

Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-81740-05-4 DOI 10.22533/at.ed.054201702</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Gonçalves, Antonio Machado Fagundes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Atualmente, podemos notar a grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências exatas cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade e a tecnologia.

Tal desenvolvimento só se torna capaz por meio de autores que dedicam o seu tempo e estudo na construção teórica-metodológica de pesquisas científicas que vêm contribuir com a sociedade como um todo, encorpando o conhecimento sobre vários assuntos que envolvem as ciências exatas.

Neste e-book como o próprio título sugere, o leitor encontrará uma mescla de assuntos ligados a estudos em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento. Desde temas ligados ao ensino de ciências a temas muito particulares envolvendo mecânica, robótica, computação, algoritmos, dentre outros.

Ao leitor, corroboro que esta obra intitulada “Estudos Teórico-Metodológicos nas Ciências Exatas” tem muito a contribuir com a área, podendo engrandecer o trabalho de pesquisadores em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Bons estudos

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
JOGOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO: APRENDENDO AS FUNÇÕES EXPONENCIAIS	
Emiliana Batista de Oliveira Hyanka Cezário de Paula Adriana Aparecida Molina Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.0542017021	
CAPÍTULO 2	8
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS BÁSICOS DE UM SEDIMENTADOR PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	
Raimundo Tavares Zane Alex Martins Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.0542017022	
CAPÍTULO 3	17
O ENSINO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DE RAYMOND DUVAL	
Renata Gaspar da Costa Geraldo Magella Obolari de Magalhães Oswaldo Antonio Ribeiro Junior Suzana Nunes Rocha Edislana Alves Barros Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.0542017023	
CAPÍTULO 4	27
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO METROLÓGICO DOS MÉTODOS DE MQ E MZ UTILIZADOS EM MMC	
João Pedro Correa Argentin Denise Pizarro Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.0542017024	
CAPÍTULO 5	35
INTEGRANDO TECNOLOGIA DIGITAL NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA PREPARAÇÃO PARA O ENEM	
Lucas Antônio Xavier Chirlei de Fátima Rodrigues José Izaias Moreira Scherrer Neto Kátia Sotelle Maia Luzinete Louzada Bianchi Kahowec Luciano Carneiro Cardozo Mateus Geraldo Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.0542017025	
CAPÍTULO 6	45
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO PARA A 5ª GERAÇÃO DE COMUNICAÇÃO MÓVEL	
Andréia Vanessa Rodrigues Lopes Fabrício José Brito Barros	

Hugo Alexandre Oliveira da Cruz
André Augusto Pacheco de Carvalho
Iury da Silva Batalha
Jasmine Priscyla Leite de Araújo
Cristiane Ruiz Gomes

DOI 10.22533/at.ed.0542017026

CAPÍTULO 7 53

AUTOMAÇÃO E INTELIGÊNCIA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Késsia Thais Cavalcanti Nepomuceno
Djamel Fawzi Hadj Sadok

DOI 10.22533/at.ed.0542017027

CAPÍTULO 8 59

**FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS APLICADAS NA CONSTRUÇÃO DE
MODELOS ATOMÍSTICOS DE NANOPARTÍCULAS FUNCIONALIZADAS**

Jônatas Favotto Dalmedico
Guilherme Camargo
Bruno de Camargo Barreto Silva
Alessandro Botelho Bovo
Fernando José Antonio
Vagner Alexandre Rigo

DOI 10.22533/at.ed.0542017028

CAPÍTULO 9 77

**UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE BARALHO NO ENSINO DE ALGORITMOS
COMPUTACIONAIS**

Suzana Lima de Campos Castro
Ronaldo Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.0542017029

CAPÍTULO 10 86

**COMPARAÇÃO DE APROXIMAÇÕES NÃO-HIPERBÓLICAS DE TEMPOS DE
TRÂNSITO DE DADOS SÍSMICOS UTILIZANDO DIFERENTES ALGORÍTMOS DE
OTIMIZAÇÃO**

Nelson Ricardo Coelho Flores Zuniga

DOI 10.22533/at.ed.05420170210

CAPÍTULO 11 91

**CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE ESTADO DA ARTE DO
DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO AR-TERRA EM VEÍCULOS
AÉREOS NÃO TRIPULADOS**

