

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP**

WAGNER MARINI

**Um Panorama de Pesquisas Sobre o Ensino e a Aprendizagem do Cálculo
Diferencial e Integral: 2003 a 2013**

Mestrado em Educação Matemática

SÃO PAULO

2014

WAGNER MARINI

**Um Panorama de Pesquisas Sobre o Ensino e a Aprendizagem do Cálculo
Diferencial e Integral: 2003 a 2013**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para a obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, sob a orientação da Profa. Dra. Sonia Barbosa Camargo Iglioni.

SÃO PAULO

2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Sonia Barbosa Camargo Iglori.

Prof. Dr. Ivo Machado da Costa

Prof. Dr. Rogério Ferreira Fonseca

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta monografia por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____

Local e data: _____

[...] todos julgamos que muitas coisas são evidentes, as aceitamos acriticamente e até com a convicção ingênua e presunçosa de que a crítica é desnecessária. Karl Popper.

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os homens e mulheres que enaltecem o saber, a crítica e o conhecimento.

Dedico-o especialmente às minhas filhas Juliana e Carolina, e à minha companheira Tekinha.

Agradecimentos

À minha orientadora Professora Doutora Sonia Barbosa Camargo Iglori, pela paciência, atenção e dedicação no transcorrer do trabalho.

Aos membros da banca, o Professor Doutor Ivo Machado da Costa e o Professor Doutor Rogério Ferreira Fonseca, pelas importantes contribuições.

À CAPES pelo apoio financeiro que possibilitou a necessária dedicação que essa Dissertação de Mestrado demandou.

À minha esposa e filhas por todo apoio e carinho.

RESUMO

O objetivo desta dissertação é o de realizar um estudo focado nas pesquisas, sobre o Ensino e de Aprendizagem do Cálculo em cursos iniciais de Exatas, produzidas no Brasil no período de 2003 e 2013. Esse estudo envolve levantamento, categorização e síntese dos resultados e foi organizado por meio de um Panorama que inclui dissertações teses e artigos com foco nesse tema. Os procedimentos metodológicos que conduzem a análise do material coletado são aqueles adequados às pesquisas qualitativas teóricas assemelhadas ao estado da arte. A análise dos trabalhos constituintes do Panorama visou destacar a relação das teorias de sustentação, das metodologias adotadas e das concepções filosóficas, com a abordagem e desenvolvimento dos trabalhos propriamente dito, tendo como referência, especialmente o que é indicado por English (2010). Além disso, a análise, norteadada pela busca de respostas a quatro perguntas elaboradas para esse fim, permitiu a constatação de que há uma diversidade de teorias utilizadas como sustentação desses trabalhos e uma profusão de resultados que fazem a ponte desejável entre a teoria e a prática do Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral. Resultados são destacados atendendo a necessidade da área no estabelecimento de consensos.

Palavras-chave: Pesquisa, Panorama, Ensino, Aprendizagem, Cálculo.

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to carry out a study focused on the research of Teaching and Learning of Calculus in Exact initial courses, produced in Brazil from 2003 to 2013. This study involves survey, categorization, and synthesis of the results and it was organized through a Panorama that includes dissertations, theses and articles focused on this theme. Methodological procedures that lead to the analysis of the collected material are those appropriate to qualitative research theorist related to state of the art. The analysis of the work constituents of Panorama aimed to highlight the relationship between the theories of sustaining, methodologies adopted and philosophical conceptions with the approach and development of work itself, having as reference, especially what is indicated by the English (2010). Furthermore, the analysis guided by the quest to answer the four questions drawn up for this purpose, has allowed the observation that there is a diversity of theories used as support of the work and a profusion of outcomes that allow the desirable bridge between the theory and the practice of Teaching and Learning the Differential and Integral Calculus. Results are highlighted based on the need of the area to establish consensus.

Key-words: Search, Panorama, Teaching, Learning, Calculus.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1: Objetivo, Problemática e Problema	02
CAPÍTULO 2: Metodologia e procedimentos metodológicos	06
CAPÍTULO 3:	
Ensino e Aprendizagem sob o ponto de vista do Racionalismo Crítico	08
3.1. A Aprendizagem	08
3.2. O Ensino	09
CAPÍTULO 4: Panorama	12
4.1. Modalidade: Teses	14
4.2. Modalidade: Dissertações de Mestrados Acadêmicos	21
4.3. Modalidade: Dissertações de Mestrados Profissionais	53
4.4. Modalidade: Artigos	68
CAPÍTULO 5: Análise do Panorama	82
CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	91
ANEXO 1: Lista dos trabalhos relacionados no Panorama	96
ANEXO 2: Teorias Apresentadas nos Trabalhos do Panorama	100

FIGURAS

FIGURA 1 - Categorização dos Trabalhos Analisados	83
--	-----------

INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem por objetivo elaborar um Panorama de trabalhos – Teses, Dissertações e Artigos – que tratam dos processos de Ensino e de Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral com vistas a destacar objetivos, teorias, aspectos filosóficos e resultados. A importância do trabalho está na necessidade, apontada por pesquisadores, de realização de sínteses dos estudos que vem sendo desenvolvidos na área de Educação Matemática com vistas a buscar consensos que orientem os caminhos a serem seguidos.

Nessa perspectiva esta pesquisa se norteia pelo trabalho de English & Sriraman (2010) *Theories of Mathematics Education*, no qual eles propõem três questões: Qual o papel da teoria na pesquisa em Educação? Qual a postura filosófica que influencia o tipo de pesquisa que se faz? Quais deveriam ser os objetivos da pesquisa em Educação Matemática?

Nesse sentido em concordância com o sugerido por Creswell (2010) a respeito de se fazer uma opção por uma filosofia que esteja subjacente ao trabalho de pesquisa, também nos apoiamos em Kilpatrick (2010):

No capítulo, Sriraman e English oferecem uma revisão ampla das teorias e filosofias da Educação Matemática. Eles começam pontuando que cada uma daquelas teorias tem que clarificar sua ontologia, suas metodologias e epistemologias, e que estas poderiam formar os fundamentos de uma filosofia para o campo. O trabalho e a influência de Lakatos dão consideração especial a esse respeito¹ (p. 3) (tradução nossa)

E nos apoiamos também na afirmação: “qualquer teoria de pensamento, de Ensino ou de Aprendizagem repousa sobre uma filosofia de conhecimento subjacente²” (ENGLISH e SRIRAMAN, 2010, p. 7) (tradução nossa).

Adaptando essas questões ao nosso trabalho as reformulamos e elas nos servirão para a análise proposta:

¹In the chapter, Sriraman and English offer a wide-ranging survey of theories and philosophies of mathematics education. They begin by pointing out that each of those theories needs to clarify its ontology, methodologies, and epistemology and that these might form the foundations of a philosophy for the field. The work and influence of Lakatos get special consideration in that regard.

² Any theory of thinking or teaching or learning rests on an underlying philosophy of knowledge.

- Quais teorias subsidiam a pesquisa sobre Ensino e Aprendizagem do Cálculo?
- Há posicionamentos filosóficos nas pesquisas analisadas?
- Quais os objetivos dessas pesquisas?
- Há resultados consensuais?

A análise com nossas conclusões seguem a apresentação do panorama.

CAPÍTULO 1.

Objetivo, Problemática e Problema.

Conforme Laville (1999) “a pesquisa parte de um problema e se insere em uma problemática” (p. 85). Seguindo essa recomendação, no que segue, buscamos declarar o problema de pesquisa e a problemática no qual ele está inserido.

Entendemos que a problemática para esta pesquisa está na existência de uma gama considerável de pesquisas, as quais se utilizam de uma variedade de teorias e, portanto, apresentam uma variedade de resultados sobre um determinado fenômeno do Ensino e/ou Aprendizagem da Matemática. Essa existência é problemática por si só, pois pode confundir e mesmo desviar o foco dos pesquisadores, que delas façam uso, distanciando-os das utilizações pertinentes e frutíferas, principalmente levando-se em conta a especificidade da área que é sua forte relação entre teoria e prática.

As áreas do conhecimento de um modo geral têm seus problemas envoltos nessa problemática. Mas é importante destacar que no caso da Educação Matemática essa problemática está sendo apontada como entrave ao processo de fortificação e clarificação da relação teoria-prática.

Essa preocupação foi manifestada por Lester Jr. (2010) como segue:

Referenciais teóricos forçam as pesquisas a explicar que os seus resultados são dados por "decreto" em vez de provas. Alguns pesquisadores (p. ex., Eisenhart 1991) insistem em que teóricos da educação preferem abordar e explicar os resultados da sua pesquisa por "teórica decreto" em vez de com evidências sólidas para apoiar as suas reivindicações. Ou seja, há uma convicção entre alguns pesquisadores que a adesão a um quadro teórico força os pesquisadores a fazer seus dados convergirem para sua teoria. Além disso, adesão rígida a uma posição teórica torna provável que o pesquisador vá omitir ou ignorar informações importantes³. (p. 71)

Considerando a Educação Matemática por esse ponto de vista, fazemos um

³ Texto original (tradução minha): *Theoretical frameworks force the research to explain their results are given by “decree” rather than evidence.* Some researchers (e.g., Eisenhart 1991) insist that educational theorists prefer to address and explain the results of their research by “theoretical decree” rather than with solid evidence to support their claims. That is to say, there is a belief among some researchers that adherence to a theoretical framework forces researcher to make their data fit their theory. In addition, rigid adherence to a theoretical position makes it likely that the researcher will omit or ignore important information.

breve aprofundamento destacando dois pontos focais importantes.

A Educação Matemática (na interface com a Educação) tem seu olhar para os sujeitos aprendizes e para os sujeitos ensinantes. A Educação Matemática (na interface com a Matemática) tem seu olhar para os objetos matemáticos que servirão de substrato germinativo no desenvolvimento de suas pesquisas.

A *Educação Matemática* tem, portanto, nos sujeitos aprendizes o seu núcleo de atenção, são esses sujeitos a razão de sua existência. Essa perspectiva lhe impõe desde o início a qualidade de estar inserida na área das Humanas, isto é, não se trata de buscar respostas exatas, mas de buscar respostas a questões tão complexas quanto podem ser os sujeitos envolvidos no processo – o conjunto de inter-relações envolvendo os sujeitos aprendizes, os sujeitos ensinantes e os sujeitos pesquisadores, considerados em um contexto histórico e social.

Não pode existir a crença ingênua de que a Educação Matemática tem apenas, de forma simplória, a interface com a Educação e com a Matemática. É sabido, contudo, que existem as interfaces políticas, sociais, econômicas, culturais, históricas entre outras, e quanto forte podem ser as pressões sofridas, oriundas destas diversas áreas, na formação de uma identidade. Não obstante, para o propósito do estabelecimento da nossa reflexão, encontraremos substância suficiente nas duas fronteiras – Educação e Matemática, que merecem destaque considerando o ponto de vista Epistemológico e de sua Práxis.

A Educação *Matemática* tem nos objetos matemáticos o seu núcleo de atenção, são esses objetos os germes a partir dos quais suas pesquisas ganharão corpo, ou seja, o pesquisador em Educação Matemática elaborará um plano de pesquisa, considerando determinado problema que tenha emergido quando, ou a partir de, os sujeitos aprendizes revelarem dificuldade na Aprendizagem de conceitos de um objeto matemático.

Esse não é o único propósito e a única forma de uma pesquisa, de fato há várias e distintas formas e propósitos, contudo se esse tipo – relacionado diretamente com a dificuldade em construir determinado conhecimento a respeito de um objeto matemático - não existir, a Educação Matemática como ciência não existirá.

Tendo descrito a problemática podemos indicar que o problema desta pesquisa se insere nesta problemática com o direcionamento à Matemática Superior e mais especificamente ao Cálculo.

Ou seja, colocamos como problema de pesquisa, ou problema a ser tratado no Panorama expressando-o por meio de questões da mesma natureza das apresentadas por English (2010) agora voltadas para as pesquisas sobre os processos de Ensino e Aprendizagem do Cálculo, quais sejam: i) Quais teorias subsidiam a pesquisa sobre Ensino e Aprendizagem do Cálculo? ii) Há posicionamentos filosóficos nas pesquisa analisadas? iii) Quais os objetivos dessas pesquisas?). Acrescentamos mais uma: iv) Há resultados consensuais?

CAPÍTULO 2

Metodologia e procedimentos metodológicos

Neste capítulo discorreremos sobre a escolha metodológica e os procedimentos para a realização da pesquisa.

No que tange à escolha metodológica inserimos nossa investigação, segundo Fiorentini e Lorenzato (2012), em uma pesquisa científica:

um processo de estudo que consiste na busca disciplinada/metódica de saberes ou compreensões acerca de um fenômeno, problema ou questão da realidade ou presente na literatura o qual inquieta/instiga o pesquisador perante o que se sabe ou diz a respeito. (p. 60)

E também como uma abordagem fenomenológico-hermenêutica que, também segundo Fiorentini e Lorenzato (2012), pode ser definida como:

Essa abordagem fundamenta-se filosoficamente na fenomenologia e no processo hermenêutico de interpretação, Parte do pressuposto de que a solução dos problemas educacionais passa primeiramente pela busca de interpretação e compreensão dos significados atribuídos pelos envolvidos (os sujeitos que experienciam o fenômeno). (p. 65)

A elaboração do Panorama segue as mesmas diretrizes de uma pesquisa de estado da arte, entretanto sem atingir a mesma amplitude. Segundo Fiorentini (1994), um estudo documental pode ser definido como estado da arte se tem como proposta inventariar e sistematizar uma determinada produção científica que é, em certa medida, o que foi feito.

Em suas próprias palavras:

[...] revisão bibliográfica de trabalhos de pesquisa realizados na área de Educação Matemática. Esse tipo de investigação é também chamado de pesquisa do “estado da arte”, sobretudo porque procuramos inventariar, sistematizar e avaliar a produção científica [...] (p. 32)

A seleção dos trabalhos que compõem o Panorama apresentado nesta dissertação foi feita a partir do Banco de Teses da CAPES, da busca na Biblioteca Digital da PUC-SP, na Revista da SBEM, Educação Matemática em Revista, e na Internet (utilizando o buscador Google).

Devido à época em que algumas dissertações e teses foram publicadas, suas versões em arquivo digital não existem – não havia essa opção tecnológica – dessa forma, buscamos encontrar artigos que estivessem publicados digitalmente e, como sendo dos mesmos autores e tendo os mesmos títulos, refletissem as ideias principais das dissertações que os originaram. Por essa razão três artigos, dos sete selecionados, têm essa característica. Nessas buscas foram utilizadas as seguintes palavras chaves: Cálculo Diferencial; Cálculo Integral; Limites; Derivadas; Ensino de Cálculo; Aprendizagem do Cálculo.

Como resultado dessa busca conseguimos selecionar, num primeiro momento, mais de cem trabalhos que, após a leitura de seus resumos, reduziram-se a trinta e cinco. Essa redução era esperada, pois os mecanismos de busca sempre relacionam trabalhos em que as palavras chaves aparecem, entretanto nem sempre estão no contexto que buscamos.

Após a seleção dos trabalhos fizemos um fichamento destacando os aspectos pertinentes a uma categorização, sempre à luz de Fiorentini e Lorenzato (2006), conforme apresentado a seguir:

- i) Dados Formais: título, autor, orientador, ano de publicação, modalidade (tese, dissertação, ou artigo), programa, instituição.
- ii) Dados Analíticos: objetivo, problemática, problema, referencial teórico, metodologia, concepção filosófica.
- iii) Comentário / resultados.

Consideramos que essa etapa da dissertação, qual seja, a busca e levantamento de trabalhos relacionados ao objeto matemático de pesquisa, o Ensino e a Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, é um momento importante e fundamental da pesquisa. A análise foi feita tendo por referência o problema de pesquisa indicado no capítulo 1.

CAPÍTULO 3

Ensino e Aprendizagem sob o ponto de vista do Racionalismo Crítico.

Os termos *Ensino* e *Aprendizagem* apresentam diversidade de conotações, mesmo quando considerados no ambiente acadêmico, sendo, por vezes, tais conotações consideradas como indicadoras de uma mesma conceptualização. Alguns dos trabalhos apresentados no panorama deste trabalho corroboram essa constatação.

