/applications/graph2go](http://www.math4mobile.com/applications/graph2go)) é um aplicativo para celular que possibilita construir gráficos de curvas, alterando os coeficientes e também traçar o gráfico da função derivada e calcular o valor da área sob uma curva em determinado intervalo (Figura 7c).

Figura 7 - Telas do MyMLE, GraphingCalculator e Graph2Go com comandos e gráficos de funções.



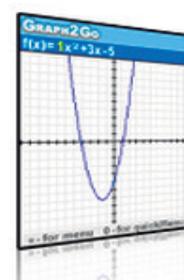
(a) Programa MyMLE

Fonte: <<https://goo.gl/ECWIVn>>.  
Acesso em: 15 set. 2015.



(b) Graphing Calculator

Fonte: <<https://goo.gl/TCM1eY>>.  
Acesso em: 15 set. 2015.



(c) Aplicativo Graph2Go

Fonte: <<https://goo.gl/320Z5L>>.  
Acesso em: 15 set. 2015.

## ABORDAGENS SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Para abordar o uso de tecnologias computacionais no ensino de Cálculo foi realizada uma pesquisa bibliográfica de cunho teórico através de uma revisão de literatura de produções vinculadas ao Portal de Periódicos da CAPES e às revistas *Bolema*, *Ienci*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Renote* e *Computers & Education*. Como critério de seleção das revistas utilizou-se a classificação Qualis/CAPES (A1, A2, B1 e B2), na área de Ensino de Ciências e Matemática. Os dados obtidos foram tratados em uma perspectiva qualitativa, com o apoio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

A Análise de Conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de documentos e textos. Esse método organiza-se em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento de resultados e interpretação. Na pré-análise, é feita uma leitura fluante dos documentos, objetivando o contato e o conhecimento dos textos a analisar. Faz-se a escolha dos documentos, levando em conta os objetivos da pesquisa e após, a preparação do material

para a análise. A segunda fase é a análise propriamente dita. Consiste na codificação, decomposição ou enumeração em função de regras previamente formuladas. Na última fase, os resultados em bruto são tratados de maneira a serem significativos e válidos, o que permite estabelecer quadros de resultados, figuras e modelos, os quais condensam e destacam as informações fornecidas pela análise. A partir de elementos conhecidos, é possível obter conclusões, utilizando-se de um processo lógico dedutivo.

Nesta pesquisa, na pré-análise, foi realizada a leitura flutuante do resumo, das palavras-chave e do texto completo de teses e artigos científicos das revistas citadas acima, bem como em dissertações e teses da área de ensino, com o objetivo de selecionar os documentos a serem analisados.

A segunda fase, de exploração do material e análise do mesmo, foi desenvolvida conforme descrito abaixo. A última fase, de tratamento dos dados levantados, é apresentada no item análises e resultados.

## Portal de Periódicos da CAPES

As buscas foram realizadas no Portal de Periódicos da CAPES<sup>4</sup>, utilizando como palavras-chave: “cálculo” and “tecnologias”, sendo indicado para data de publicação: “Últimos 5 anos” e tipo de recurso: “Dissertations”. Com estes dados de busca foram encontrados 45 trabalhos. Após a leitura dos títulos e dos resumos, observou-se que apenas 3 trabalhos contemplaram as características procuradas.

O quadro 1 sintetiza as teses selecionadas, oferecendo um panorama em relação ao título, autor e ano da publicação. Para serem mencionadas posteriormente, as teses foram designadas por Ti, com  $i=1,2,3$ .

**Quadro 1** - Teses selecionadas para análise conforme buscas realizadas no Portal de Periódicos da CAPES.

Item	Nível	Título	Autor (ano)
T1	D	Um estudo epistemológico do teorema fundamental do cálculo voltado ao seu ensino.	André Lúcio Grande (2013)
T2	D	Ensino do Cálculo Diferencial e Integral: das técnicas ao <i>humans-with-media</i>	Aldo Freitas Vieira (2013)
T3	D	Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral: perspectivas históricas e de ensino e aprendizagem	Marco Antonio Escher (2011)

Fonte: construção das autoras.

## Artigos nas revistas: *Bolema*, *Ienci* e *Enseñanza de las Ciencias*, *Renote* e *Computers & Education*

Da análise realizada nos sites dos periódicos *Bolema*, *Ienci*, *Enseñanza de las Ciencias* e *Renote*, foram selecionados 6 artigos que contemplavam o uso de tecnologias computacionais para

<sup>4</sup>Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2015.

o ensino de Cálculo. Na revista *Computers & Education*, as buscas localizaram 35 artigos, dos quais apenas 3 contemplavam as características procuradas.

O quadro 2 apresenta a lista dos artigos selecionados, indicando o título, autor(es), periódico e ano de publicação. De forma análoga ao que foi feito para teses, designamos os artigos por  $A_i$ , com  $i=1,2,\dots,9$ .