Andréia Vanessa Rodrigues Lopes
Fabrício José Brito Barros
Hugo Alexandre Oliveira da Cruz
Cristiane Ruiz Gomes
André Augusto Pacheco de Carvalho
Iury da Silva Batalha
Jasmine Priscyla Leite de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.05420170211

CAPÍTULO 12	97
VARIABILIDADE DIURNA E TEMPORAL DA ALCALINIDADE TOTAL EM DOIS ESTUÁRIOS DE PERNAMBUCO	
Thiago de Oliveira Caminha Manuel de Jesus Flores Montes	
DOI 10.22533/at.ed.05420170212	
CAPÍTULO 13	111
GERENCIAMENTO DE REDES USANDO A FERRAMENTA ZABBIX	
Marco Antônio Corrêa Baião Rômulo Henrique de Carvalho Brandão Lilian Coelho de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.05420170213	
CAPÍTULO 14	123
PROJETO CONCEITUAL DE UMA MINIMÁQUINA-FERRAMENTA MULTIFUNCIONAL CNC	
Gilberto Fernandes Resende de Brito Victor Augusto de Paiva Lopes Vitor Nakayama de Araújo Pires Ferreira João Eduardo Lacerda L. dos Santos Déborah de Oliveira Artur Alves Fiocchi	
DOI 10.22533/at.ed.05420170214	
CAPÍTULO 15	132
CANOPY WALKING AS A PROPOSAL FOR THE AÇAÍ HARVEST IN AMAZONAS	
Magnólia Grangeiro Quirino Patrícia dos Anjos Braga Sá dos Santos Luiz Guilherme Oliveira Marques Karla Mazarelo Maciel Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.05420170215	
SOBRE O ORGANIZADOR	144
ÍNDICE REMISSIVO	145

O ENSINO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DE RAYMOND DUVAL

Data de aceite: 07/02/2020

Renata Gaspar da Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Maranhão – IFMA
São Luís – MA

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6672944134148197>

Geraldo Magella Obolari de Magalhães

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins – IFTO
Paraíso – TO

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0764763742969387>

Oswaldo Antonio Ribeiro Junior

Colégio Estadual Idalina de Paula
Paraíso – TO

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0831776146589137>

Suzana Nunes Rocha

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins
Paraíso – TO

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3350936305243909>

Edislana Alves Barros Andrade

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins
Paraíso – TO

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3181793168262612>

RESUMO: A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, popularmente conhecida como Cálculo, encontra-se nos cursos de ciências exatas como Engenharia, Matemática, Química, Física entre outros. Estudos mostram que esta disciplina apresenta altos índices de reprovação. A presente pesquisa tem como objetivo apresentar a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, criada por Raymond Duval, como proposta pedagógica para o ensino de derivada de funções. A pesquisa tem abordagem qualitativa. O primeiro passo foi conhecer a teoria de Duval, para, em seguida, trabalhar o conteúdo de derivada de funções usando a teoria. Através desta prática, acredita-se na efetiva contribuição para o docente, para o discente e para a difusão da teoria de Duval como proposta pedagógica para os demais conteúdos da Matemática.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Cálculo Diferencial e Integral. Derivadas de funções.

TEACHING OF DERIVED FROM FUNCTIONS UNDER RAYMOND DUVAL'S THEORY PERSPECTIVE

ABSTRACT: The discipline of Differential and Integral Calculus, popularly known only as Calculus, is found in exact science courses, such as Engineering, Mathematics, Chemistry,

Physics and so on. Studies already show that this discipline has high rates of failure. This objective research presents the Theory of Registers of Semiotic Representation, created by Raymond Duval, as a pedagogical proposal for the teaching of derivative functions. The research has a qualitative approach and a study on the Duval theory was performed, later we make a combination of the Derivative content of functions with this theory. Thus, it is intended to contribute to the teaching practice and the student, spreading the Duvalian theory as a pedagogical proposal for the other contents of Mathematics.

KEYWORDS: Theory of Registers of Semiotic Representation. Differential and Integral Calculus. Derivative of functions.

1 | INTRODUÇÃO

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, popularmente chamada de Cálculo, consta no currículo de diversos cursos da área de Ciências Exatas, tais como, Matemática, Física, Química, as Engenharias, etc. Barufi (1999, p.3), afirma que “o Cálculo é uma ferramenta extremamente útil, pois a variação de grandezas e a necessidade de aproximações locais é uma problemática presente em praticamente todas as áreas do conhecimento”. O estudo dessa disciplina inicia-se com os conteúdos de funções reais de uma variável real, Limites e Continuidade, Derivadas e Aplicações, e Integral.