A imbricação dos conceitos subjacentes a esses termos justifica, muitas vezes, a adoção conceptual que é adotada nesses trabalhos.

Consideramos, portanto, que a abordagem feita abaixo evidencie a conotação que damos a esses termos e que é dada sob a influência de nossa escolha filosófica, o Racionalismo Crítico.

3.1. A Aprendizagem.

Tomando como base o empreendimento feito neste trabalho, de buscar subsídios na Filosofia, nas teorias da Educação, nas teorias da Educação Matemática, consideramos que a Aprendizagem é uma produção solipsista, isto é, tem um caráter solitário, porque acontece no íntimo do sujeito.

Por esse ponto de vista não é possível transferir conhecimento, cada sujeito individualmente terá que construir o seu próprio desenvolvimento intelectual, não obstante às influências do meio, do *milieu*, do convívio social e do contexto histórico.

O processo de construção do conhecimento é um processo cognitivo, questões emocionais que envolvem o sujeito aprendiz, sua memória consciente e o relacionamento do conceito a ser aprendido com conhecimentos prévios, e a linguagem natural como ponto de partida para o registro de representação do conceito em construção, são estruturas que estão intimamente relacionadas.

Com essas três estruturas como base, o conhecimento pode se desenvolver, e sofrerá as influências citadas acima, mas sempre a partir de conjecturas e testes.

Um exemplo ajuda o entendimento. Um sujeito que contempla o céu poderá concluir que a Terra é o centro do universo, outro sujeito utilizando teorias distintas

poderá concluir de outra forma.

As teorias da Terra plana e da Terra como centro do universo duraram muito tempo, até que outra teoria apresentasse uma explicação melhor. Os sujeitos dessas épocas e desses mundos construía seus conhecimentos individualmente, entretanto essas eram as teorias que eles dispunham para validar suas conjecturas.

Hoje ocorre o mesmo conosco, defendemos nossas conjecturas com as teorias que temos, e aquelas que podemos criar, mas com certeza novas teorias mais completas virão. É exemplo o confronto entre a Teoria da Gravitação Universal de Newton e a Teoria da Relatividade de Einstein.

Estudar a Aprendizagem é antes de tudo estudar o sujeito cognoscente, estudar como funciona sua mente-corpo, estudar como se dão as relações entre um conceito novo e sua memória de longo prazo, como se dá a relação de um conceito novo com um conhecimento prévio.

É entender que a construção do conhecimento ocorre a partir de escolhas e que para escolher o sujeito depende da emoção, escolher entre duas conjecturas, escolher entre duas teorias, escolher entre duas possibilidades quaisquer, escolher entre dois caminhos possíveis. Entender que algumas escolhas acontecem num nível psicológico que pode estar entre o inconsciente e o consciente pleno. Nada disso ocorre no mundo em que o sujeito está, mas no seu eu.

3.2. O Ensino.

O Ensino é o processo metodológico pelo qual a Aprendizagem pode ser facilitada e conseqüentemente melhorada, ou seja, é o processo capaz de tornar a Aprendizagem mais eficiente. Todo sujeito aprende! Por pior que sejam as condições, ele aprenderá.

Se não fosse assim o homem não teria construído os saberes desde sua ancestralidade. O cérebro humano tem hoje o mesmo tamanho que tinham os cérebros dos homens de trinta mil anos passados, isso é um indicador importante da potencialidade intelectual, ou seja, o homem de trinta mil anos passados (ou mais) tinha a mesma capacidade de formular conjecturas e as defendê-las, que os homens modernos têm.

Homo sapiens – espécie a que pertencem os seres humanos na atualidade. [...] os vestígios mais antigos desta espécie no Oriente

Próximo datam à volta de 100 mil anos, [...] a colonização da Europa pelos primeiros *Homo sapiens* foi há cerca de 40 mil anos. [...] No crânio temos adaptações próprias e únicas: cérebros muito grandes, em média de 1400 cm³, [...] (CORDEIRO, 2005, p, 39)

O que nos diferencia de nossos ancestrais é apenas o conjunto de teorias disponíveis. Portanto, aprendemos mesmo sem método, mesmo sem metodologia, mesmo sem teorias de Educação, mesmo com uma proposta conservadora e ortodoxa, não importa se exista ou não um processo de Ensino, o objetivo de construir um conhecimento é atingido pelo sujeito.

Ora, se é assim, para que serve o Ensino? Serve, evidentemente para facilitar a Aprendizagem, para tornar ótimo o processo de construção do conhecimento, para construir pontes. Acreditamos que ser uma construtora de pontes seja justamente a característica principal da didática como prática de Ensino.

Tanto pela vertente prática, enquanto instrumento de aplicação, quanto pela vertente teórico-filosófica, a didática é majoritariamente uma construtora de pontes de comunicação, pois aí está a sua razão de ser: o ouvir e escutar na relação *didiscente* de Freire (1996).

Nesse sentido não há razão de ser para o Ensino que não seja profundamente relacionada com o processo da Aprendizagem.

Assim, entender e evidenciar a complementaridade existente entre o Ensino e a Aprendizagem é entender e evidenciar o caráter facilitador do Ensino. O Ensino existe porque a Aprendizagem existe, enquanto que a Aprendizagem existe ainda que não exista Ensino, esse é o modo como vemos a demarcação que aqui se evidencia.

A Aprendizagem é solipsista e interna ao sujeito, o Ensino é social e externo ao sujeito. Enquanto a Aprendizagem ocorre porque ela própria é um mecanismo evolutivo de nossa espécie e assim se fez como um instrumento de sobrevivência, o Ensino é um produto humano, uma invenção que serve para possibilitar aos sujeitos de uma sociedade o acesso aos saberes dessa sociedade.

Um bom Ensino, portanto, no contexto dessa dissertação, é aquele que ao entender como a construção do conhecimento ocorre (a Aprendizagem), busca apresentar o saber a ser ensinado/aprendido de forma que esteja adequadamente ajustado à maneira em que essa construção se dá.

Na perspectiva do Racionalismo Crítico, essa relação se dá num processo em que as escolhas não só são possíveis como necessárias, num andamento em que a

linguagem se manifesta em primeiro lugar e a seguem as outras formas de registros de representação. Essa ideia corrobora com a afirmação de Ponte et al (1997):

Uma alternativa radicalmente diferente à da procura de bases indubitáveis para a Matemática foi a apresentada por Imre Lakatos. Este filósofo, matematicamente esclarecido, segue a teoria do conhecimento científico enunciada por Popper que advoga que o conhecimento científico é hipotético, falível, e que a ciência progride, a partir de problemas, pelo jogo entre factos, conjecturas e refutações. (cap. 2, p. 17)

O Ensino e a Aprendizagem se relacionam como um jogo de engrenagens e um motor, ligados por uma embreagem. Nessa relação a Aprendizagem é o motor, o Ensino é o jogo de engrenagens, mesmo quando desengatado do jogo de engrenagens, pela embreagem, o motor não para, mas poderá imprimir força e velocidade quando o engate for perfeito.

CAPÍTULO 4

A partir da elaboração de um Panorama buscamos obter elementos que evidenciem e auxiliem na análise e no entendimento dos processos de construção de trabalhos, especialmente na específica adoção de teorias que respaldam as pesquisas em Educação Matemática que tratam dos processos de Ensino e Aprendizagem do Cálculo. Dando especial atenção à distância existente entre a teoria e a aplicação prática, em certa medida causada pela variedade de teorias e profusão de resultados.

Panorama

O Panorama é composto por Teses, Dissertações de Mestrados Acadêmicos, Dissertações de Mestrados Profissionais e Artigos.

Os trabalhos estão organizados pela seguinte ordem colocada abaixo:

A partir dos trabalhos coletados foi organizada uma síntese dos mesmos selecionando-se três tipos de informações:

a) **Dados Formais:** título, autor, orientador, ano de publicação, modalidade (dissertação, tese ou artigo), Programa, Instituição,

b) **Dados Analíticos:** objetivos, problemática; problema; referencial teórico, concepção filosófica, metodologia.

c) **Comentários/Resultados.**

Os trabalhos estão organizados por ordem de modalidades (tese, dissertação e artigo) e cronológica. A numeração é feita em cada modalidade.

A metodologia adotada em cada trabalho está apresentada em concordância com a tipificação de Gerhard e Silveira (2009), que apresenta a seguinte sequência: Abordagem, Natureza, Objetivos e Procedimentos.

Quanto à **abordagem** uma pesquisa pode ser qualitativa quando se preocupa com aspectos da realidade não quantificáveis, ou quantitativa quando é possível quantificar amostras e universos.

Quanto à **natureza** a pesquisa pode ser básica objetivando a geração de novos saberes, ou aplicada voltada à solução de problemas específicos.

Quanto aos **objetivos** a pesquisa pode ser exploratória quando explicita um problema e constrói hipóteses a seu respeito, descritiva quando descreve um

problema, fatos e fenômenos, ou explicativa quando identifica fatores que justificam fenômenos.

Quanto aos **procedimentos** a pesquisa pode ser experimental, bibliográfica, documental, de campo, de levantamento, participante, pesquisa-ação, etnográfica, etno-metodológica, ou estudo de caso.

4.1. Modalidade: Tese.

T1.

a) Dados Formais

Título: O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica.

Autor: Wanderley Oura Rezende.

Orientador: Prof. Dr. Nílson José Machado.

Ano de publicação: 2003.

Modalidade: Tese.

Programa: Educação.

Instituição: Universidade de São Paulo.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Estudar dificuldades de natureza epistemológica no Ensino de Cálculo.

Problemática:

Altos índices de reprovação dos alunos na disciplina de Cálculo, e conseqüente efeito de evasão, podem ter origem no binômio omissão/evitação (atitude que determina a postura do professor diante do exercício de sua docência). Essa ideia é sustentada a partir da análise de dados apresentados em outras pesquisas.

Nesse contexto é feita a defesa de que esse problema tem origem complexa e que tal origem não reside em questões culturais, nem em condições socioeconômicas e tão pouco é exclusividade do Brasil.

Problema:

Como se dá o rompimento do isolamento semântico, a subestimação da relevância das ideias e dos instrumentos característicos do Cálculo?

Referencial Teórico:

Obstáculos Epistemológicos (Bachelard).

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Bibliográfica - Mapas Conceituais.

Concepções filosóficas:

Epistemologia (Thomas Khun, Georg Wilhelm Friedrich Hegel e Gaston Bachelard).

c) Comentários/ Resultados:

Esta pesquisa apresenta uma análise epistemológica a respeito das abordagens de diversos autores com relação ao processo de Ensino, apresenta dados sobre a retenção de alunos na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, em diversos cursos da área de exatas, critica o enfrentamento desse problema por meio de alterações curriculares, e critica também o uso das TIC, no sentido de não ser as TIC uma pedra de roseta para o problema verificado.

Na pesquisa o autor reflete sobre como os conceitos e conteúdos matemáticos são apresentados e discutidos no Ensino Fundamental e no Ensino Médio e aponta uma ruptura entre essa abordagem e a do Ensino Superior, defende que essa ruptura tenha sua causa justamente porque há também uma ruptura na continuidade da preparação do aluno para os conteúdos e significações do Cálculo, que são ignorados ou camuflados.

Em sua conclusão o autor questiona a ausência da abordagem do Cálculo no Ensino Básico, ao mesmo tempo em que propõe que o mesmo seja iniciado já nesse ciclo de estudo.

T2.**a) Dados Formais**

Título: Formação Básica em Engenharia: a articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral.

Autor: Janice Valia de Los Santos.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Tarciso Masetto.

Ano de publicação: 2009.

Modalidade: Tese.

Programa: Educação e Currículo.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

b) Dados analíticos:**Objetivo:**

Estudar a articulação das disciplinas de formação básica nos cursos de Engenharia por meio do Cálculo Diferencial e Integral.

Problemática:

O Ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia, envolvendo a articulação entre as disciplinas Cálculo Diferencial e Integral, Física, Álgebra Linear, Mecânica Geral, Eletricidade e Fenômenos de Transporte. A reformulação das aulas para atingir esse fim, e o desafio do professor para promover atividades integradoras que motivem os alunos.

Problema:

Como programar e executar, de forma articulada pelo Cálculo, as disciplinas de formação básica no curso de Engenharia, apresentadas e construídas como ferramenta para a carreira profissional, de forma a tornar a Aprendizagem significativa ao estudante? Qual a postura do professor frente a isso?

Referencial Teórico:

Concepções de currículo segundo Sacristán (2000).

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

O estudo fundamenta-se nos baixos rendimentos e evasão escolar apresentada pelos alunos dos cursos iniciais de Engenharia, converge para questões ligadas ao currículo, e encaminha a resposta às questões norteadoras por meio de uma proposta curricular. Considerando que as barreiras entre as disciplinas devam ser quebradas, é proposta a articulação entre as diversas disciplinas dos cursos básicos de Engenharia, notadamente o Cálculo, de forma que essa articulação produza um caminho facilitador para sua Aprendizagem.

T3**a) Dados Formais**

Título: Um Modelo de Ensino dos Conceitos de Cálculo para os Cursos de Engenharia Fundamentado em uma Epistemologia Histórica e Baseado na Metodologia da Engenharia Didática: validação por meio do conceito de Integral.

Autor: Natalia Maria Cordeiro Barroso

Orientador: Prof. Dr. João Cesar Moura Mota.

Ano de publicação: 2009.

Modalidade: Tese.

Programa: Engenharia.

Instituição: Universidade Federal do Ceará.

b) Dados analíticos:**Objetivo:**

Propor um modelo de abordagem de Ensino dos conceitos de Cálculo Diferencial e Integral que considerem as ideias que contribuíram para a construção

desses conceitos, tanto como forma de motivação, quanto como para fazer elos entre conhecimentos antigos e novos dos alunos.

Problemática:

Os altos índices de retenção e evasão dos cursos de Engenharia devido às disciplinas do Cálculo Diferencial e Integral. Entre as diversas causas, algumas são relativas ao aluno, considerando sua dificuldade em lidar com a transição do Ensino Médio para o Ensino Superior. Outras são relativas ao professor no que se refere às metodologias de Ensino.

Compõe essa problemática também as dificuldades creditadas ao Cálculo Diferencial e Integral, muitas vezes com conteúdo inadequado aos propósitos dos cursos de Engenharia.

Problema:

É possível apresentar um modelo de abordagem de ensino dos conceitos de Cálculo Diferencial e Integral que contemple tanto o aspecto de ferramenta como o de objeto?

Referencial Teórico:

Ferramenta / Objeto de Douady e Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Participante - Engenharia Didática.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

É proposto um modelo de Ensino dos conceitos de Cálculo (para cursos de Engenharia) que contemple ao mesmo tempo os aspectos do Cálculo Diferencial e Integral, tanto como ferramenta quanto objeto matemático.

São evidenciadas diferenças entre as dificuldades encontradas pelos alunos, presentes no processo de Ensino e de Aprendizagem. É destacado que para o estudo do Cálculo há a necessidade de se ter consolidado um conhecimento prévio, que se

imagina ter sido construído nas etapas anteriores (Ensino Fundamental e Ensino Médio), a respeito de temas inseridos nas áreas de Geometria Euclidiana, Álgebra Elementar, Geometria Analítica Elementar, Conjuntos Numéricos e Trigonometria, por exemplo. A relevância epistemológica do trabalho repousa na constituição histórica dos conceitos estudados. É considerado que essa concepção histórico-epistemológica é fundamental para a construção do conhecimento por parte do aluno.

T4

a) Dados Formais

Título: Dimensões Teórico-Methodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas históricas e de Ensino e Aprendizagem.

Autor: Marco Antonio Escher.

Orientador: Profa. Dra. Rosana Giaretta Sguerra Miskulin.

Ano de publicação: 2011.

Modalidade: Tese.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: UNESP – Rio Claro.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Investigar e evidenciar as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e Integral e as TIC, em uma perspectiva histórica e de Ensino e Aprendizagem no curso superior.

Problemática:

A ambiência epistemológica, na qual se insere o Ensino do Cálculo, tanto pela sua historicidade quanto pela aplicação da tecnologia no processo educacional, quanto pelo viés histórico que delinea o olhar do pesquisador e, neste contexto, sua prática que é seu ponto focal, são considerados na prática social como componentes formadores de um cenário no qual os conceitos matemáticos referentes ao Cálculo Diferencial e Integral surgem no processo histórico em sua integração com o Ensino.