**Quadro 2** - Artigos selecionados para análise conforme buscas realizadas nos sites dos periódicos *Bolema*, *Ienci*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Renote* e *Computers & Education*.

Item	Título (Autores, ano)	Periódico
A1	Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups (TAKAČI; STANKOV; MILANOVIC, 2015).	<i>Computers &amp; Education</i>
A2	Análisis según el modelo cognitivo APOS del aprendizaje construido del concepto de la derivada (URQUIETA; YAÑEZ; ANDRADE, 2014).	<i>Bolema</i>
A3	O uso de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem significativa em cálculo (FERRÃO; MANRIQUE, 2014).	<i>Ienci</i>
A4	Atividades investigativas de aplicações das derivadas utilizando o GeoGebra (GONÇALVES; REIS, 2013)	<i>Bolema</i>
A5	Perspectiva de la práctica del profesor de matemáticas de secundaria sobre la enseñanza de la derivada. De la perspectiva del profesor a la práctica (GARCÍA; GAVILÁN; LLINARES, 2012)	<i>Enseñanza de las Ciencias</i>
A6	Uma ferramenta de apoio à análise e ao acompanhamento de práticas interativas como instrumento metodológico para o ensino de disciplinas de matemática (PEQUENO et al., 2012)	<i>Renote</i>
A7	Evaluating the use of problem-based video podcasts to teach mathematics in higher education (KAY; KLETSKIN, 2012)	<i>Computers &amp; Education</i>
A8	Assessing effectiveness of learning units under the teaching unit model in an undergraduate mathematics course (ANDRADE-ARÉCHIGA; LÓPEZ; LÓPEZ-MORTEO, 2012)	<i>Computers &amp; Education</i>
A9	Celular como ferramenta de apoio pedagógico ao Cálculo (BATISTA et al., 2011)	<i>Renote</i>

Fonte: construção das autoras.

A análise e discussão dos resultados desta pesquisa são descritos a seguir.

## ANÁLISE E RESULTADOS

Observou-se que as investigações apresentadas nos quadros 1 e 2 foram motivadas pelas dificuldades que seus respectivos autores observaram quanto a aprendizagem do Cálculo, principalmente no processo de representação e visualização gráfica de funções e suas derivadas.

Dos conteúdos de Cálculo tratados nessas publicações destacaram-se gráficos de funções de uma variável (A1, A6, A7, A8, T1 e T2) e de duas variáveis (A9 e T2), limites (A6 e A8) e derivadas (A2, A3, A4, A5 e A8). Verifica-se que, a maioria das pesquisas abordou o uso de *softwares* para a representação gráfica de funções de uma variável. Funções de várias variáveis foram menos exploradas, indicando que são necessários mais estudos relacionando esse conteúdo com o uso da tecnologia.

Quanto ao tipo de *softwares* e ferramentas computacionais utilizados, os trabalhos foram classificados de acordo com o quadro 3.

**Quadro 3** - Caracterização das publicações de acordo com os *softwares* e ferramentas computacionais utilizados.

<i>Software e ferramentas computacionais</i>	<b>Item</b>
GeoGebra	A1, A4, T1
Maple	A2, T3
CmapTools	A3
Cabri-Géomètre	A5
WIMS - Moodle	A6
Vídeo Podcasts	A7
Plataforma Interativa	A8
Aplicativos para celular: MLE-Moodle, MyMLE, GraphingCalculator, Graph2Go	A9
Winplot	T2

Fonte: construção das autoras.

Constatou-se que o *software* GeoGebra foi o mais utilizado nos trabalhos analisados, seguido pelo *software* Maple.

Nos estudos A1, A4 e T1, os autores ressaltaram que a utilização do **GeoGebra** permitiu a criação de um ambiente de aprendizagem mais eficaz relacionado à questão da visualização no ensino e aprendizagem do Cálculo. Nesses estudos, os autores observaram que o uso do GeoGebra “tornou-se essencial como fator motivador para a realização das tarefas” (GRANDE, 2013, p. 287), contribuiu para a construção e ressignificação de conceitos do Cálculo, que é fundamental na formação do professor de matemática (GONÇALVES; REIS, 2013), além de fornecer ao aluno um *feedback* imediato da função e seu gráfico que pode ser comparado com o seu próprio desenho (TAKAČI; STANKOV; MILANOVIC, 2015).

Verificou-se que os trabalhos A4 e A8 desenvolveram suas pesquisas utilizando, respectivamente, atividades no GeoGebra e em uma Plataforma Interativa para Aprendizagem em Cálculo - PIAC. Os pesquisadores desses trabalhos observaram dois grupos de estudantes: o experimental e o de controle. O grupo experimental trabalhou com a ajuda do computador e o de controle, sem ele. Após o uso de testes, os pesquisadores perceberam que os estudantes do grupo experimental obtiveram resultados significativamente melhores do que os estudantes do grupo de controle, o que fornece evidências para a influência positiva da intervenção da tecnologia em sala de aula.