Souza (2007) acredita que a metodologia tradicional, utilizada na maioria das vezes para o ensino, resulta em altos índices de reprovação nessa disciplina, alegando que essa dificuldade apresentada pelos alunos na compreensão dos conceitos básicos do Cálculo, tem se tornado objeto de estudos de pesquisas nacionais e internacionais no âmbito da Educação Matemática.

O foco deste trabalho é propor uma forma de ensinar derivadas de funções reais de uma variável real sob a perspectiva da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, teoria desenvolvida pelo pesquisador francês Raymond Duval, que permite investigar como se dá a forma de pensar e trabalhar com os conteúdos do domínio da matemática (DUVAL, 2018).

A respeito do conceito de derivada, Gonçalves e Reis (2013) afirmam que este conceito pode ser entendido como limite, taxa de variação e como inclinação da reta tangente a uma curva em um ponto dado.

Segundo os autores, o assunto derivadas resume-se apenas na aplicação das regras de derivação, e no entanto, quando o aluno se depara com uma situação-problema não consegue resolvê-la, pois, apenas memorizou as regras de derivação sem entender o conceito.

As dissertações de Campos (2007), Marques (2009), Vaz (2010), Lobo (2012) e a tese de Lobo (2017) são exemplos de pesquisas que utilizam a Teoria dos

Registros de Representação Semiótica como referencial teórico para verificar se os livros didáticos de Cálculo utilizam as transformações semióticas em seu conteúdo.

Esta pesquisa se classifica como abordagem qualitativa. Os estudos do psicólogo francês Raymond Duval foram utilizados como referencial teórico para seu desenvolvimento. Trata-se de apresentar esta teoria como uma proposta pedagógica para o ensino de derivada de funções reais de uma variável real.

2 | TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica foi elaborada pelo filósofo e psicólogo francês Raymond Duval, que durante o período de 1970 a 1995 foi pesquisador do Instituto de Pesquisa sobre o Ensino de Matemática – IREM de Estrasburgo – França. Sua teoria aborda a importância da linguagem e de representações para as atividades matemáticas.

Duval afirma que “a matemática é um tipo de conhecimento que, do ponto de vista epistemológico, é completamente diferente dos outros tipos de conhecimento” (DUVAL, 2018, p.7).

A matemática possui sua própria maneira de pensar e trabalhar seus conteúdos. Esta maneira configura-se como condição necessária para apreender os conceitos matemáticos. Todavia, esta forma é tida como o maior desafio para ensinar a matemática (DUVAL, 2018).

De acordo com Duval (2015), as atividades matemáticas possuem duas faces: a exposta e a oculta. A *face exposta* diz respeito aos conceitos dos objetos matemáticos, à escolha de um procedimento matemático para solucionar um problema, enquanto que a *face oculta*, diz respeito ao modo que é pensado e trabalhado os conceitos matemáticos. É nessa face que se encontra a Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

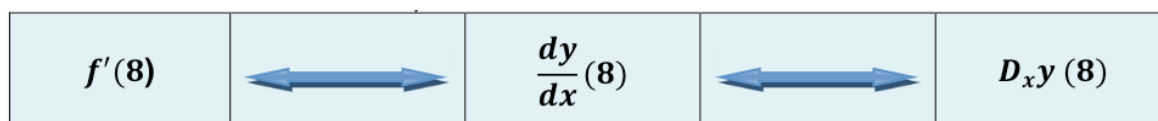
Intitula-se de *registro* ou *sistema semiótico* designa o sistema onde é representado o objeto enquanto que *registros de representações* são as formas possíveis de representar um objeto matemático. Segundo o autor, para se ter acesso aos objetos matemáticos é necessário que estes sejam primeiramente representados (DUVAL, 2018).

Para que um registro semiótico seja aceito como registro de representação é necessário o desenvolvimento de três atividades cognitivas:

- I. **Formação de uma representação identificável:** Refere-se “**seleção** de relações e de dados no conteúdo a representar” (DUVAL, 2012b, p.271, grifo do autor).
- II. **Tratamento:** É considerada uma transformação interna devido a não ocorrência de mudança no registro de representação, isto é, a transformação

realiza-se no mesmo registro (DUVAL, 2012b).