A relação entre a prática do professor, as questões históricas e os conceitos matemáticos do Cálculo Diferencial e Integral é feita com a utilização das TIC, o *gluon* desse conjunto.

Problema:

Quais são as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e Integral e as tecnologias informacionais e comunicacionais no contexto de Ensino e Aprendizagem da Matemática?

Referencial Teórico:

Teoria do Indiciário de Carlo Ginzburg.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

É feita uma abordagem com o viés historiográfico que usa como metodologia de pesquisa a pesquisa qualitativa baseada no Paradigma Indiciário de Ginzburg.

Seu foco está voltado para as questões relacionadas com o processo de Ensino e com o objeto matemático, que é nesse caso, o Cálculo Diferencial e Integral.

Nessa perspectiva discorre-se sobre a relação entre Escola e TIC (a partir da década de 1980), e sobre a relação entre a Matemática e a Tecnologia.

A pesquisa está dividida em investigação bibliográfica, entrevistas com professores de Cálculo Diferencial e Integral e um minicurso. A investigação bibliográfica foi feita sobre o tratamento dos conceitos do Cálculo em alguns livros didáticos. As observações e análises concentram-se nos professores e o minicurso serviu como um instrumento a partir do qual o questionamento aos professores foi desenvolvido.

Diversas análises são feitas e resultou na construção de relações entre a base de dados, desenvolvida a partir dos livros didáticos dos três períodos estudados, das entrevistas com os professores e das aulas ministradas a uma turma de Cálculo.

A pesquisa dá ênfase para o processo de Ensino, seja pela vertente histórica, utilizando livros didáticos, seja pelas entrevistas que assumem a posição do docente, seja pela ministração das aulas cujo aspecto mais relevante foi a TIC.

Os comentários finais apresentam o resumo das abordagens referentes ao tripé de sustentação teórico-metodológica, retomando a questão de pesquisa e respondendo-a a partir das observações dos relatos dos professores, ressaltando o contexto das TIC em que os relatos aconteceram.

Modalidade: Dissertações de Mestrados Acadêmicos.

MA 1

a) Dados Formais

Título: Derivada/Reta Tangente: Imagem Conceitual e Definição Conceitual.

Autor: Cristina Meyer.

Orientador: Profa. Dra. Sonia Barbosa Camargo Iglioni.

Ano de publicação: 2003.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Investigar elementos da imagem e definição conceituais relativas ao conceito de derivada, quando interpretada geometricamente.

Problemática:

A dificuldade apresentada por estudantes com relação às noções fundamentais do Cálculo estão mencionadas em diversas pesquisas considerando o contexto do processo de Ensino e Aprendizagem.

O fato de estudantes apresentarem bons resultados ao realizarem tarefas operatórias e resultados menos satisfatórios com tarefas focadas em questões conceituais, convergem para a consideração de que o conceito de derivada ganha destaque ao abranger tanto questões operatórias quanto questões conceituais.

Desta forma a relação da derivada com o conceito de velocidade – taxa de variação torna-se objeto de estudo.

Problema:

Que imagem conceitual e definição conceitual, relativas ao conceito de derivada, quando interpretado geometricamente, podem ser inferidas a partir de aspectos da noção de derivada, mobilizados por estudantes na resolução de tarefas que envolvam tal conceito?

Referencial Teórico:

Teoria de David Tall e Shlomo Vinner sobre Imagem Conceitual e Definição Conceitual.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Experimental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

É feito um estudo diagnóstico que está fundamentado na Teoria Conceito Imagem e Conceito Definição, desenvolvida por David Tall e Shlomo Vinner. O estudo foi desenvolvido no âmbito do Ensino/Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, mais especificamente com o conceito de derivada.

É uma pesquisa qualitativa de caráter diagnóstico, que foi elaborada e desenvolvida em duas fases. À medida que as questões são apresentadas, juntamente com a justificativa da escolha de cada uma, consideram-se as possíveis relações entre o Conceito Imagem e o Conceito Definição.

A análise dos resultados também foi desenvolvida em momentos distintos, sendo uma etapa referenciada aos questionários escritos e a outra referenciada às entrevistas.

A conclusão do trabalho demonstra que os sujeitos da pesquisa expressaram e manifestaram imagens conceituais a partir das definições conceituais referentes à derivada.

Desta forma é possível observar que a Teoria Conceito Imagem e Conceito Definição é consistente com as observações experimentais, e se mantém estreita a relação da metodologia de pesquisa com a base teórica adotada. É possível verificar que toda a análise está colocada em condição de confronto com o referencial teórico.

MA2**a) Dados Formais**

Título: Aspectos Processuais e Estruturais da Noção de Derivada.

Autor: Jayme do Carmo Macedo Leme.

Orientador: Profa. Dra. Sonia Barbosa Camargo Iglioni.

Ano de publicação: 2003.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:**Objetivo:**

Buscar possíveis causas de dificuldades para a compreensão conceitual da noção de derivada.

Problemática:

A dificuldade apresentada por estudantes de Cálculo com respeito ao conceito de derivada é observada através da prática docente e essa observação aponta para a constatação de que o sucesso dos alunos relaciona-se mais com as concepções processuais do que com as concepções estruturais.

Nesse sentido há uma convergência com o conteúdo de livros didáticos, nos quais a concepção processual é priorizada.

Problema:

Aspectos Estruturais e Processuais da Conceitualização de derivada. Os livros didáticos apresentam uma estrutura compatível com o desenvolvimento do pensamento científico?

Referencial Teórico:

Análise dos processos Estruturais e Processuais segundo Sfard.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

É feita uma abordagem epistemológica e, para sua efetivação, é promovida a análise de livros didáticos, cujo tema é o conceito de derivada. É buscada nesses livros a emergência dos estágios cognitivos propostos por Sfard (interiorização, condensação e reificação), estágios esses referenciados aos conceitos de Concepção Processual e Concepção Estrutural.

A partir das noções apresentadas nos livros analisados é feito um paralelo entre a abordagem do livro e os estágios cognitivos sugeridos por Sfard.

A respeito da apresentação da Arquitetura Conceitual nos moldes de Kendal e da abordagem sobre o Desenvolvimento do Pensamento Científico como um objeto da Educação Matemática, há a compreensão de que o processo do pensamento é composto por uma atividade do sujeito interagindo com o mundo externo. O pensamento é um processo de contínua interação do homem com o objeto.

Uma conclusão se destaca por considerar que a sequência adotada no livro impõe aos alunos, que eles estejam inseridos no estágio de condensação para a compreensão dos conteúdos dessa sequência, e verifica-se, por fim, que não está evidente no livro a abordagem que considere o estágio de reificação.

É possível ressaltar duas causas geradoras de dificuldades a saber: A primeira relaciona-se à inerente dificuldade da reificação proposta por Sfard. A segunda, também relacionada à reificação, está na ausência de atividades, propostas no livro, que levem os alunos a esse estágio.

MA3**a) Dados Formais**

Título: A Noção de Integral no Contexto das Concepções Operacional e Estrutural.

Autor: Aguinaldo Herculino de Oliveira.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Antonio da Silva.

Ano de publicação: 2004.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Analisar a maneira como a noção de Integral é apresentada em dois livros didáticos de Cálculo.

Problemática:

A dificuldade na Aprendizagem do Cálculo nos primeiros anos de cursos universitários é um fato bem conhecido e investigado por diversos pesquisadores. Não se sabe, entretanto, qual a causa de maior relevância.

Entre algumas possíveis está a aula expositiva tradicional, ou a inexistência de livros didáticos adequados, contudo a compreensão e o desenvolvimento do pensamento matemático avançado pode ser um dos maiores obstáculos do sujeito aprendiz.

Problema:

Como o conceito de Integral é abordado em livros didáticos e em que medida a abordagem nesses livros revela o viés Processual e o viés Estrutural?

Referencial Teórico:

Teoria de Sfard – Concepções Operacional e Estrutural.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Há uma reflexão sobre a dificuldade da Aprendizagem relativamente ao Cálculo (Integral), e essa reflexão é feita a partir da análise de dois livros sob a perspectiva de Sfard.

A razão para escolher os livros didáticos como objeto de estudo é devido à consideração de que o livro didático é visto como um repositório do conhecimento a ser ensinado, e que esse estudo pode ajudar a compreender melhor os altos índices de retenção nos cursos iniciais de Cálculo.

A estreita relação da análise com o referencial teórico se evidencia na apresentação da análise, onde é recorrente a retomada do referencial teórico.

Foi feita a comparação entre os dois livros, e dessa comparação pode-se concluir que, na definição de integral, Stewart dá ênfase o viés Processual, enquanto em Spivak prevalece ao viés Estrutural.

Quanto à quantidade de exercícios, Stewart apresenta 155 enquanto Spivak apresenta 52. O viés que cada autor dá à sua abordagem também se revela nos tipos de exercícios propostos, mantendo a relação característica com a proposta do autor, isto é, um apresentando caráter predominantemente Processual e o outro predominantemente Estrutural.

As considerações concluem que as abordagens, dos livros analisados, estão em concordância com as concepções de Sfard, e que apesar disso os alunos que utilizam esses livros, não apresentam rendimento diferente do observado em casos gerais, isto é, esses alunos apresentam, tanto quanto outros, um alto índice de retenção e baixo desempenho.

MA4

a) Dados Formais

Título: Um Olhar Sobre as Ideias Matemáticas Em Um Curso de Cálculo: a produção de significados para a continuidade.

Autor: Maria Cecília Arena Lopes Barto.

Orientador: Profa. Dra. Janete Bolite Frant.

Ano de publicação: 2004.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:**Objetivo:**

Investigar a dinâmica da produção de significados para a continuidade de funções de uma variável real, por alunos de um curso de pós-graduação na disciplina de Tópicos de Cálculo.

Problemática:

Quais são e como se constroem as ideias matemáticas do aluno / professor de matemática?

Essa pergunta se insere na problemática que se apresenta quando se investiga as dificuldades enfrentadas por alunos de cursos de Cálculo, que são reveladas pelos altos índices de retenção, e que sugerem que essa dificuldade pode estar do lado do ensinante, isto é, sua causa pode relacionar-se com a construção de significados que o sujeito ensinante ajuda o sujeito aprendiz a construir, a partir do modo como esse ensinante se apresenta nessa relação.

Problema:

Como se dá o processo de produção de significados em um grupo de alunos de pós-graduação em Educação Matemática?

Referencial Teórico:

Teoria da Corporeidade e da Argumentação, baseando-se principalmente nos trabalhos de Lakoff e Johnson (1980) e Lakoff e Nuñez (2003).

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Estudo de caso - Análise de Discurso/Análise de Argumentos.

Concepções filosóficas:

Empirismo (Existencialismo de Maurice Merleau-Ponty e a Fenomenologia de Edmund Husserl).

c) Comentários/ Resultados:

Trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo e um estudo de caso.

A teoria de sustentação desse trabalho é a Teoria da Corporeidade e da Argumentação. O cenário da pesquisa é composto por um curso de Tópicos de Cálculo Diferencial e Integral, no qual onze alunos são observados nos cinco encontros analisados.

As tarefas foram desenvolvidas de forma a possibilitar a argumentação dos participantes e seus discursos, com o objetivo de investigar a produção de significados relacionados ao conceito de continuidade. Nesse sentido são propostas cinco questões a serem respondidas a partir da análise dos dados.

A metodologia adotada busca uma argumentação de viés espontâneo e quase de improviso, pois quem argumenta, constroi essa argumentação a partir de uma construção sócio-cultural. Essa característica é possível de ser observada, também na sala de aula de Matemática, a partir de convenções sociais, isto é, de acordo com a linguagem cotidiana.

É essa similaridade entre o processo cotidiano e o que ocorre em sala de aula que permite explorar os modelos utilizados pelos professores em sua argumentação.

A manifestação corporal e gestual tanto do professor ao apresentar um objeto matemático, quanto dos alunos ao apresentarem suas hipóteses e argumentações, determinaria uma influência na construção do conhecimento do conceito estudado, isto é, os gestos seriam imagens mentais, associadas a conhecimentos prévios, referências importantes nas ligações cognitivas.

MA5

a) Dados Formais

Título: Um estudo de Registros de Representação Semiótica na Aprendizagem dos Conceitos de Máximos e Mínimos de Funções.

Autor: José Roberto Damasceno da Silva.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Magalhães de Freitas.

Ano de publicação: 2005.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação.

Instituição: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Investigar o conhecimento dos alunos, que já passaram por um curso de Cálculo Diferencial, sobre os conceitos de máximos e mínimos de funções.

Problemática:

O processo de Ensino e Aprendizagem de conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral, em particular dos conceitos de máximos e mínimos de funções, relaciona-se com a prática docente.

Perguntas, dos alunos, que tentam explorar as relações entre o fazer matemático e suas aplicações práticas levam a escolher os conceitos de Máximos e Mínimos de Funções, bem como o seu estudo, como objeto de pesquisa.

Problema:

Quais sistemas de registros de representação, em relação a máximos e mínimos de funções, os alunos utilizam e respectivas dificuldades nos tratamentos e conversões?

Referencial teórico:

Teoria dos Registros de Representação de Duval.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental - Engenharia Didática.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

São cinco as questões norteadoras apresentadas, elas versam sobre os registros de representação dos conceitos de máximos e mínimos de funções, sobre a habilidade dos alunos nos tratamentos e sobre as conversões mais frequentes juntamente com suas dificuldades inerentes.

É uma pesquisa empírica segundo a qual condições específicas são definidas para proporcionar ao pesquisador uma tomada de informações e dados adequados ao

seu objetivo de análise, nesse processo se busca dados da realidade para se comparar com hipóteses.

É, sobretudo, um processo interno, que não requer que haja comparação com os dados externos ao conjunto estudado, e a sua análise confronta dados iniciais (*a priori*) com dados finais (*a posteriori*).

Nas considerações finais informa-se que foi possível observar elementos que iluminam o caminho para a identificação das dificuldades surgidas no processo de Ensino-Aprendizagem do conceito de Máximos e Mínimos de Funções. Isso foi possível devida a análise efetuada sobre os tratamentos e conversões.

As respostas às perguntas norteadoras, não são apresentadas de forma concentrada, mas estão diluídas no desenvolvimento da apresentação da pesquisa.

MA6

a) Dados Formais

Título: Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral Por Meio de Tecnologias de Informação e Comunicação.

Autor: Luiz Carlos Almeida de Domenico.

Orientador: Profa. Dra. Patrícia Lupion Torres.

Ano de publicação: 2006.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Sugerir o uso de TIC na Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

Problemática:

A constatação da grande dificuldade, apresentada por alunos ingressantes nos cursos de graduação – área de exatas, em acompanhar o programa de Cálculo Diferencial e Integral ensejou a pesquisa orientada para as relações entre o homem e o mundo digital.

Nesse contexto se enxerga a existência de uma nova sociedade que se opõe ao tradicional, ao modelo industrial. Essa característica, de mundo novo, pode ser analisada a partir de relações existentes nas sociedades contemporâneas, que exigem dos egressos de cursos universitários muita competência técnica e habilidade de adaptação a situações novas.

Problema:

Como o uso de TIC pode contribuir na Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral de alunos ingressantes na graduação, na área de exatas – da PUC-PR?

Referencial Teórico:

Aprendizagem Colaborativa.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / De Levantamento.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Na introdução há a exposição de objetivos e é feita uma defesa das tecnologias aplicadas à Educação. Segue-se a justificativa do tema, com as considerações a respeito do alto índice de retenção e evasão, creditadas à disciplina Cálculo Diferencial e Integral. Uma estatística justifica esse crédito e uma breve ligação com a história da evolução do Cálculo é acrescentada para ampliar a justificativa.

As ideias da Aprendizagem Colaborativa são abordadas juntamente o desenvolvimento da abordagem da tecnologia dando ênfase à informática pelo viés histórico.

Após a descrição do *software* (X-Linha) e da plataforma SAAW (Sistema de Apoio ao Aluno via *Web*) seguem-se o procedimento metodológico e a análise de resultados.