Observou-se que na pesquisa A2, o uso do *software* **MAPLE** foi considerado como uma ferramenta de apoio à aprendizagem e se conjecturou como uma das variáveis que pode contribuir para uma aprendizagem mais duradoura. Por outro lado, no trabalho T3, o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Cálculo Diferencial e Integral foi analisado em duas perspectivas: histórica e de ensino e de aprendizagem. O autor ofereceu um minicurso no qual os professores participantes deveriam utilizar o Maple para explorar conceitos do Cálculo e, juntamente com a análise de livros e entrevistas, concluiu que as TIC adquirem uma característica forte o bastante para alterar as dimensões teórico-metodológicas, justificando, assim, sua característica revolucionária.

Os mapas conceituais, desenhados no **CmapTools**, foram identificados, na pesquisa A3, como instrumentos eficazes para avaliar a aprendizagem significativa dos estudantes em conteúdos específicos de Cálculo Diferencial e Integral.

A pesquisa A5 relacionou a prática e a perspectiva do professor sobre o ensino de derivada, identificando como o professor utiliza situações em sala de aula, dentre elas, o uso do **Cabri-Géomètre**, como forma de favorecer a aprendizagem dos estudantes.

Os trabalhos A6, A7, A8 e A9 destacaram que a utilização de ferramentas computacionais (**Aplicativos para celular, vídeo Podcasts, Moodle, Plataforma Interativa**) é eficaz nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo e proporciona ganhos significativos na construção do conhecimento pelos estudantes.

O uso do *software* **Winplot**, na pesquisa T2, foi motivado pela facilidade de se obter a representação gráfica das funções. Sua utilização, como parte de sequências didáticas, foi considerada um instrumento poderoso para uma melhor visualização, simulação e entendimento dos principais conceitos de um curso de Cálculo.

Nesse cenário, ressalta-se o fato de que todas as pesquisas indicam aspectos favoráveis com relação ao uso das tecnologias computacionais na construção do conhecimento, a partir de estratégias didáticas que permitem o emprego da visualização, da experimentação e do dinamismo.

Alguns autores citaram dificuldades quanto ao uso de tecnologias em sala de aula, como a falta de software instalado, máquinas que travam pela falta de manutenção e instalações inadequadas. Porém, como são fatos e situações conhecidas, isso não pode desestimular nem atrapalhar o andamento de um curso programado.

O aporte de tecnologias digitais pode permitir a criação de um ambiente favorável à aprendizagem, apoiando a construção de conhecimentos matemáticos de maneira mais significativa, motivando à criatividade e descoberta autônoma dos estudantes, instituindo assim uma forma diferente de aprender Cálculo.

No entanto, acredita-se que só a utilização de *softwares* não garante a aquisição de saberes relacionada aos conceitos abordados no Cálculo. É preciso, a partir do momento em que se decide utilizar determinadas tecnologias em sala de aula, refletir a respeito das formas como isto se dará, bem como analisar a perspectiva tanto do professor, quanto dos estudantes. Isso significa refletir como serão planejadas as atividades nesse novo cenário, quais mudanças serão efetivadas a partir da definição de uma estratégia que considere a presença destas ferramentas, quais papéis serão efetivamente desempenhados pelas pessoas com esses dispositivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as leituras e estudos realizados para a elaboração deste artigo, verificou-se que, de um modo geral, os trabalhos refletem a necessidade de localizar e atender as dificuldades existentes no ensino do Cálculo.

Embora a análise efetuada neste trabalho tenha focado o uso de tecnologias no ensino de Cálculo, ficou evidenciado que há uma quantidade expressiva de trabalhos envolvendo o uso de TIC no Ensino Médio. Observou-se ainda, uma quantidade razoável de trabalhos envolvendo o uso das TIC no cálculo de funções de uma variável, uma vez que foram encontrados nove trabalhos, no total de doze pesquisados, e uma carência de trabalhos relativos ao cálculo de funções de várias variáveis, o que indica a necessidade de mais estudos, relacionando esse conteúdo com uso da tecnologia.

Constatou-se que o *software* mais utilizado nos trabalhos analisados foi o GeoGebra e que o conteúdo matemático mais explorado foi a construção de gráficos de funções de uma variável, seguido pelo estudo das derivadas.

Destaca-se que é imprescindível desenvolver pesquisas que contribuam para difundir a utilização das TIC nos diferentes ambientes educacionais, uma vez que o uso correto e adequado das tecnologias digitais pode auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, além de permitir aos professores uma reflexão sobre suas práticas pedagógicas, abrindo caminhos para novos recursos instrucionais e alargando os horizontes de sua atividade docente.