A respeito do ensino de derivadas, podemos notar uma transformação de tratamento na notação da derivada. Observe o exemplo a seguir:

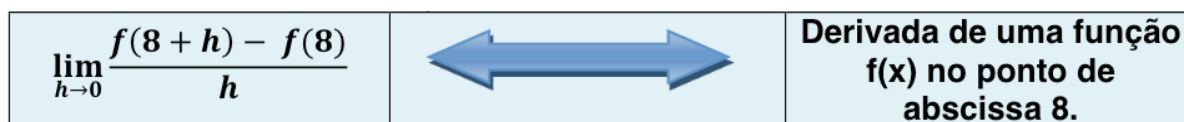


Quadro 1 – Exemplo de tratamento no conteúdo de derivada

Fonte: Autores

Houve mudança no modo de representar a derivada de uma função no ponto de abscissa 8, entretanto, o registro simbólico continuou o mesmo.

III. Conversão: Se refere a uma transformação externa, pois há uma modificação no registro de representação, ou seja, nessa transformação o registro de representação inicial não corresponde ao registro de representação final, (DUVAL, 2012b).



Quadro 2 – Exemplo de conversão no conteúdo de derivada

Fonte: Autores

O quadro 2 apresenta um exemplo de conversão presente no ensino de derivada onde há uma conversão do registro algébrico para o registro linguístico.

É fundamental a articulação de vários registros de um mesmo objeto matemático para a apreensão do seu conceito matemático, além de conseguir reconhecer este objeto em cada uma de suas representações sem que estas sejam confundidas com o objeto estudado (DUVAL, 2012b).

“Uma simples mudança na escrita é suficiente para exibir propriedades diferentes do objeto, mesmo se for mantida a mesma referência” (DUVAL, 2012a, p.99).

A transformação semiótica de conversão pode se dá de forma simples ou custosa caso não haja congruência semântica.

O problema da congruência ou da não congruência semântica de duas apresentações de um mesmo objeto é, portanto, o da distância cognitiva entre estas duas representações, sejam elas pertencentes ou não ao mesmo registro (DUVAL, 2012a, p.105)

Duval (2012) define três critérios para verificar o fenômeno de congruência, que são:

- 1) Conservação de uma correspondência semântica de elementos significantes.
- 2) Conservação da correspondência semântica das unidades de significado.
- 3) A organização das unidades significantes.

Para que haja congruência semântica, todos os três critérios precisam ser satisfeitos, porventura se algum deles falhar, a passagem de uma representação para outra tende a apresentar obstáculos, podendo a representação não ser entendida ou mesmo não realizada (DUVAL, 2012a).

3 | POSSIBILIDADES DE ENSINO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES REAIS DE UMA VARIÁVEL REAL USANDO A TEORIA DE DUVAL

O ensino de derivada de funções reais de uma variável real, limita-se na determinação do coeficiente angular da reta tangente, através do limite dos coeficientes angulares da reta secante.

Em alguns cursos, como no curso de Licenciatura em Matemática, por exemplo, é feita a demonstração dessa definição.

Definição: A derivada de uma função em um ponto fixo a :

$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$$

Se o limite existir.

Em seguida, apresenta-se o gráfico dessa função, e por fim, resolve-se listas de exercícios, que muitas das vezes são exercícios parecidos mudando apenas alguns valores. Esse estilo de atividade ajuda o aluno apenas a memorizar os passos da resolução do exercício, sem, entretanto, ter havido compreensão do conteúdo por parte do aluno.

Ao realizar a transição da definição de derivada para o gráfico, o professor está empregando o tratamento de conversão, pois, ocorre a modificação do registro linguístico para o registro gráfico. Todavia, o docente utiliza apenas um sentido da conversão e excede no uso de tratamentos.

O professor ao fundamentar sua aula na teoria de Duval deve favorecer os dois sentidos da conversão. Por exemplo, além de utilizar da transição do registro linguístico para o registro gráfico da definição de derivada, deve mostrar como se dá do registro gráfico para o registro linguístico, do registro gráfico para o registro algébrico e do registro algébrico para o registro gráfico.

É necessária a conversão nos dois sentidos para que haja compreensão do objeto matemático em sua totalidade. Não deve ser privilegiado um único sentido da

conversão.