Há indícios de uma pesquisa de caráter misto com procedimentos qualitativos e quantitativos, onde prevalecem as análises qualitativas. Nela os sujeitos são alunos das turmas de Cálculo que representam alunos de diferentes turnos ingressantes em

2005. É efetivado um estudo de caso que procura responder à questão de pesquisa, buscando elucidar e analisar as percepções obtidas nas análises das amostras.

Embora esteja clara a intenção em sugerir e defender o uso das TIC no estudo do Cálculo, e de fato o X-Linha esteja desenvolvido nesse sentido, o questionário elaborado para os alunos não apresenta nenhuma questão relacionada a qualquer conceito matemático. O que a pesquisa apresenta como resultado é que a logística da utilização do X-Linha é viável.

Mesmo a Aprendizagem Colaborativa entre os sujeitos da pesquisa tampouco foi exercitada, embora haja potencial para isso.

As Considerações Finais apontam que o uso do X-Linha deve ser adotado, e essa adoção poderá colaborar com o desenvolvimento dos alunos.

MA7

a) Dados Formais

Título: Os Registros de Representação Semiótica Mobilizados por Professores no Ensino do Teorema Fundamental do Cálculo.

Autor: Desiree Fransson Balielo Picone.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Antonio da Silva.

Ano de publicação: 2007.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Investigar quais registros de representação são mobilizados por professores, ao ensinarem o Teorema Fundamental do Cálculo.

Problemática:

Os altos índices de retenção e evasão dos cursos de exatas devido à disciplina Cálculo desperta o interesse para esse tema. Esse contexto permite concluir que devido à necessidade de se investigar quais são as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos e professores, e quais fatores interferem no seu Ensino e Aprendizagem,

essa disciplina se apresenta como objeto de pesquisa recorrente na área da Educação Matemática.

Chama a atenção os obstáculos específicos apresentados pelo estudo do Teorema Fundamental do Cálculo (TFC) que abrange as principais noções da disciplina: a Derivada e a Integral.

Torna-se relevante Investigar a relação entre a derivada e a integral, com a finalidade de verificar como os professores de Cálculo exploram essa relação e qual a ênfase que é dada a esses conceitos em suas aulas.

Problema:

Que representações são mobilizadas pelos professores no ensino do TFC?

Referencial Teórico:

Teoria das Representações Semiótica de Raymond Duval.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

A apresentação do trabalho é iniciada com uma abordagem histórica de alguns aspectos do desenvolvimento do Teorema Fundamental do Cálculo, destacando os papéis de Newton e Leibniz.

Em seguida é apresentado o referencial teórico focado na Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Então seguem os procedimentos metodológicos.

Essa investigação parte da elaboração de um questionário dividido em duas partes, que foram aplicados a oito professores de Cálculo. A primeira parte com oito questões e a segunda parte com nove questões.

Foi feito um estudo piloto com um questionário aplicado a um professor de uma instituição particular. Esse estudo serviu para aprimorar algumas questões.

O estudo se desenvolveu em três etapas, a primeira correspondeu à aplicação da primeira parte do questionário, que objetivou investigar o perfil dos respondentes. A

segunda etapa, que correspondeu à segunda parte do questionário, objetivou investigar o enfoque, dado pelos respondentes, ao TFC. A terceira etapa foi uma entrevista com os respondentes.

A Teoria de Duval dos Registros de Representação Semiótica é usada como um programa de avaliação cognitiva, e nessa perspectiva trata de verificar como está elaborada a construção do conhecimento do sujeito aprendiz.

MA8

a) Dados Formais

Título: A Integral na Visão de Professores de Cálculo Diferencial e Integral Frente à Produção dos Alunos.

Autor: Fernando Eduardo de Souza.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Antonio da Silva.

Ano de publicação: 2007.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Analisar as relações entre as concepções sobre o conceito de integral revelada por professores, bem como suas maneiras de analisarem as produções dos alunos, de forma a analisar as práticas educativas desses profissionais.

Problemática:

A observação de que a prática de uma metodologia tradicional de Ensino mantém relação estreita com o alto índice de retenção verificado na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, é aspecto determinante na escolha do tema de pesquisa.

Caracterizar o termo concepção e poder distingui-lo do termo crença pode ajudar no entendimento da relação entre a metodologia e o alto índice de retenção, essa caracterização deve ser desenvolvida de forma a considerar o que pensam os professores no momento da atividade didática, isso é fundamental para o entendimento do processo de Ensino e Avaliação.

A maneira como o professor avalia a produção de um aluno também pode influenciar no processo de Ensino e de Aprendizagem do Cálculo.

Problema:

Que concepções o professor de Cálculo exterioriza sobre o conceito de integral, frente à produção de um aluno?

Referencial Teórico:

Conceito Definição e Conceito Imagem de David Tall e Shlomo Vinner.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Estudo de Caso.

Concepções filosóficas:

Filosofia de Paul Ernest (Sócio Construtivismo).

c) Comentários/ Resultados:

É uma pesquisa de estudo de caso visando investigar as crenças e concepções de professores de Cálculo. E sendo qualitativa, objetiva a observação de um contexto, neste caso um grupo de professores (três professores de Cálculo).

É proposta a análise entre as relações das concepções desses professores a respeito do conceito de Integral.

Para esse fim foram utilizadas as produções (resolução de exercícios) de alunos com relação a conceitos do Cálculo 1. A seleção das produções, apresentadas aos professores, foi feita à luz da Teoria do Conceito Imagem e Conceito Definição.

A análise dos comentários dos professores foi baseada na filosofia de Paul Ernest.

MA9

a) Dados Formais

Título: Livros Didáticos e Modelagem Matemática: uma caracterização da Transposição Didática do conteúdo de integral nestes ambientes.

Autor: Kassiana Schmidt Surjus Cirilo.

Orientador: Profa. Dra. Lourdes Maria Werle de Almeida.

Ano de publicação: 2008.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Universidade Estadual de Londrina – PR.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Inferir se os atributos da Transposição Didática são observados na transposição do conteúdo de Integral em livros didáticos e na Modelagem Matemática.

Problemática:

A verificação de que atributos da Transposição Didática não são contemplados na apresentação de conteúdo do Cálculo Diferencial e Integral, bem como em atividades de Modelagem Matemática são elementos motivadores para empreender a pesquisa.

A percepção, a esse respeito, vem do fato de estar o Cálculo na grade de diversas carreiras, contudo os aspectos ressaltados tanto pela grade curricular como pelos professores variam conforme as necessidades manifestadas em cada carreira.

O que se pode perceber é que em cada curso, o Ensino do Cálculo Diferencial e Integral tem seus objetivos, de maneira que os conteúdos são direcionados para a prática de que cada curso necessita.

É importante a estreita relação entre ensinante e aprendiz que o livro didático cria no processo didático, e como ferramenta indispensável para o Ensino ele serve de repositório dos saberes que o professor pretende ensinar.

Problema:

Como ocorre a transposição do conteúdo da Integral em livros didáticos e em modelagem Matemática?

Referencial Teórico:

Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Na introdução fica claro o objetivo de utilizar a Teoria da Transposição Didática e com essa base fazer a análise de livros didáticos de Cálculo, especificamente o estudo da Integral, e um estudo da Modelação Matemática em situações em que o uso da integral seja necessário.

A pretensão é a verificação da existência dos atributos estabelecidos por Chevallard, para isso é feita inicialmente a apresentação da Teoria da Transposição Didática e se enfatizam os itens de interesse do trabalho.

Percebe-se a ênfase no processo de Ensino a partir da teoria utilizada como substrato do seu desenvolvimento metodológico, e na consideração de que para muitos professores, o processo de tornar compreensível um conceito, se faz a partir de uma boa preparação de aula.

Sendo a modelagem Matemática a ferramenta a ser trabalhada, suas etapas são apresentadas (definição do problema, pesquisa bibliográfica, formulação de hipóteses, tradução para a linguagem Matemática e obtenção de um modelo) até a sua validação.

Nesse contexto dois livros didáticos são analisados e os atributos da modelagem investigados. Em conclusão é evidenciada a incompletude tanto dos livros didáticos, quanto em relação à modelação, contudo verifica-se que embora cada recurso – livro didático e modelação – seja incompleto do ponto de vista dos atributos da Teoria das Transposições Didáticas, há uma complementaridade entre eles (livro didático e atividade de modelagem) que justifica o emprego desses recursos em situação de simultaneidade.

MA10**a) Dados Formais**

Título: Análise de Resoluções de Problemas de Cálculo Diferencial em um Ambiente de Interação Escrita.

Autor: Leonardo Barichello.

Orientador: Profa. Dra. Rosana Giaretta Sguerra Miskulin.

Ano de publicação: 2008.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: UNESP – Rio Claro.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Evidenciar as potencialidades da Dinâmica Resolução Comentário Resolução (RCR) como um recurso didático-pedagógico para o Ensino e Aprendizagem de Matemática.

Problemática:

A dificuldade enfrentada por alunos de Cálculo ao se depararem com a apresentação tautológica do seu conteúdo, especialmente quando está envolvida a resolução de problemas é uma inquietação que mobiliza pesquisadores no desenvolvimento de suas pesquisas.

Problema:

Como desenvolver a incorporação da escrita no processo de Ensino e Aprendizagem de Funções?

Referencial Teórico:

Teoria de Aprendizagem e Desenvolvimento de Vygotsky.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental - Metáfora do Suporte e Análise de Erros.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

É uma pesquisa de caráter qualitativo que se alinha ao paradigma do interpretativo proposto por Ernest. Com o objetivo de investigar as potencialidades da dinâmica Resolução-Comentário-Resolução (RCR) como recurso didático-pedagógico no processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática. O procedimento é basicamente a coleta de dados baseada na resolução de problemas resolvidos pelos sujeitos da pesquisa.

Além da resolução de problemas foi feita uma entrevista coletiva com todos os sujeitos da pesquisa. Para a análise dos dados foi utilizada a metáfora do Suporte e a Análise de Erros levada ao contexto da sala de aula, como recurso pedagógico, além da dinâmica RCR. Busca-se com esses recursos, estabelecer a exploração da escrita como componente indissociável do processo de Ensino-Aprendizagem.

É conduzida a apresentação da discussão e da análise de dados e nesse contexto o autor apresenta a questão (enunciado do problema de pesquisa), explica o objetivo do problema e o contexto em que foi resolvido. Faz a apresentação do protocolo, comenta a resolução apresentada e analisa os erros, quando existem.

As considerações finais servem para retomar o objetivo da pesquisa e destacar as potencialidades da dinâmica RCR.

MA11

a) Dados Formais

Título: Geometria Dinâmica e o Cálculo Diferencial e Integral.

Autor: Marcos de Miranda Paranhos.

Orientador: Profa. Dra. Ana Lúcia Manrique.

Ano de publicação: 2009.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Apresentar as ideias fundamentais do Cálculo Diferencial e Integral e suas aplicações na resolução de problemas a partir do uso de ferramentas dinâmicas.

Problemática:

A mecanização de técnicas algorítmicas e o baixo aproveitamento dos alunos com relação na disciplina de Cálculo servem de motivação para uma investigação a respeito das relações existentes entre os procedimentos algébricos e os conceitos fundamentais do Cálculo.

Problema:

Está a dificuldade do aprendiz, em integrar as ideias subjacentes ao Cálculo (derivada e integral), ofuscada pelos procedimentos algébricos?

Referencial Teórico:

Dialética Ferramenta/Objeto e Engenharia Didática.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Consideram-se questões sob o ponto de vista pedagógico e há uma problemática que está circunstanciada ao processo de Ensino. Nesse sentido a abordagem converge para a utilização de *softwares* que objetivam, a partir de sua aplicação em sala de aula, potencializar a Aprendizagem dos conceitos de Cálculo.

Os *softwares* são aqueles chamados de dinâmicos, eles têm o propósito de permitir ao estudante a manipulação de um objeto matemático e facilitar a visualização dos diversos registros possíveis, quase que simultaneamente.

Uma série de *slides* a partir do *PowerPoint* serve para mostrar como são as páginas (dinâmicas) dos *softwares* que é utilizado (*Geogebra* e *Winplot*).

Os objetos matemáticos escolhidos são: i) derivadas para funções de uma variável; ii) otimização de funções de uma variável; iii) construção de gráficos para

funções de duas variáveis; iv) derivadas parciais, pontos de máximos, de mínimos e de sela; v) integrais de funções de uma variável e vi) integrais duplas.

Parte do trabalho é dedicada a transposições entre as formas como os conceitos aparecem nos livros e o modelo dinâmico do *Geogebra* e do *Winplot*.

MA12

a) Dados Formais

Título: Dificuldades na Aprendizagem de Cálculo: O que os erros cometidos pelos alunos podem informar.

Autor: Marcelo Cavasotto.

Orientador: Prof. Dr. Lori Viali.

Ano de publicação: 2010.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação em Ciências e Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Verificar e classificar as dificuldades na Aprendizagem da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 dos cursos de Engenharia da PUC-RS.

Problemática:

A dificuldade apresentada por alunos iniciantes no Ensino Superior na disciplina Cálculo é uma temática recorrente e também motivo de inquietação que enseja e motiva o pesquisador nesta investigação.

As preocupações com a origem dessa dificuldade propõem uma investigação que leve a compreender onde suas razões se encontram.

Neste contexto se coloca a relação entre um problema verificado e os erros cometidos pelos estudantes no processo que os leva à dificuldade enfrentada e consequente retenção na disciplina. Essa relação sugere que ao se classificar tais erros alguns padrões possam emergir e indicar a origem das dificuldades observadas.

Problema:

É possível localizar as dificuldades que os estudantes trazem, ao ingressar na universidade, dos níveis de Ensino Fundamental, Ensino Médio ou Ensino Superior?

Referencial Teórico:

As ideias de Helena Cury sobre a análise de erros.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

A partir das ideias de Cury e Cassol, sobre a Análise de Erros, é dada ênfase sobre a abordagem do tipo diagnóstica, que converge para as práticas didáticas da sala de aula e servem de suporte para a tomada de decisão do professor.

Nesse sentido destaca-se a importância do processo heurístico, no qual a partir do erro o professor pode iniciar um diálogo no sentido de possibilitar ao aluno a reformulação de suas hipóteses e a consequente argumentação a favor das novas hipóteses que surjam nesse processo.

A hipótese é que faltam aos alunos ingressantes, nos cursos de Engenharia, recursos matemáticos próprios do Ensino Médio, ou mesmos anteriores.

O trabalho é subsidiado por meio de questionários, que objetivaram desenhar o perfil desses alunos, e aplicação de provas com conteúdos em conformidade com a hipótese. Um questionário também aplicado a professores e monitores tem o objetivo de avaliar se as questões estão em sintonia com o contexto do curso.

As considerações finais afirmam a verificação de que a maioria das dificuldades apresentadas são aquelas que dependem de conhecimentos que deveriam ter sido construídos nas séries do Ensino Básico, a maioria no Ensino Médio. Esse déficit emerge com maior intensidade quando os conceitos do Cálculo são abordados nos cursos analisados.

A utilização da análise dos erros como instrumento diagnóstico é positiva e pode dar oportunidade a ações que contribuam para a eliminação de obstáculos e consequente reestruturação construtiva do conhecimento dos sujeitos envolvidos.

MA13

a) Dados Formais

Título: O Uso do Hipertexto na Aprendizagem de Cálculo em um Ambiente Virtual.

Autor: Gislene Garcia Nora de Oliveira.

Orientador: Profa. Dra. Márcia Maria Fusaro Pinto.

Ano de publicação: 2010.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: UNESP – Rio Claro.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Compreender e descrever o processo de Aprendizagem em que se engajam os alunos de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI) ofertado na modalidade à distância e intermediado pelo hipertexto.

Problemática:

Considerando a crescente demanda e oferta de cursos semipresenciais e à distância, é possível desenvolver uma pesquisa no sentido de juntar o interesse pelo assunto e a experiência docente em cursos de Educação a Distância, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 e 2.

A percepção de que muitos aspectos que podem ser melhorados, em particular a relação de mediação da Aprendizagem com o hipertexto e seu formato, cria um oportunidade de investigação.