Para finalizar, percebe-se que a utilização de novas tecnologias no ensino de Cálculo é feita como uma ferramenta auxiliar, um recurso a mais para facilitar nos processos de ensino e de aprendizagem, porém nunca de forma única, ou seja, ela está sempre aliada aos demais recursos existentes. Desse modo, cabe ao professor a responsabilidade de dosar o tempo de uso de cada recurso, tendo em vista a criação de um ambiente aberto ao diálogo e à participação, em que o aluno possa questionar, refletir e pesquisar, enfim, onde ambos se sintam corresponsáveis pelo alcance dos objetivos educacionais pretendidos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE-ARÉCHIGA, M.; LÓPEZ, G.; LÓPEZ-MORTEO, G. Assessing effectiveness of learning units under the teaching unit model in an undergraduate mathematics course. **Computers & Education**, v. 59, p. 594-606, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARUFI, M. C. B. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. 195f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BATISTA, S. C. F. et al. Celular como ferramenta de apoio pedagógico ao cálculo. **Renote**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2011.

BORBA, M. C. Softwares e internet na sala de aula de matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2010.

ESCHER, M. A. **Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral**: perspectivas históricas e de ensino e aprendizagem. 2011. 222f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

FERRÃO, N. S.; MANRIQUE, A. L. O uso de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem significativa em cálculo. **Ienci**, Porto Alegre (RS), v. 19, n. 1, p. 193-216, 2014.

FERREIRA, J. C.; FILHO, O. P. Integral de Linha de Campos Vetoriais/Trabalho Realizado: Imagem de Conceito e Definição de Conceito. In: VII CIBEM, 2013, Montevideo (Uruguay). **Anais...** Montevideo, p. 1874-1881, 2013.

FERRUZZI, E. C.; ALMEIDA, L. M. W. Modelagem Matemática no Ensino de Matemática para Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa (PR), v. 6, n. 1, p. 153-172, 2013.

FREITAS, J. L. M.; REZENDE, V. Entrevista: Raymond Duval e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão (PR), v. 2, n. 3, p. 10-34, 2013.

GARCÍA, M.; GAVILÁN, J-M.; LLINARES, S. Perspectiva de la práctica del profesor de matemáticas de secundaria sobre la enseñanza de la derivada. De la perspectiva del profesor a la práctica. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/Valencia (Espanha), v. 30, n. 3, p. 219-235, 2012.

GLADCHEFF, A. P.; ZUFFI, E.M.; SILVA, D. M. Um instrumento para avaliação da qualidade de *softwares* educacionais de matemática para o ensino fundamental. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2001.

GONÇALVES, D. C.; REIS, F. DA S. Atividades investigativas de aplicações das derivadas utilizando o GeoGebra. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 27, n. 46, p. 417-432, 2013.

GRANDE, A. L. **Um estudo epistemológico do teorema fundamental do cálculo voltado ao seu ensino**. 2013. 324f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

JUCÁ, S. C. S. A relevância dos *softwares* educativos na educação profissional. **Ciência&Cognição**, Rio de Janeiro (RJ), v. 8, p. 22-28, 2006.

KAIBER, C. T.; RENZ, S. P. Cálculo Diferencial e Integral: uma Abordagem Utilizando o Software Maple. **Paradigma**, Honduras, n. 1, p. 113-132, 2008.

KAY, R.; KLETSKIN, I. Evaluating the use of problem-based video podcasts to teach mathematics in higher education. **Computers & Education**, v. 59, p. 619-627, 2012.

PAQUES, O. T. W. et al. Exploração e análise de softwares educacionais de domínio público no ensino de matemática. In: BIENAL DA SBM, 2002. **Anais...** Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002. Disponível em: <<https://goo.gl/KYjIZV>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

PEQUENO, P. A. L. et al. Uma ferramenta de apoio à análise e ao acompanhamento de práticas interativas como instrumento metodológico para o ensino de disciplinas de matemática. **Renote**, v. 10, n. 3, p. 1-10, 2012.

RIBEIRO, M. V. **O Ensino do Conceito de Integral em Sala de Aula com Recursos da História da Matemática e da Resolução de Problemas**. 2010. 324f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

TAKAČI, D.; STANKOV, G.; MILANOVIC, I. Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups. **Computers & Education**, v. 82, p. 421-431, 2015.

URQUIETA, M. A. V.; YAÑEZ, J. C.; ANDRADE, J. S. Análisis según el modelo cognitivo APOS del aprendizaje construido del concepto de la derivada. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 28, n. 48, p. 403-429, 2014.

VIEIRA, A. F. **Ensino do Cálculo Diferencial e Integral**: das técnicas ao humans-with-media. 2013. 204f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.