Moretti, Ferraz e Ferreira (2008), através de três representações explicam os casos para quando não há limite. Observe o primeiro caso na figura 1:

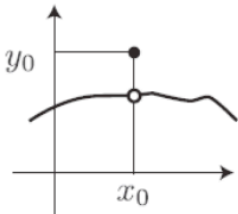
Unidade básica gráfica	Unidade básica linguística	Unidade básica simbólica
	<p>Limites laterais em x_0 são iguais</p> <p>Descontínua em x_0</p>	<p>$y'(x_0)$ não existe</p> $\lim_{x \rightarrow x_0^+} y = \lim_{x \rightarrow x_0^-} y \neq y(x_0)$

Figura 1 – Caso onde não se tem o limite da função

Fonte: Moretti, Ferraz e Ferreira (2008)

Para que o limite de determinada função exista, dois critérios precisam ser satisfeitos, como é mostrado na Unidade básica linguística, que são: A função precisa ser contínua no ponto solicitado e os limites laterais nesse ponto precisam ser iguais.

No caso da figura 1, a derivada da função não existe, pois conforme mostra o registro gráfico, a função é descontínua em x_0 . Logo, os limites divergem.

Observe na figura 2 outra forma de mostrar a descontinuidade em uma função:

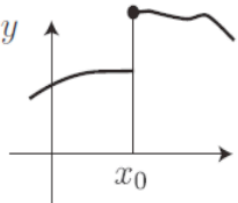
Unidade básica gráfica	Unidade básica linguística	Unidade básica simbólica
	<p>Limites laterais em x_0 são diferentes</p> <p>Descontínua em x_0</p>	<p>$y'(x_0)$ não existe</p> $\lim_{x \rightarrow x_0^+} y \neq \lim_{x \rightarrow x_0^-} y$ <p>$y(x_0) \exists$</p>

Figura 2 - Caso onde não se tem o limite da função

Fonte: Moretti, Ferraz e Ferreira (2008)

A diferença para o exemplo anterior está no registro gráfico, onde este mostra outra forma de uma função descontínua.

As unidades básicas são os registros de representação. A transformação de uma unidade básica para outra está ligada à transformação semiótica de conversão.

A compreensão da derivada não se resume somente em mostrar as diversas formas de representar o objeto matemático, mas, entender como ocorre a conversão de um registro ao outro. Moretti, Ferraz e Ferreira (2008), nos mostram três maneiras de comprovar que uma função não possui limite. Cabe ao professor da disciplina de Cálculo trabalhar com seus alunos como ocorre a modificação de uma representação em outra, abordando os dois sentidos da conversão.

Um exemplo da aplicação da definição 1 é mostrada na figura 3:

EXEMPLO 4 Encontre a derivada da função $f(x) = x^2 - 8x + 9$ em um número a .

SOLUÇÃO Da Definição 4 temos

$$\begin{aligned} f'(a) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{[(a+h)^2 - 8(a+h) + 9] - [a^2 - 8a + 9]}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{a^2 + 2ah + h^2 - 8a - 8h + 9 - a^2 + 8a - 9}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{2ah + h^2 - 8h}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} (2a + h - 8) \\ &= 2a - 8 \end{aligned}$$

Figura 3 – Aplicação da Definição 1

Fonte: Stewart (2009)

O uso da definição tende a ser demorado e pode acontecer do aluno se confundir com as variáveis. Mais adiante, mostraremos outro modo de resolução através das regras de derivação.

As notações para a derivada são diversas, como é possível observar na figura 4:

$$\begin{aligned} &(i) f'(x_0); \frac{dy}{dx}(x_0); \frac{df}{dx}(x_0); D_x(f(x_0)); D_x f(x_0); f'(x_0); y'(x_0). \\ &(ii) \left. \frac{\partial f}{\partial x}(x_0, y_0) \right]_{y=y_0}; \frac{\partial f}{\partial x}(x_0, y_0); \frac{\partial f(x_0, y_0)}{\partial x}; \frac{\partial}{\partial x}[f(x_0, y_0)]; f_x(x_0, y_0); D_x[f(x_0, y_0)]. \end{aligned}$$

Figura 4 – Notações para derivada

Fonte: Alves (2012)

Alves (2012), no item (i), apresenta as notações utilizadas no ensino para uma variável. Para duas variáveis, as notações são apresentadas no item (ii).