As relações do hipertexto e sua representação flexível, no âmbito da Aprendizagem, constitui um suporte para sua exploração na construção do conhecimento. Nesta perspectiva, no contexto da Aprendizagem de prática em comunidades de Aprendizagem, o modelo de Wenger se cristaliza.

Problema:

Como se dá o processo de Aprendizagem em que se engajam os alunos de Cálculo Diferencial e Integral, ofertado na modalidade à distância e intermediado pelo Hipertexto?

Referencial Teórico:

Aprendizagem Situada de Lave e Wenger.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental - Experimento de Ensino.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Após a apresentação do referencial teórico, é apresentada a metodologia de pesquisa, que é uma abordagem qualitativa, dentro dessa modalidade utiliza-se o procedimento Experimento de Ensino.

Os sujeitos da pesquisa são alunos de curso presencial que, no entanto, cursaram a disciplina Cálculo Diferencial e Integral na modalidade à distância.

Após a seleção dos sujeitos da pesquisa, que foi feita a partir de questionários apresentados em uma oficina, dez sujeitos foram selecionados. Esses sujeitos participaram de uma entrevista semiestruturada, e foram observados durante o curso de Cálculo Diferencial e Integral que se desenvolveu no segundo semestre de 2009.

A pesquisa se desenvolveu num ambiente virtual em um curso de EAD de uma instituição particular de Ensino Superior.

Enquanto o questionário continha questões que objetivaram evidenciar o perfil socioeconômico e instrucional, as oficinas foram utilizadas para fazer uma análise preliminar e compreender o nível dos conhecimentos prévios dos sujeitos.

A observação indireta se deu através das ferramentas computacionais como o correio acadêmico, fórum de discussão, e reuniões virtuais.

As análises foram efetivadas tomando como referência os princípios dos sistemas hipertextuais, e com base nesse aporte teórico foi proposta a análise da construção hipertextual das respostas apresentadas.

MA14

a) Dados Formais

Título: Educação On-Line na Universidade: o processo de ensinar e aprender Cálculo na era das tecnologias digitais.

Autor: Patrícia Oliveira Costa.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo José de Souza Jr.

Ano de publicação: 2010.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação.

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia - MG.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Analisar o desenvolvimento de um trabalho coletivo, envolvendo professores e alunos de Graduação e Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia, na constituição de um Ambiente Virtual de Aprendizagem aplicado ao processo de ensinar e aprender a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1.

Problemática:

A Internet, as novas tecnologias do conhecimento, uma nova forma de ensinar, versus a polêmica a respeito das retenções e evasões dos cursos de Cálculo formam uma mola propulsora para o desenvolvimento de pesquisas.

Essa disciplina tem sido responsável por inúmeras reprovações em diversas universidades e estimulado muitos alunos a desistirem do curso superior.

A busca por uma alternativa didática para o enfrentamento desse problema tem se apresentado como uma alternativa de pesquisa para diversos pesquisadores que desenvolveram familiaridade com as tecnologias de informação e comunicação (TIC), especialmente quando associadas ao Ensino do Cálculo.

Problema:

Como deve ocorrer a intervenção do professor em um ambiente virtual, no processo de Ensino do Cálculo?

Referencial Teórico:

A pesar de não estar explícita a teoria que subjaz o trabalho, há alguns indícios do Construtivismo piagetiano.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / De Campo.

Concepções filosóficas:

Pragmatismo e Utilitarismo.

c) Comentários/ Resultados:

Ao dar ênfase aos altos índices de retenção e evasão referenciados aos cursos de Cálculo, são explicitadas as dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de Ensino e Aprendizagem, é nesse ambiente que é feita a abordagem crítica do Ensino através da prática dos professores e de suas formações.

Há, além da crítica à metodologia adotada pelos professores, uma crítica aos livros didáticos e, tanto quando trata dos livros didáticos, quanto quando trata das práticas dos professores há um viés para o pragmatismo, isto é, para a vertente utilitarista (da utilização prática) dos conteúdos do Cálculo.

Nesta pesquisa qualitativa de campo, na qual as observações e os dados da pesquisa são feitos e colhidos nas salas onde as aulas ocorrem, os sujeitos são alunos e professores envolvidos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1, em cursos de Engenharia.

Ao fazer uma discussão sobre a utilização das TIC no processo de ensinar e aprender Matemática no Ensino Superior e sobre seus respectivos ambientes virtuais, faz-se também a apresentação da plataforma inicialmente utilizada, a AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem).

Em seguida o curso foi organizado tendo como base o *Moodle* e o *software modellus* que é uma ferramenta cognitiva usada para auxiliar a internalização de

conhecimento simbólico, preferencialmente em atividades em grupos. Para questões que emergiram no âmbito da História foi utilizado o *WebQuest*.

Nas considerações finais comentam-se as vantagens enxergadas no processo desenvolvido através de *softwares* e pela *internet*, destacando a interação entre os elementos do grupo de pesquisa juntamente com os alunos, enfatizando as potencialidades desse processo.

MA15

a) Dados Formais

Título: O Ensino do Conceito de Integral, em Sala de Aula, com Recursos da História da Matemática e da Resolução de Problemas.

Autor: Marcos Vinícius Ribeiro.

Orientador: Profa. Dra. Lourdes de la Rosa Onuchic.

Ano de publicação: 2010.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: UNESP – Rio Claro.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Construir um projeto de Ensino-Aprendizagem destinado a trabalhar integrais com alunos de um curso de Engenharia, num ambiente de resolução de problemas, fazendo uso de uma nova metodologia, com recursos à história da Matemática e com alunos, em grupos, num trabalho cooperativo e colaborativo, sendo construtores de um conhecimento autogerado.

Problemática:

As dificuldades de Aprendizagem apresentadas pelos alunos na disciplina de Cálculo são consequências de déficits de conhecimentos oriundos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, dessa constatação emerge o questionamento: Como trabalhar Cálculo e, em especial, integrais com alunos que trazem dificuldade em Matemática desde o Ensino Fundamental?

Esse questionamento emergiu no exercício da docência, ao ensinar as propriedades das integrais. Assim, para esse trabalho, foi escolhido o Integral como objeto matemático.

Problema:

Como construir um projeto de Ensino e Aprendizagem no contexto de resolução de problemas e com referência ao contexto histórico-matemático com grupos de trabalho num ambiente colaborativo?

Referencial Teórico:

Ideias de Polya.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Experimental - Metodologia de Romberg (Mapa de Blocos).

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Já na introdução são apontadas as dificuldades enfrentadas por alunos na disciplina de Cálculo, ao mesmo momento em que é feita a referência com a experiência docente e a seguinte questão é colocada: Como trabalhar Cálculo e, em especial, Integrais com alunos que trazem dificuldade em Matemática desde o Ensino Fundamental?

É delineada a distinção entre a concepção do Ensino e a concepção da Aprendizagem, ressaltando-se as diversas interações verificadas.

Ao processo de resolução de problemas é acrescentada a ideia da motivação para a resolução de problemas através de uma abordagem histórica, colocando os alunos em situação similar àquelas enfrentadas, historicamente, pelos organizadores da Matemática no seu processo de evolução conceitual.

No desenvolvimento desse tema é proposto o processo heurístico no qual o professor apresenta questionamentos e, quando solicitado a responder alguma

pergunta feita pelos alunos, responde com outras perguntas, permitindo aos alunos a possibilidade de conjecturar e buscar argumentos para sustentar suas conjecturas.

Na apresentação das evidências e conclusão sustenta-se que a pergunta norteadora foi plenamente respondida e que ficou evidente a diferença entre uma aula tradicional e o trabalho com a Metodologia adotada na pesquisa para sala de aula.

MA16

a) Dados Formais

Título: Aspectos Conceituais e Instrumentais do Conhecimento da Prática do Professor de Cálculo Diferencial e Integral no Contexto das tecnologias Digitais.

Autor: Andriceli Richit.

Orientador: Profa. Dra. Rosana Giaretta Sguerra Miskulin.

Ano de publicação: 2010.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: UNESP – Rio Claro.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Identificar e compreender os aspectos conceituais e instrumentais do Conhecimento da Prática docente de um curso à distância de formação de professores de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais.

Problemática:

Possibilidades advindas das tecnologias digitais e da formação do professor de Cálculo Diferencial e Integral para a apropriação e utilização desses recursos em sala de aula, sugerem o empreendimento de investigações.

Contudo esta ideia nasce a partir da observação das dificuldades enfrentadas pelos alunos em cursos de Cálculo, cujas características predominantes sejam um sistema tradicional de ensino, isto é, exposição de conteúdo e resolução de listas de exercícios.

Nessa observação, contudo, não é possível inferir se a causa está no alunado ou está na não utilização de recursos tecnológicos como instrumentos didáticos.

Problema:

Quais são os aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática docente do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais?

Referencial Teórico:

Concepção Conhecimento da Prática de Cochran-Smith e Lytle (1999).

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Participante - Paradigma do interpretativo.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

A formação do professor está no seu núcleo, e dentro desta perspectiva explora essa formação sob o ponto de vista da utilização de recursos tecnológicos, ou mais especificamente os recursos das TIC.

Ao analisar as questões envolvidas na formação de professores e suas práticas, assume-se que sua pesquisa tem a ênfase no processo de Ensino. Essa ênfase recebe destaque ao entender que é possível e necessário que a prática pedagógica leve em conta a investigação dos recursos das tecnologias digitais no contexto didático – pedagógico.

Verifica-se a distinção que existe entre o processo de Ensino e o processo de Aprendizagem, e destaca-se que há diferenças entre as dificuldades enfrentadas pelos alunos, que podem ter, por exemplo, origem na deficiência apresentada pelos alunos com relação a conhecimentos prévios, ou na metodologia adotada por professores.

Por um ponto de vista, que enxerga o estudo do Cálculo como um meio para um fim, a prática da Matemática é considerada como um processo empírico, no qual alunos podem efetivar um processo de experiência através de um *software* adequadamente escolhido.

É uma pesquisa que tem caráter qualitativo e que usa o paradigma do interpretativo, segundo o qual há uma perspectiva relativista da realidade e essa

relatividade perspectiva tem origem na relação entre a construção de significados e os atores que os constroem.

O eixo norteador da pesquisa é fornecer um processo a partir do qual questões-chave são identificadas e perguntas são formuladas, ao mesmo tempo em que envolve interpretação e descrição de eventos, pessoas, comportamentos, trechos de documentos, citações, entre outras coisas.

São descritos a plataforma, o *software* adotado, como foi criado o banco de dados e a categorização para a análise posterior. As categorias baseiam-se na concepção Conhecimento da Prática.

Nas considerações finais há uma reflexão sobre a pesquisa retomando o objetivo e a questão norteadora. Foram evidenciados os aspectos instrumentais e conceituais, no processo desenvolvido pelos professores participantes, referentes ao Conhecimento da Prática do Ensino do Cálculo num ambiente das TIC.

MA17

a) Dados Formais

Título: Um Panorama de Artigos Sobre a Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na Perspectiva de David Tall.

Autor: Marcio Vieira de Almeida.

Orientador: Profa. Dra. Sonia Barbosa Camargo Igliori.

Ano de publicação: 2013.

Modalidade: Mestrado Acadêmico.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Realizar a revisão bibliográfica da obra de Tall com vista a fazer o mapeamento de sua obra e detectar quais artigos trazem resultados relevantes para o Ensino / Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

Problemática:

As dificuldades encontradas na Aprendizagem dos conceitos da disciplina de Cálculo tem aguçado o interesse, por esse tema, de diversos pesquisadores.

Há uma preocupação crescente dos pesquisadores com os conflitos entre matemáticos e educadores matemáticos, bem como com as questões epistemológicas relacionadas à Aprendizagem.

Destacam-se especialmente as questões envolvidas com a Aprendizagem dos conceitos básicos do Cálculo Diferencial e Integral e a afirmação da área de pesquisa, surgida na década de 1970, conhecida como Pensamento Matemático Avançado (PMA), cujo principal articulador é David Tall.

Problema:

Quais as sínteses que o trabalho de David Tall permite construir sobre a Aprendizagem do Cálculo?

Referencial Teórico:

Conceito Definição e Conceito Imagem de David Tall e Shlomo Vinner.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Documental - Análise de Conteúdo.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

A preocupação com a Aprendizagem do Cálculo é manifestada através da elaboração de um Panorama dos trabalhos de David Tall, que estão fundamentados nas noções do Pensamento Matemático Avançado (PMA).

Após a apresentação da problemática e do problema de pesquisa faz-se a apresentação dos procedimentos teórico-metodológicos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa de caráter teórico-bibliográfico objetivando a elaboração de um Panorama.

Ressaltando a importância dos trabalhos do panorama, os dados biográficos de David Tall, bem como trabalhos de alguns pesquisadores que utilizaram O Conceito Imagem e o Conceito Definição como teoria de sustentação, são apresentados.

São feitos alguns comentários a respeito dos conceitos matemáticos que emergiram no decorrer da pesquisa (números reais, infinito, limite, sequências e séries, continuidade, derivada, integral e equações diferenciais).

São apontadas algumas questões relativas às dificuldades de Aprendizagem enfrentadas pelos alunos, que foram discutidas nos artigos de David Tall, no contexto da abordagem do PMA com relação conceitos básicos do Cálculo Diferencial e Integral, por exemplo, com relação ao conceito de limite.

No encaminhamento do trabalho para as conclusões finais, é feito um resumo das atividades de pesquisa, retomando o objetivo e destacando que nos trabalhos de Tall houve mudanças na forma como se deu o desenvolvimento de seus artigos. De tal forma que é possível notar um viés para o processo de Ensino nos primeiros trabalhos e uma ênfase para o processo de Aprendizagem nos últimos.

Ao concluir considera-se, sob a luz das origens das dificuldades de Aprendizagem, que o trabalho de David Tall contribui de forma importante para que abordagens no processo de Ensino possam contribuir para diminuir tais dificuldades.

Modalidade: Dissertações de Mestrados Profissionais.

MP1

a) Dados Formais

Título: Cálculo Diferencial e Integral nos Livros Didáticos: uma análise do ponto de vista da organização praxeológica.

Autor: Pedro Mateus.

Orientador: Prof. Dr. Saddo Ag Almouloud.

Ano de publicação: 2006.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Analisar e compreender como os conceitos do Cálculo Diferencial e Integral são tratados em alguns livros didáticos.

Problemática:

Alguns dos fatores que interferem diretamente no processo de Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral estão diretamente relacionados com organização didática dos livros didáticos.

Por um lado há uma ênfase colocada na memorização de fatos em detrimento à compreensão dos mesmos, por outro lado se busca chegar muito rapidamente à linguagem formal sem que exista uma necessária discussão a respeito da construção dessa estrutura formal. Desta forma pode-se sugerir que a Aprendizagem está ligada à produção de significados efetivados pelo sujeito aprendiz.

Considerando que muitas vezes se coloca que o problema está no aluno, isto é, na dificuldade da Aprendizagem, propõe-se a investigação de aspectos que estão relacionados com os livros didáticos, colocando no processo de Ensino parte da causa de tais dificuldades.

Problema:

O que os livros didáticos sugerem quanto à construção de conceitos e estratégias de Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral?

Referencial Teórico:

Teoria dos Registros de Representação de Duval, Teoria Antropológica do Didático e Teoria das Situações Didáticas.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

O trabalho está montado sobre um suporte condutor que mantém o trabalho sempre conectado com seus propósitos. Ele inicia com a problematização e a apresentação da questão de pesquisa. Justifica porque a análise de livros didáticos é importante, apresenta as hipóteses da pesquisa e os procedimentos metodológicos.

A fundamentação teórica é apresentada e junto com ela a concepção a respeito do que é Ensino e do que é Aprendizagem, diante dessa conceptualização são colocadas as teorias que suportam o trabalho, e apresenta a dependência com relação as teorias e a necessidade de tê-las como suporte, considerando a complementaridade entre as mesmas.

Depois de apresentar os livros didáticos e de fazer uma análise histórico-epistemológica é feita a análise dos livros propriamente dita e a interpretação dos resultados. Análise considera a organização didática, identificando tarefas, técnicas e sua justificação, e as questões elencadas na pesquisa. Nessa análise recorre-se, também, à Teoria dos Registros de Representação.