Nota-se a presença da transformação semiótica de tratamento, pois, apesar das diversas formas de representar a derivada, não houve mudança no registro de representação.

A respeito das regras de derivação, temos:

Regra da Soma: $[f(x) + g(x)]' = f'(x) + g'(x)$

Regra da Diferença: $[f(x) - g(x)]' = f'(x) - g'(x)$

Regra do Produto: $[f(x) \cdot g(x)]' = f'(x) \cdot g'(x) + f(x) \cdot g'(x)$

Regra do Quociente: $\frac{f'(x)}{g'(x)} = \frac{f'(x) \cdot g(x) - f(x) \cdot g'(x)}{[g(x)]^2}$

O uso destas regras implica nos registros algébricos e numéricos e permite que o aluno responda mais rápido se comparado com o uso da Definição 1. O exemplo da figura 3 pode rapidamente ser resolvido utilizando a regra da soma e da diferença, bastando, apenas, substituir o x por a .

Assim:

$$\begin{aligned} f(x) = x^2 - 8x + 9 & \implies f(a) = a^2 - 8a + 9 \\ f'(x) = 2x - 8 & \implies f'(a) = 2a - 8 \end{aligned}$$

Quando se faz uso das regras de derivação, tende-se a manter o mesmo de registro de representação e de registro numérico. Logo, pode-se afirmar que os alunos mobilizam em atividades desse tipo a transformação semiótica de tratamento.

O uso da transformação de tratamento é necessário para que o aluno adquira prática na realização dos cálculos matemáticos. É através do tratamento que o aluno pode escolher qual o melhor registro para lhe deixar mais confortável no manuseio dos cálculos matemáticos.

O uso de tratamento está bastante presente, também, na disciplina Equações Diferenciais Ordinárias, onde o aluno, para responder às questões, primeiro precisa reconhecer que tipo de equação se trata (equação redutível a linear, equação exata ou redutível a exata, equação de Ricatti, etc.), para aplicar a técnica correta. O obstáculo está em reconhecer o tipo de equação, pois, em muitos casos, as equações não são facilmente reconhecidas, obrigando o aluno a manuseá-las até surgir uma outra equação equivalente, para, então, escolher o método adequado de resolução.

Um exemplo é a seguinte equação:

$$\frac{dy}{dx} = y(x \cdot y^3 - 1)$$

Trata-se de uma Equação de Bernoulli, da forma $\frac{dy}{dx} + P_y = Q \cdot y^n$, onde P e Q são constantes ou funções de x , com n diferente de 0 e 1 ($n \neq 0, n \neq 1$). Todavia, para reconhecer como de Bernoulli precisa aplicar alguns procedimentos matemáticos para deixá-la na forma que será:

$$\frac{dy}{dx} = y(x \cdot y^3 - 1) \longrightarrow \frac{dy}{dx} = x \cdot y^4 - y \longrightarrow \frac{dy}{dx} + y = x \cdot y^4$$

A equação continua a mesma, porém, reescrita de outra forma, isto é, houve uma transformação de tratamento, já que não houve mudança no registro de representação.

Quando o professor privilegia em suas aulas os dois sentidos de conversão, além de fazer uso do tratamento para a prática dos cálculos matemáticos, afirma-se que está utilizando a Teoria dos Registros de Representação Semiótica como metodologia de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica possui grande potencial para superar as dificuldades em aprendizagem de derivada de funções reais de uma variável real. Todavia, é necessário que o professor, além de ter domínio sobre o objeto matemático de estudo, saiba utilizar a teoria sem causar confusão na cabeça do aluno.

Observou-se que a transformação de tratamento auxilia no processo de realização dos cálculos matemáticos, mas, a aula não deve apenas restringir-se a esse tipo de transformação.

A conversão possui grande valia no processo de aprendizagem quando o professor sabe trabalhar com os dois sentidos que essa transformação oferece.

Por ser considerada uma teoria relativamente recente, pouco conhecida, pode-se dizer que quase sempre o seu uso é incorreto. Como a maioria dos professores desconhecem a Teoria de Raymond Duval, é importante sua difusão, pois trata-se de um instrumento que beneficia tanto o professor quanto o aluno, trazendo diferentes caminhos para chegarem ao mesmo lugar, aumentando a interação entre alunos e professores, aprimorando, assim, a qualidade do ensino.