Em seguida é feita a apresentação de algumas constatações verificadas, citando os livros de onde essas constatações emergiram.

Na interpretação dos resultados e na conclusão, as teorias de suporte são retomadas e relaciona-se cada resultado analisado com a respectiva teoria.

As conclusões finais servem para retomar a hipótese de pesquisa, na qual consta que as práticas pedagógicas estão relacionadas, em certa medida, com a organização praxeológica dos livros didáticos, e que esse fato evidencia a relevância e a necessidade de uma reflexão a esse respeito.

MP2

a) Dados Formais

Título: Um Estudo Sobre o Ensino de Limite: um tratamento computacional com aplicações.

Autor: João Pereira da Silva Neto.

Orientador: Profa. Dra. Célia Maria Carolino Pires.

Ano de publicação: 2006.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Analisar uma proposta de exploração do conceito de limite para alunos do curso de Licenciatura em Matemática.

Problemática:

A dificuldade de Aprendizagem, observada por diversos autores, com relação ao conceito de limite, chama a atenção para esse tema, sobre o qual é possível destacar que muitas vezes há a ideia de que o estudo de limites serve apenas como pré-requisito para as definições de derivada e integral, dando a esse objeto matemático um *status* de segundo plano, deixando de lado o seu núcleo conceitual.

A partir do momento em que o aluno detiver o conceito, a introdução da definição de limite, as técnicas para o Cálculo e os demais conceitos do Cálculo a ele relacionados podem ser trabalhadas de forma mais eficaz, é a partir desta afirmativa que a ideia se desenvolve.

Problema:

O professor de Matemática – Licenciado – está preparado para ser agente na construção do conceito de limite?

Referencial Teórico:

Teoria da Mediação e Desenvolvimento de Vygotsky e Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / De Levantamento.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Após a introdução do trabalho, onde é possível encontrar a problemática, há uma revisão das pesquisas que abordam o tema Limite e também é colocada a questão de pesquisa.

Depois de apresentar a questão de pesquisa os procedimentos metodológicos são apresentados, neles consta a declaração da utilização da pesquisa bibliográfica e o levantamento de opiniões de dez professores de Cálculo Diferencial e Integral. As opiniões dos professores giram em torno dos temas bibliografia e recursos de sala de aula para o ensino de Limite.

Foi elaborada uma sequência de atividades que teve o objetivo de facilitar a compreensão do conceito de Limite e ajudar professores na preparação de suas aulas utilizando *software* e exposição em ambientes informatizados ou em locais sem esses recursos. As atividades elaboradas foram aplicadas no segundo semestre de 2005, num minicurso, a doze alunos de um curso de Licenciatura em Matemática como diagnóstico preliminar. Depois os mesmos alunos responderam ao questionário de pesquisa.

As questões de pesquisa referenciaram ao processo e ao ambiente, embora as sequências das atividades estivessem relacionadas ao conceito de Limite. Os *softwares* escolhidos foram o *Cabri*, o *Excel* e o *Graphmatica*.

A questão norteadora é retomada nas considerações finais, onde consta que fazer o uso adequado de novas tecnologias, inserir mais aplicações nas notas de aula e indicar bibliografias complementares envolvendo outras áreas de conhecimento pode promover práticas que facilitem o Ensino e a Aprendizagem do conceito de Limite.

MP3

a) Dados Formais

Título: Ensino a Distância: uma análise do *design* de um curso de Cálculo com o olhar de limites e continuidade de uma variável real.

Autor: Sandra Regina Leme Forster.

Orientador: Profa. Dra. Janete Bolite Frant.

Ano de publicação: 2007.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Apresentar o material elaborado para os conteúdos de Limite e Continuidade de uma Variável Real; Demonstrar a análise da produção e das metodologias aplicadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 2 do curso de Licenciatura Plena na modalidade EAD de uma universidade em São Paulo; bem como apresentar sugestões para o aperfeiçoamento do curso em questão.

Problemática:

A dificuldade aumentada, no processo de Aprendizagem do Cálculo, devido ao material não apropriado, associado a um Ensino a Distância suscita o desenvolvimento do tema de pesquisa.

A prospecção, a elaboração e a implementação de um material e de sua metodologia referentes ao assunto Limites e Continuidade de Funções de uma Variável Real, aplicado a um curso de Licenciatura em Matemática na modalidade a distância, torna-se objeto de investigação.

As generalizações e abstrações que os alunos da EAD devem promover, a partir das atividades e materiais específicos dessa modalidade de estudo, fazem parte do contexto de pesquisa.

Problema:

Quais são as implicações da falta de material apropriado para Cursos de Cálculo EAD?

Referencial Teórico:

Teoria das Representações Semiótica de Raymond Duval e Teoria Interacionista de Piaget e teoria da Mediação de Vygotsky.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Pesquisa-Ação - Metodologia do *Design*.

Concepções filosóficas:

Sócio Interacionismo (Construcionismo e *The theory of affordances* - Essa teoria relaciona o sujeito ao meio ambiente em que está inserido. A ideia central é o estudo

do sujeito com os objetos que estão disponíveis no meio, a relação homem-ferramenta - o viés social remete à Epistemologia Social).

c) Comentários/ Resultados:

Após delinear sobre como é entendida a relação da pesquisa com as teorias escolhidas, observa-se a apresentação do procedimento metodológico que está fundamentado na metodologia do *Design*. O *Design* envolve o planejamento, o esboço, um projeto, uma invenção.

Combinando pesquisa educacional empírica com o planejamento teórico de ambientes de Aprendizagem, o conceito de *design* remete às ideias de Brown que estuda questões relacionadas com recursos instrumentais que estão disponíveis no ambiente pedagógico.

É feita a apresentação das ferramentas virtuais, e a descrição do desenvolvimento das aulas, juntamente com a apresentação das atividades e respectivos comentários.

Os sujeitos responderam a um questionário com a finalidade de caracterizar o perfil desses sujeitos. Foram ministradas aulas de 50 minutos, num ambiente virtual com a utilização do material elaborado, divididas em sessões presenciais (que são aulas via satélite), e a distância que são aulas em ambientes virtuais.

Na conclusão, além de confirmar que o objetivo foi atingido, também se demonstra a análise da produção e das metodologias aplicadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 2. Também se destaca a eficiência do uso dos materiais selecionados para o curso e conclui com uma lista de sugestões para cursos futuros.

MP4

a) Dados Formais

Título: Discutindo Algumas Relações Possíveis Entre Intuição e Rigor e Entre Imagem Conceitual e Definição Conceitual no Ensino de Limite e Continuidade em Cálculo 1.

Autor: Osvaldo Honório de Abreu.

Orientador: Prof. Dr. Frederico da Silva Reis.

Ano de publicação: 2011.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

De forma mais geral, investigar os processos de Ensino e de Aprendizagem de Limites e Continuidade em Cálculo 1, na perspectiva da Educação Matemática no Ensino Superior; de forma mais específica, levantar hipóteses e categorias de análise de algumas relações estabelecidas por alunos entre intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual nos processos de Ensino e de Aprendizagem destes tópicos.

Problemática:

As dificuldades que envolvem o Ensino e a Aprendizagem do Cálculo, considerando os pré-requisitos para o estudo do Cálculo, observadas na prática docente são essenciais para a direção da pesquisa e para o desenvolvimento do trabalho.

Diante de resultados que apontam para um número elevado de reprovações em Cálculo, nasce uma série de questionamentos que merecem ser respondidos.

Nesse contexto são apontados os processos de Ensino e de Aprendizagem que merecem atenção, pois tanto a abordagem didática de caráter expositivo quanto a preparação inadequada do aluno no Ensino Médio, por exemplo, podem ser importantes causas e devem ser investigadas.

Problema:

Que relações entre intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual podem ser manifestadas pelos alunos no processo de Ensino e Aprendizagem de Limite e Continuidade em Cálculo 1?

Referencial Teórico:

Conceito Definição e Conceito Imagem de David Tall e Shlomo Vinner.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica e Experimental de caráter diagnóstico.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Desde o início da apresentação é identificada a dificuldade referente ao enfrentamento do aluno no estudo do Cálculo.

Nesse trabalho os objetos matemáticos são Limite e Continuidade, e com o intuito de observar como esses objetos são tratados nos livros didáticos, faz-se a análise desses livros, dando ênfase na forma como tais livros abordam o conceito de Limite e o conceito de Continuidade.

Após abordar alguns aspectos relativos à história do desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral tem início uma abordagem a respeito do referencial teórico da Aprendizagem, a teoria proposta por David Tall e Shlomo Vinner que tem o Pensamento Matemático Avançado (PMA) como ideia nuclear, sem deixar de citar a abordagem do ponto de vista dos Obstáculos Epistemológicos.

Há um destaque para os conceitos de intuição e rigor, o objetivo, ao fazer essa abordagem, é delimitar a transição entre o pensamento matemático elementar e o Pensamento Matemático Avançado (PMA).

Para buscar responder à questão norteadora empreende-se uma pesquisa de caráter diagnóstico, na qual sujeitos são solicitados a executarem algumas atividades propostas.

As atividades propostas buscaram compreender como o aluno passa de sua intuição para uma concepção rigorosa e formal, e nelas os alunos foram solicitados a efetivar conversões. Essas atividades foram quatro questões relativas ao conceito de Limite e quatro questões relativas ao conceito de Continuidade.

Após apresentar a análise das respostas, é traçado um paralelo entre objetivo e resultado, nesse ambiente evidenciam-se as relações, entre imagem conceitual e definição conceitual, observadas.

MP5**a) Dados Formais**

Título: Proposta de Uma Sequência Didática para Conceitualização de Derivada como Taxa de Variação Instantânea.

Autor: Monique Sequeira Lehmann.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César da Silva.

Ano de publicação: 2011.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Universidade Severino Sombra.

b) Dados analíticos:**Objetivo:**

Desenvolver uma sequência didática que possa auxiliar os alunos no processo de Ensino-Aprendizagem em relação ao conceito de derivada como taxa de variação instantânea.

Problemática:

As dificuldades apresentadas pelos alunos em relação à disciplina Cálculo Diferencial e Integral, associadas à experiência da docência, faz com que se volte a atenção para o desenvolvimento de uma sequência didática que possa auxiliar os alunos no processo de Ensino-Aprendizagem em relação ao conceito de derivada como taxa de variação.

Essa iniciativa é justificada através da necessidade de buscar alternativas que possam minimizar tais dificuldades. Podem-se destacar também outras possibilidades ligadas a questões estruturais do Ensino Médio e Superior, atribuindo o fenômeno do alto índice de retenção na disciplina Cálculo à falta de recursos construídos no Ensino Médio, por exemplo.

Problema:

Quais são as dificuldades específicas com o entendimento do conceito de derivada?

Referencial Teórico:

Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Experimental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

O foco do trabalho reside especialmente no processo de Ensino em conformidade com o objetivo que é desenvolver uma sequência didática, não obstante enxerga com clareza que há uma distinção entre o processo de Ensino e o processo de Aprendizagem citando trabalhos de autores que fazem esse destaque assim, há uma preocupação em sintonizar o processo Ensino e o processo de Aprendizagem.

Também aponta, sem discorrer a respeito, a existência de uma categorização das dificuldades enfrentadas pelos alunos, inculcando, por exemplo, que a falta de conhecimentos advindos do Ensino Médio é um fator que contribui para o fracasso nas disciplinas de Cálculo.

Nessa pesquisa experimental, os sujeitos eram alunos matriculados na disciplina de Cálculo de Uma Variável, e objeto matemático eleito foi a derivada (como taxa de variação). Há uma descrição de como as sequências didáticas e as aulas se desenvolveram e o que foi solicitado aos alunos em cada momento da aula.

Depois de apresentar os resultados referentes às avaliações efetuadas também se apresentam os protocolos com suas conclusões.

O propósito da pesquisa bem como o seu objetivo são retomados na conclusão, relacionando o suporte teórico com o desenvolvimento da sequência didática elaborada e fazendo a observação de que houve uma evolução sensível na interpretação de gráficos de funções por parte dos sujeitos da pesquisa.

MP6**a) Dados Formais**

Título: Aspectos Motivacionais do Cálculo Diferencial e Integral.

Autor: Odileia da Silva Rosa.

Orientador: Profa. Dra. Patrícia Nunes da Silva.

Ano de publicação: 2011.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Universidade Severino Sombra.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Investigar a motivação e o uso de estratégias de Aprendizagem como fator que influencia na Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

Problemática:

As dificuldades enfrentadas por alunos com relação à disciplina de Cálculo são um lugar comum nas pesquisas empreendidas por diversos autores, isso é motivo de preocupação, entretanto importa mais entender e conhecer quais são os fatores motivadores que alunos de Cálculo carregam.

Identificar as motivações e estratégias de estudo e Aprendizagem que o aluno traz, ou trazia, consigo no primeiro contato com a disciplina ganha assim *status* de objeto de pesquisa. Com o objetivo de potencializar essas motivações para desviar o aluno de uma rota de colisão com a retenção na disciplina, essa análise inclina-se para os aspectos da habilidade, que os sujeitos aprendizes devem desenvolver, de aprender a aprender.

Esse contexto implica a abordagem cognitivista e das relações interdisciplinares, socioeconômicas e culturais presentes no processo dinâmico de construção e reconstrução conceitual.

Problema:

Quais são as motivações e estratégias de estudo do aluno em seu primeiro contato com a disciplina de Cálculo, num curso de graduação?

Referencial Teórico:

Psicologia Cognitivista e o MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*).

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Experimental – MSLQ.

Concepções filosóficas:

Psicologia Cognitivista e o Construtivismo como Epistemologia fundamentadora, que remetem ao Racionalismo Crítico.

c) Comentários/ Resultados:

A relação de complementaridade existente entre o processo de Ensino e o processo de Aprendizagem é apontada quando se declara que a investigação de aspectos motivacionais e de estratégias de Aprendizagem de alunos de CDI pode abrir novas perspectivas e contribuir para a compreensão da dinâmica dos processos de Ensino e Aprendizagem nessa disciplina.

Destaca-se a existência de dualidades que potencializam as dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina de Cálculo como: discreto/contínuo; finito/infinito; variabilidade/permanência; local/global; sistematização/construção.

O foco está na motivação, ou melhor, nos fatores que possam motivar ou desmotivar os estudantes, tomado pela ótica cognitivista, e a ferramenta para o levantamento de dados é um conjunto de questões selecionadas e adaptadas do MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*) que, traduzido para o português, é um Questionário de Estratégias Motivadoras de Aprendizagem⁴.

Essa ferramenta é utilizada para identificar estratégias de Aprendizagem utilizadas por alunos do nível superior.

Considerando os aspectos motivacionais e estratégias de Aprendizagem enfatiza-se que é possível auxiliar os alunos na medida em que esses alunos assumam o controle de sua Aprendizagem, ou seja, que levem a cabo a construção de seu conhecimento. Assim, a intervenção do professor ganha um caráter de promotor de discussões capazes de potencializar e direcionar o processo heurístico na tomada de direção feita pelos alunos.

Os sujeitos dessa pesquisa responderam a 54 questões adaptadas ao MSLQ. As questões elaboradas para investigar aspectos motivacionais, contemplaram três escalas de constructos de motivação: Valor (orientação para meta intrínseca,

⁴ Tradução da autora

orientação para meta extrínseca e valor da tarefa), Expectativa (auto eficácia e crenças sobre controle) e Afeto (ansiedade frente às provas). E três escalas relativas às estratégias de Aprendizagem: Cognitivas, Meta-cognitivas e Gerenciamento de recursos.

No comentário final é dado destaque para o fato de que foi possível identificar um perfil dos sujeitos analisados, tal que as potencialidades e as fragilidades que emergiram no processo levaram a produzir uma melhor forma de ensinar e aprender, considerando estratégias de Aprendizagem focadas nos pontos fortes.

MP7

a) Dados Formais

Título: As Ideias Envolvidas na Gênese do Teorema Fundamental do Cálculo, de Arquimedes a Newton e Leibniz.

Autor: Walkíria Corrêa dos Santos.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Antonio da Silva.

Ano de publicação: 2011.

Modalidade: Mestrado Profissional.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Contribuir com o estudo das principais ideias que envolvem o Teorema Fundamental do Cálculo ao longo da história.

Problemática:

A dificuldade enfrentada pelos alunos frente à disciplina de Cálculo, particularmente em relação ao Teorema Fundamental do Cálculo, é que estabelece o norte dessa pesquisa.

A preocupação sobre o tema se manifesta ao citar os trabalhos de autores que desenvolveram suas pesquisas tendo como o objeto matemático o Teorema Fundamental do Cálculo (TFC), nas quais as mesmas dificuldades citadas emergem.

Na busca por subsídios, em seu desenvolvimento historiográfico, aborda questões importantes na construção do conceito que envolve o TFC.

Problema:

Como se deu, historicamente, a construção do Teorema Fundamental do Cálculo?

Referencial Teórico:

Nenhum referencial teórico foi apresentado.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Na introdução são apontados resultados obtidos por Segadas Vianna, os quais informam que alguns estudantes apresentaram dificuldades em solucionar questões em que existe a necessidade de interpretação gráfica. Essa dificuldade é atribuída à forma como os gráficos são guardados na mente.

Ao fazer uma abordagem histórica a respeito das ideias que serviram de base para a evolução do Cálculo, propõe uma reflexão sobre a matemática grega e a abordagem das grandezas incomensuráveis, passando pela contribuição de diversas personagens gregas e chegando aos renascentistas, Newton e Leibniz, tendo como objetivo a compreensão da construção do Teorema Fundamental do Cálculo (TFC).

Há um destaque para a importância da geometrização da matemática grega, no processo histórico de se construir o conceito do TFC.

Modalidade: Artigos.**A1****a) Dados Formais**

Título: O Ensino dos Conceitos Limite, Derivada e Integral, por Professores de Matemática e de Disciplinas Específicas em Cursos de Engenharia.

Autor: Ieda do Carmo Vaz e João Bosco Laudares.

Ano de publicação: 2010.

Modalidade: Artigo.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais.

b) Dados analíticos:**Objetivo:**

Entender como professores de Matemática tratam os conceitos de Limite, Derivada e Integral, a partir dos livros textos adotados.

Problemática:

A prática educativa de professores de Matemática e professores de disciplinas específicas em cursos de Engenharia produz uma interação entre a Educação tecnológica e a Educação Matemática, nesse contexto surge o questionamento a respeito de se é de fato o professor responsável pela mediação entre o saber matemático e o aluno, e mais, se é de fato a intervenção do professor que desperta o interesse do aluno pelo conteúdo estudado.

Esse questionamento é justificado ao se considerar que o serviço do educador, da Educação Tecnológica e da Educação Matemática, deve ter como objetivo final a formação e capacitação do homem para sua inserção social no mundo do trabalho, e sua integração cultural para viver numa sociedade impregnada de ciência e tecnologia.

Problema:

Como professores de Matemática tratam conceitos de Cálculo (derivada e integral) nos cursos de Engenharia?

Referencial Teórico:

Teoria da Transposição Didática e a Etnomatemática.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi apresentada.

c) Comentários/ Resultados:

A teoria de suporte desse trabalho não está explícita, mas conforme colocado em trecho do trabalho, há indícios de que tenha sido utilizada a Teoria da Transposição Didática e a Etnomatemática.

Para buscar o objetivo proposto é feita a análise de quatro livros didáticos (textos) de Cálculo, nesse contexto é relatado como cada autor enxerga o Ensino do Cálculo e a respectiva metodologia adotada.

Os objetos matemáticos de estudo são o Limite, a Derivada e a Integral considerando funções de uma variável real.

A conclusão é que a abordagem utilizada pelos quatro autores (Howard Anton, Ron Larson, George B. Thomas e James Stewart) tem uma convergência metodológica para o tratamento conceitual de Limite, Derivada e Integral, com abordagem e ênfase para aritmética, álgebra e geometria.

A2**a) Dados Formais**

Título: Diferentes Dimensões do Ensino e Aprendizagem do Cálculo.

Autor: Benedito Antonio da Silva.

Ano de publicação: 2011.

Modalidade: Artigo.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Discutir diferentes componentes envolvidas no Ensino e Aprendizagem do Cálculo, em particular aqueles referentes ao próprio saber matemático e às expectativas dos sujeitos envolvidos no processo: estudantes e professores.

Problemática:

A evolução da Educação Matemática, no processo que inclui o Ensino Superior e a própria formação de professores, é notória. Esse contexto permite, e até mesmo impõe, uma atenção sobre os trabalhos que vêm se desenvolvendo na área.

Existem diversas questões e tendências observadas nas pesquisas em Educação Matemática situando a inserção do Ensino Superior como gerador temático de problemas a serem investigados.

O fato deflagrador, que subjaz a importância da inclusão de pesquisas com temas referentes ao Ensino Superior, foi o aumento do número de estudantes desse nível, verificado inicialmente na segunda metade do século XX.

Destaca-se ainda o distanciamento entre os professores de Matemática do Ensino Superior que são matemáticos daqueles que são educadores matemáticos. Essa situação aponta para o seu necessário enfrentamento, especialmente no caso do Cálculo no nível universitário.

Problema:

Diante dos componentes do processo de Ensino e Aprendizagem do Cálculo: saber, aluno e professor – como a identificação dos elementos constitutivos podem intervir no processo de Ensino e Aprendizagem?

Referencial Teórico:

Não há um referencial específico.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Documental.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi apresentada.

c) Comentários/ Resultados:

Nesse artigo há apontamentos e comentários a respeito das dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a Aprendizagem do Cálculo, bem como se explicita a complementaridade entre o processo de Ensino e o processo de Aprendizagem.

Há uma reflexão sobre as tensões existentes entre pesquisadores matemáticos e pesquisadores em Educação Matemática apontando para algumas divergências de pensamento sobre como o objeto matemático é ou deve ser tratado.

Sobre as dificuldades no estudo do Cálculo destacam-se as dificuldades inerentes aos seus conceitos, indicando que o obstáculo histórico-epistemológico pode dar indícios de sua causa. Não obstante, comenta-se que há também algumas dificuldades que têm origem na transição entre o Ensino Médio e o Ensino Superior.

Ao discutir as diferentes componentes envolvidas no Ensino e Aprendizagem do Cálculo, é apresentado o projeto que subjaz essa discussão, que está dividido em oito subprojetos relacionados ao Ensino e Aprendizagem do Cálculo, cujos componentes são: saber, aluno e professor.

São citados os objetivos, o instrumental teórico-metodológico, em alguns casos os sujeitos da pesquisa e os resultados obtidos.

A3

a) Dados Formais

Título: Uma Abordagem Epistemológica do Cálculo.

Autor: Ligia Arantes Sad.

Ano de publicação: acessado em 2012.

Modalidade: Artigo.

Programa: Educação.

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

A análise de aspectos do Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

Problemática:

As relações entre as questões de problemas sociais, inclusive a própria formação do professor, com as questões do Ensino e da Aprendizagem das noções fundamentais do Cálculo, propõe uma situação de pesquisa.

Evidências epistemológicas, senso comum, livro texto, tecnologias utilizadas, objetos matemáticos ensinados e aprendidos, num contexto social, são alguns dos ingredientes considerados nessas relações.

Os significados que emergem dessas relações, produzidos pelos alunos e professores, no discurso matemático em meio às atividades desenvolvidas caracterizam uma linguagem específica que é parte integrante deste contexto.

Problema:

São estabelecidas diversificações nos modos de produção de significados e de objetos a partir do Cálculo? Quais?

Referencial Teórico:

Teoria do Conhecimento proposta pelo Modelo Teórico dos Campos Semânticos (MTCS).

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Pesquisa Participante.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Existe uma análise epistemológica de aspectos do Ensino do Cálculo Diferencial e Integral. Para essa análise o ponto de partida é uma questão geradora: São estabelecidas diversificações nos modos de produção de significados e dos objetos a partir do Cálculo?

A ideia central é o estabelecimento de que sendo a Matemática uma criação humana, é ela uma parte integrante sócio-contextual e sócio-ideológica, desta forma as relações sociais são admitidas como um fator que influi no processo da Aprendizagem.

Para o desenvolvimento desse tema a autora apoia-se no Modelo Teórico dos Campos Semânticos (MTCS), segundo o qual, o conhecimento é uma “crença-afirmação”, uma “justificação”.

Essa definição, centra o foco no sujeito, mas há uma dependência importante do meio sócio-contextual-ideológico. Ainda segundo o MTCS as estipulações locais são núcleo de um modo de produção de significados, isto é, o núcleo do Campo Semântico.

A observação ocorreu durante um ano, em três turmas de curso inicial de Cálculo. Os dados foram coletados a partir de entrevistas individuais, e gravações de grupos de alunos, além de resolução de problemas e observações anotadas durante as aulas.

A conclusão determina que deve haver maior compreensão das relações entre demanda social e sujeito do conhecimento, bem como entre enunciado e conhecimento, e que há predominância do ensino textual – ensino tradicional que marginaliza as reflexões no processo de Aprendizagem.

Além de concluir que O MTCS apresenta-se adequado ao estudo histórico epistemológico, e de confirmar a existência de diversos modos de produção de significados a partir das atividades em Cálculo.

A4

a) Dados Formais

Título: O Ensino do Cálculo 1 no Curso de Licenciatura em Matemática: Obstáculos na Aprendizagem.

Autor: Sílvia Pereira dos Santos e Márcia Graci de Oliveira Matos.

Ano de publicação: 2012.

Modalidade: Artigo.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: Universidade Federal da Bahia.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Investigar quais os obstáculos que influenciam no alto índice de reprovação na disciplina de Cálculo 1.

Problemática:

A existência de obstáculos epistemológicos, didáticos, emocionais e materiais interferindo no processo de Ensino e Aprendizagem, além de uma metodologia do professor carente de pré-requisitos, verificados no curso de Licenciatura de determinadas universidades são componentes cruciais para voltar as atenções para essa problemática.

Essa situação foi evidenciada em virtude de se verificar um alto índice de reprovação e evasão na disciplina Cálculo 1.

Estudar as dificuldades enfrentadas por alunos num curso de Cálculo implica uma série de variáveis que estão além das próprias abstrações intrínsecas de seus conceitos. São fatores de ordem sociocultural, motivacionais, processos de Ensino, processos de Aprendizagem, formação de professores e currículo, sem exaurir todas as componentes.

Todos esses fatores têm sua parcela de contribuição para esse fracasso generalizado, uma vez que são intrinsecamente relacionados ao processo de Ensino-Aprendizagem de Cálculo.

Ressalta-se também o fato de haver um distanciamento entre a formação do matemático e do educador matemático, que coloca uma lente de aumento sobre todos esses problemas apontados acima. A alteração desse estado de coisas depende de uma nova atitude a ser adotada pelos professores.

Problema:

Qual a causa do alto índice de reprovação na disciplina Cálculo 1, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia?

Referencial Teórico:

Obstáculos Epistemológicos.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Estudo de Caso.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

É importante identificar os fatores que afetam o desempenho de alunos na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, assim, traçando um paralelo entre o Ensino do Cálculo e os obstáculos na sua Aprendizagem, apoiando-se a teoria de Brousseau, faz-se a distinção entre os diferentes obstáculos enfrentados pelos alunos (obstáculos epistemológicos, didáticos, psicológicos e emocionais).

Considera-se também que muitas dúvidas apresentadas pelos alunos recém-chegados ao nível superior são devidas à má formação na escola básica. Não obstante muitas vezes os próprios professores são objeto da causa de problemas de Aprendizagem, dado que eles mesmos apresentam uma formação deficitária.

A pesquisa tem caráter qualitativo e é um estudo de caso, cujos sujeitos são alunos e professores. Foram aplicados questionários a alunos e aos professores. O questionário aplicado aos alunos era composto de questões objetivas e eventualmente acompanhado de uma justificativa, seu objetivo era evidenciar obstáculos epistemológicos. O questionário aplicado aos professores era composto apenas por questões subjetivas, seu objetivo era cruzar com as respostas dos alunos para ajudar na análise.

A5

a) Dados Formais

Título: Questões Básicas do Ensino do Cálculo.

Autor: Jayro Fonseca da Silva e Hermínio Borges Neto.

Ano de publicação: 2013.

Modalidade: Artigo.

Programa: Matemática.

Instituição: Universidade Federal do Ceará.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Identificar fatores relacionados com a metodologia de Ensino intervenientes no desempenho dos alunos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1, ofertada pelo Departamento de Matemática em 17 cursos de graduação da UFC.

Problemática:

Os altos índices de reprovação e evasão como resultado de problemas enfrentados pelos alunos na disciplina de Cálculo 1, tem tornado a aquisição do conhecimento uma atividade cada vez mais improdutiva.

Conflitos, oriundos da abordagem tradicional, surgem no processo de Ensino e Aprendizagem especialmente na exposição de suas teorias, objetivos, conceitos e demais recursos dentro de uma óptica purista, ou seja, na preocupação de visualizá-la unicamente pelo ponto de vista de sua estrutura.

Esse fato é reforçado pela fragilidade dos conhecimentos prévios que os alunos universitários apresentam, tornando-se um dos principais obstáculos enfrentados pelos alunos frente à abordagem tradicional adotada pelos professores.

Esse contexto reflete a falta de planejamento de Ensino que considere a diversidade necessária na sua abrangência. Para mudar esse quadro que se apresenta é necessário considerar o processo pedagógico e a própria natureza da Matemática.

Problema:

Quais são as dificuldades detectadas no processo de Ensino-Aprendizagem da disciplina de Cálculo I.

Referencial Teórico:

Nenhum referencial teórico foi apresentado.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Descritiva / Investigação Bibliográfica.

Concepções filosóficas:

Pragmatismo e Utilitarismo.

c) Comentários/ Resultados:

Há uma convergência de ideias sobre o processo Ensino-Aprendizagem e é assumido que a causa das dificuldades na Aprendizagem do Cálculo repousa sobre uma formação deficitária ocorrida no decorrer do Ensino Básico (E.F. e E.M.).

Entretanto pode existir outra variável causal, apontada por especialistas como provável dificultador de uma ação pedagógica mais fecunda no ensino da Matemática, que está personificada na visão do próprio significado e objetivo dessa ciência, vista pelo ponto de vista de sua utilidade prática.

Diferentes causas de dificuldades são resumidas como sendo por um lado de caráter pedagógico e por outro lado devidas à própria natureza da Matemática.

É discutida a ideia de que um processo de Ensino do Cálculo que considere a objetividade de sua aplicação é um fenômeno que tem potencial para minimizar as dificuldades no processo de Aprendizagem dessa disciplina.

Sugere-se que os alunos devam ser ouvidos no que tange à suas expectativas e que as ações sejam concernentes à suas carreiras.

A6

a) Dados Formais

Título: A Abordagem Construcionista no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo Diferencial e Integral.

Autor: Maria Raquel M. Morelatti.

Ano de publicação: 2013.

Modalidade: Artigo.

Programa: Educação Matemática.

Instituição: UNESP de Presidente Prudente.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Levantar princípios para orientar o professor na construção de um ambiente construcionista de Aprendizagem para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1.

Problemática:

O Ensino do Cálculo baseado numa metodologia mecanicista em que a aula expositiva e a resolução de exercícios são privilegiadas determina uma inquietação que tem levado pesquisadores a empreenderem esforço no sentido de encontrar uma alternativa.

O fato de alguns conceitos serem apresentados de forma inquestionável e acabada pode implicar em uma atitude de desinteresse por parte dos alunos, talvez devido a não participação dos mesmos no processo de construção do conceito em questão.

O problema maior do Ensino de Ciências e Matemática, talvez repouse no fato de seus conceitos serem apresentados de forma desinteressante e até mesmo obsoleta levando o aluno a entendê-los como inúteis.

Isso enseja uma predisposição ao insucesso na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Assim, sugere-se que uma alternativa de abordagem poderia ser a utilização das TIC.

Problema:

Como explicar a evasão e alto índice de reprovação no curso de Estatística da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP – Presidente Prudente?

Referencial Teórico:

Aprendizagem Significativa e ideias do Construcionismo.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / De Campo - Ensino e Aprendizagem por projeto.