Referente ao ensino de derivada de funções reais de uma variável real, esta ferramenta deve priorizar a transformação de conversão, cabendo ao professor equilibrar as duas atividades semióticas, isto é, responder e propor exercícios que possibilitem o uso das duas técnicas, sem que uma sobressai sobre a outra.

REFERÊNCIAS

ALVES, Francisco Régis Vieira; Borges. **IMPLICAÇÕES DA TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS NO ENSINO DO CÁLCULO**. Conexões: Ciência e Tecnologia, v. 1, p. 1-15, 2012.

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

CAMPOS, Ronaldo Pereira. **A abordagem do teorema fundamental do cálculo em livros didáticos e os registros de representação semiótica**. 2007. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, São Paulo, 2007.

DUVAL, Raymond; MORETTI, Trad. Mércles Thadeu. **Como Analisar A Questão Crucial Da Compreensão Em Matemática?** Revemat, Florianópolis, v. 13, n. 2, p.1-27, 2018.

DUVAL, Raymond; MORETTI, Trad. Mércles Thadeu. **Diferenças semânticas e coerência matemática: introdução aos problemas de congruência.** Revemat: revista eletrônica de educação matemática, [s.l.], v. 7, n. 1, p.97-117, 16 jul. 2012a. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n1p97>

DUVAL, Raymond; MORETTI, Trad. Mércles Thadeu. **Mudanças, em curso e futuras, dos sistemas educacionais: Desafios e marcas dos anos 1960 aos anos... 2030.** Revemat, Florianópolis, v. 10, n. 1, p.1-23, 2015.

DUVAL, Raymond; MORETTI, Trad. Mércles Thadeu. **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento.** Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. **Revemat:** revista eletrônica de educação matemática, [s.l.], v. 7, n. 2, p.266-297, 13 dez. 2012b. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>.

GONÇALVES, Daniele Cristina; REIS, Frederico da Silva. Atividades Investigativas de Aplicações das Derivadas Utilizando o GeoGebra. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 46, p.417-432, ago. 2013.

LOBO, Rogério dos Santos. **A abordagem dada à taxa de variação no livro didático do ensino médio e a sua relação com o conceito da derivada no livro didático do ensino superior.** 2017. 253 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC/SP, São Paulo - SP, 2017.

LOBO, Rogério dos Santos. **O TRATAMENTO DADO POR LIVROS DIDÁTICOS AO CONCEITO DE DERIVADA.** 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, São Paulo, 2012.

MARQUES, Leandro. **Sobre a utilização do livro didático no estudo de derivadas parciais.** 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, São Paulo, 2009.

MORETTI, Mércles Thadeu; FERRAZ, Ademir Gomes; FERREIRA, Verônica Gitirana Gomes. Estudo da conversão de funções entre registros simbólicos e gráficos no ensino universitário. **Quadrante**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.97-122, 2008.

STEWART, James. Cálculo: volume 1; tradução técnica Antonio Carlos Moretti, Antonio Carlos Gilli Martins ; revisão técnica Helena Castro. -- São Paulo: Cengage Learning, 2009.

SOUZA, Fernando Eduardo. **A integral na visão de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente à produção de alunos.** 2007. Dissertação- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP, 2007.

SOBRE O ORGANIZADOR

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcalinidade total 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110

Algoritmos de ordenação 77, 78, 79

ARIAC 53, 54, 55, 56, 57, 58

C

Cálculo diferencial e integral 17, 18, 25, 26

Coagulação 8, 9, 10, 11, 15

E

Enem 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Ensino de algoritmos computacionais 77, 78, 84

Ensino e aprendizagem 1, 2

Ensino híbrido 35, 36, 38, 42

Erros de medição 27

J

Jogos de treinamento 1

M

Máquina-ferramenta 124

Métodos de ajuste 31, 34

N

Nanomateriais 60, 62, 63, 76

Nanopartículas 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 74, 75

Não-hiperbólico 86

P

Projeto mecânico 124, 126

R

Robótica ágil 53, 54, 57, 58

S

Sísmica 86, 87, 88

Sistema carbonato 97, 98, 99, 104, 105

T

Teoria dos registros de representação semiótica 17, 18, 19, 25

 **Atena**
Editora

2 0 2 0