Concepções filosóficas:

Sócio Interacionismo.

c) Comentários/ Resultados:

O artigo inicia chamando a atenção para o fato de estarmos imersos na cultura da chamada sociedade do conhecimento. Nesse mesmo contexto faz consideração ao caráter utilitarista que a educação deve ter.

Da mesma forma há uma crítica à maneira como os conceitos matemáticos têm sido ensinados ressaltando tanto a forma desinteressante quanto sua inutilidade, por esta razão, além de contar com pouca simpatia dos alunos, causa-lhes certa apreensão e expectativa negativa, predispondo-os ao insucesso.

Paulatinamente são inseridas críticas ao modelo tradicional de Ensino, ao mesmo tempo em que são introduzidas as ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, do Construcionismo de Papert e o conceito de Ensino e Aprendizagem por projeto.

Os conceitos estudados foram os relacionados com função, limite, derivada e integral. Todo projeto foi desenvolvido para a utilização do *software LOGO*.

O processo analisado está situado na imbricação do processo de Ensino com o processo de Aprendizagem. À medida que se descreve o procedimento desenvolvido, vai-se retomando os apoios teórico-metodológicos e apontando como eles se relacionam com o projeto.

A7

a) Dados Formais

Título: Avaliação de Desempenho no Processo de Ensino-Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I (O Caso da UFC).

Autor: Raimundo Morais Santos e Hermínio Borges Neto.

Ano de publicação: 2013.

Modalidade: Artigo.

Programa: Matemática.

Instituição: Universidade Federal do Ceará.

b) Dados analíticos:

Objetivo:

Analisar as possíveis causas relacionadas com fatores internos ao processo de Ensino e Aprendizagem, e que dizem respeito aos alunos, às práticas pedagógicas dos professores e com as condições institucionais, e suas relações com os problemas enfrentados na disciplina de Cálculo 1.

Problemática:

A dificuldade enfrentada pelos alunos de graduação na disciplina de Cálculo pode ser percebida a partir do exercício da docência.

E dessa percepção surge a preocupação ao se deparar com problemas de alto índice de reprovação, alta taxa de desistência e pouca motivação para a Aprendizagem.

Um conjunto de dados apresentados aponta que tais índices e taxas são muito elevados para os padrões gerais do Ensino Superior. Esses dados indicam falhas no processo de Ensino-Aprendizagem, por parte do aluno, do professor, e mesmo da instituição ou ainda de todos simultaneamente.

Por parte dos alunos destaca-se a falta de conhecimentos prévios, por parte dos professores destaca-se a metodologia utilizada em sala de aula e por parte da instituição o destaque fica com a composição das turmas, deficiência na grade curricular e infraestrutura física deficiente.

Problema:

Como explicar o alto índice de reprovação e evasão dos cursos de Graduação da UFC na disciplina de Cálculo I?

Referencial Teórico:

Nenhum referencial teórico foi apresentado.

Metodologia:

Qualitativa / Aplicada / Explicativa / Estudo de Caso - Análise de Conteúdo.

Concepções filosóficas:

Nenhuma concepção filosófica foi explicitada.

c) Comentários/ Resultados:

Nesse trabalho é dado destaque aos fatores internos ao sistema de Ensino, esses fatores são aqueles que determinam o fracasso na disciplina de Cálculo 1.

Esses fatores são relativos aos alunos (conhecimentos prévios e motivação), aos professores (formação do professor, relação promovida com o aluno, metodologia utilizada em sala de aula e avaliação) e à instituição (composição das turmas, inadequação do currículo e infraestrutura física).

Trata-se de uma pesquisa de estudo de caso, cujos sujeitos são professores e alunos da disciplina Calculo Diferencial e Integral 1. Para coletar os dados foram

utilizados dois tipos de questionários, um aplicado aos alunos e outro aplicado aos professores.

As questões aplicadas aos alunos estavam relacionadas ao desempenho próprio do respondente, à escolha dos cursos, à participação do respondente em sala de aula e às condições gerais das aulas pelo ponto de vista do respondente.

As questões aplicadas aos professores estavam relacionadas à função docente, aos conteúdos escolhidos, às condições de trabalho (por exemplo, número de alunos por turma) e metodologia utilizada.

O trabalho é concluído com a apresentação de alternativas para o Ensino do Cálculo que estão diretamente ligadas à conclusão apresentada, e versam sobre as três vertentes citadas no início do trabalho: aluno, professor e instituição.

CAPÍTULO 5

Análise do Panorama.

A análise apresentada neste capítulo, tendo por base o Panorama, teve por alvo situar os trabalhos considerando as relações existentes entre a adoção das teorias, metodologias e filosofias, com os respectivos objetivos.

A intenção é produzir sínteses que possam indicar quais são as características marcantes dos trabalhos da área, e eventuais generalizações que possam servir para indicar uma previsibilidade de problemas, abordagens, e encaminhamentos de futuros trabalhos.

Para isso, consideramos as questões abaixo tendo por referência o que consta em English (2010).

- Os referenciais teóricos dos trabalhos do Panorama revelam a inter-relação com os respectivos objetivos propostos, deixando evidente o papel da teoria na pesquisa? Quais teorias subsidiam esses trabalhos?
- Os objetivos manifestados nos trabalhos analisados revelam inter-relação com a problemática apresentada?
- Há influência filosófica explícita nos trabalhos analisados? Se sim, qual a filosofia e qual a influência?
- Há resultados consensuais?

Ano de Publicação/Acesso	Instituição		Modalidade				Abordagem					Teoria			
	Pública	Privada	Tese	Mest. Ac.	Mest. Prof.	Artigo	Ensino	Aprendizagem	Ens./Aprend.	Currículo	Form. De Prof.	Historiografia	Educação Matemática	Educação	Outras
2003	X		X					X				X			
2009		X	X						X					X	
2009	X		X				X					X			
2011	X		X				X							X	
2003		X		X				X				X			
2003		X		X				X				X			
2004		X		X			X					X			
2004		X		X				X						X	
2005	X			X				X				X			
2006		X		X			X							X	
2007		X		X			X					X			
2007		X		X			X					X			
2008	X			X			X					X			
2008	X			X			X						X		
2009		X		X			X					X			
2010		X		X				X						X	
2010	X			X			X							X	
2010	X			X					X				X		
2010	X			X			X							X	
2013		X		X				X				X			
2006		X			X		X					X			
2006		X			X		X					X	X		
2007		X			X		X					X	X		
2011	X				X			X				X			
2011		X			X				X				X		
2011		X			X		X						X	X	
2011		X			X						X				X
2010	X					X				X		X			
2011		X				X		X							X
2012	X					X		X						X	
2012	X					X	X					X			
2013	X					X	X								X
2013	X					X			X			X		X	
2013	X					X			X						X

Figura 01 - Categorização dos Trabalhos Analisados.

i. Os referenciais teóricos dos trabalhos do panorama revelam a inter-relação com os respectivos objetivos propostos, deixando evidente o papel da teoria na pesquisa? Quais teorias subsidiam esses trabalhos?

Dos 35 trabalhos analisados 4 não utilizaram qualquer teoria como referência, portanto, para esses casos não é possível estabelecer uma relação com o objetivo apresentado. Entretanto, 3 deles são artigos e o formato reduzido em que é apresentado o artigo pode impor ao autor escolhas e prioridades que podem submeter a apresentação do referencial teórico a um segundo plano.

Desses 3 artigos um trata da apresentação dos trabalhos e projetos desenvolvidos em um Programa de Pós Graduação e menciona as teorias que esses respectivos trabalhos fazem uso, não cabe portanto, uma análise de relação conforme a questão i) sugere.

O outro trabalho, no qual não são utilizadas teorias de referência, tem sua abordagem na historiografia do Cálculo e, nesse caso, também não é possível fazer a relação sugerida na questão i).

Dos outros 31 trabalhos, 3 não apresentam a relação explícita entre o referencial teórico e o objetivo, sendo uma Tese de Doutorado, e duas Dissertações de Mestrado Acadêmico.

A Tese utiliza o Paradigma do Indiciário, de Carlo Ginzburg, que trata de um modo investigativo próprio de investigações historiográficas e foi adaptado à investigação em Educação Matemática pelo autor. Essa adaptação impõe um conhecimento, sobre essa forma investigativa, para além do âmbito da Educação Matemática, que dificulta a análise da relação que tentamos encontrar, contudo ainda que não seja apresentada de forma explícita, a abordagem feita pelo autor permite verificá-la de forma implícita.

Uma das Dissertações de Mestrado utiliza a teoria da Corporeidade e da Argumentação, essa teoria baseia-se nas mudanças de paradigma e significação metafórica, que carregam o viés subjetivo que é sua marca. Nesse contexto, o autor ainda considera os fundamentos da Linguística Cognitiva e, mais uma vez, temos a mesma dificuldade na análise da relação investigada, ou seja, uma dificuldade que surge principalmente por estar, em certa medida, distante da Educação Matemática. Não obstante, a relação aparece implicitamente na análise feita pela autora.

A outra Dissertação de Mestrado utiliza o Construtivismo piagetiano e indica sem abordar diretamente a Aprendizagem Significativa. Contudo, como esse autor trata do uso das TIC e do trabalho coletivo em Comunidades de Prática, a relação entre referencial teórico e objetivo de pesquisa não aparece de forma explícita, mas é possível perceber essa relação pulverizada e permeada no trabalho.

Os demais 28 trabalhos apresentam explicitamente a relação entre a teoria(s) adotada(s) e respectivo objetivo apresentado.

Em conclusão podemos responder que, afóra aqueles trabalhos nos quais não se espera que tal relação seja necessariamente colocada, os trabalhos do panorama deixam evidente o papel da teoria em cada uma das pesquisas, que é a sustentação teórica do mesmo.

As teorias adotadas estão tanto no âmbito da Educação Matemática, quanto emprestadas de outras áreas, e estão assim distribuídas: 18 trabalhos utilizam teorias da Educação Matemática, 7 trabalhos utilizam teorias da Educação, 11 trabalhos emprestam teorias de outras áreas, 4 trabalhos não apresentam teorias. Isso está resumido na Figura 1.

- ii. Os objetivos manifestados nos trabalhos analisados revelam inter-relação com a problemática apresentada?

Dos 35 trabalhos contidos no Panorama, pode-se verificar a partir da investigação efetivada que 4 deles não apresentam uma relação clara entre o objetivo e a problemática. Esses trabalhos são três dissertações de Mestrados Acadêmicos e uma de Mestrado Profissional.

Não obstante, há clareza na apresentação de todos os objetivos, bem como há clareza em todas as problemáticas, contudo as relações entre os dois não é clara e nem é evidente.

Portanto, 31 trabalhos apresentam uma relação explícita entre a problemática e o(s) objetivo(s).

- iii. Há influência filosófica explícita nos trabalhos analisados? Se sim, qual a filosofia e qual a influência?

Analisar a influência filosófica ajuda a colher informações que poderiam passar despercebidas, pois essas influências determinam um conteúdo que se situa nas entrelinhas do texto e que podem enriquecê-los à medida que seja evidenciado.

Creswell (2010), ao se referir à estrutura de uma pesquisa, orienta que “Para aqueles que vão fazer uma proposta ou um plano, recomendo adotar uma estrutura geral que oriente todas as facetas do estudo, desde a avaliação das ideias filosóficas gerais por trás da investigação [...]” (p. 21)

E acrescenta “Sugiro que, para entendê-las [as técnicas de pesquisa]⁵, o criador de uma proposta precisa avaliar [...] elementos da estrutura: suposições filosóficas sobre de como constituem *as alegações de conhecimento*; [...]” (IBIDEM)

Essa influência pode ter um caráter ativo e consciente que é determinado propositalmente pelo autor, ou ter um caráter passivo e inconsciente que emerge independentemente de qualquer determinação autoral.

Popper (1999) afirma que “Todos nós temos nossas filosofias, estejamos ou não conscientes desse fato [...]” (p. 42).

Nove trabalhos apresentam influência filosófica, sendo uma Tese, 6 dissertações (3 Mestrados Acadêmicos e 3 Mestrados Profissionais) e 2 Artigos.

Em todos os nove trabalhos em que se verifica a influência filosófica, há uma imbricação das ideias desenvolvidas com as ideias da filosofia subjacente. Entretanto, essas influências não criam amarras ao desenvolvimento das ideias, com exceção a dois trabalhos cuja influência vem do Pragmatismo e Utilitarismo, nesses casos percebe-se uma relação mais intensa, que determina o andamento das pesquisas.

iv. Há resultados consensuais?

Nessa investigação foi possível encontrar alguns resultados consensuais conforme colocado a seguir.

Há um consenso geral a respeito das dificuldades enfrentadas no estudo do Cálculo Diferencial e Integral que se manifesta por meio das preocupações externadas pelos pesquisadores em suas problemáticas e em seus problemas.

Essas dificuldades são apontadas em quatro vieses a) focado no sujeito aprendiz; b) focado no sujeito ensinante; c) focado no objeto matemático e d) focado no *milieu*.

- a) Focada no sujeito aprendiz: são as dificuldades apresentadas por uma formação deficiente no Ensino Básico.

⁵ Entre colchetes texto meu

- b) Focada no sujeito ensinante: são dificuldades que surgem pela falta de formação adequada dos professores, seja com relação aos conceitos matemáticos propriamente ditos, seja pelo distanciamento de didáticas modernas que redundam em uma abordagem ortodoxa.
- c) Focado no objeto matemático: são as dificuldades intrínsecas e inerentes ao próprio objeto matemático, dadas principalmente à abstração que esses conceitos carregam.
- d) Focado no meio contextualizado do ambiente escolar: são dificuldades que surgem principalmente devido à falta de infraestrutura física adequada e de equipamentos tecnológicos que possibilitem uma abordagem não ortodoxa.

Outro consenso que emerge dos trabalhos é o que relaciona o estudo do Cálculo Diferencial e Integral com o contexto histórico. Diversos trabalhos realçam a importância de se fazer uma abordagem dos conceitos que envolvem o Cálculo considerando-se o contexto histórico de seu desenvolvimento.

Alguns trabalhos consideram o ponto de vista do desenvolvimento cronológico dos conceitos – como os objetos são ora estudados – que envolvem o Cálculo. Podemos citar, como exemplo, o conceito de função, o conceito de limite e de diferencial, nos quais é investigado como esses conceitos se desenvolveram para chegar aos nossos dias com a roupagem que têm.

Outros consideram a cronologia mostrando, por exemplo, que a sequência de apresentação escolhida tradicionalmente é muitas vezes diferente da sequência histórica que os objetos matemáticos apareceram e foram estruturados.

Outros, ainda, consideraram os homens (e mulheres) que desenvolveram esses conceitos, quais eram suas dificuldades profissionais e pessoais e como eles enfrentavam essas dificuldades.

Um dos trabalhos considera o processo de desenvolvimento da própria disciplina nas universidades e nas propostas curriculares no Brasil e no mundo. Nele se verificam quais foram as influências sociais e políticas que fizeram com que a grade atual se configurasse como está hoje e como se deu a criação da disciplina.

Há também um trabalho que considera métodos e algoritmos usados pelos matemáticos, os quais os desenvolveram e/ou foram os primeiros a utilizá-los, no percurso do desenvolvimento conceitual e considera que tais abordagens poderiam constituir um facilitador no estudo dessa disciplina.

Outro consenso que podemos extrair dessa análise é o uso das TIC, seja para sua utilização em cursos presenciais ou à distância.

Diversos trabalhos tratam da questão do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), pode-se observar, também nessa análise consensual, que existem alguns vieses: a) proposta do uso das TIC como coadjuvante; b) proposta do uso das TIC como mediadora; c) proposta do uso das TIC como protagonista.

- a) TIC como coadjuvante: neste caso as TIC são utilizadas como ferramentas adicionais às possibilidades do professor e se apresentam como instrumentos facilitadores e visualizadores que ajudam o professor a constituir um ambiente amigável para a Aprendizagem.
- b) TIC como mediadora: neste caso as TIC têm também um papel de facilitação, entretanto, sua utilização está em certa medida obrigada, pois as sequências didáticas são desenvolvidas de forma que as TIC não são meras coadjuvantes, mas são peças essenciais.
- c) TIC como protagonista: neste caso as TIC são o centro da atenção e são consideradas como o ponto focal, em alguns casos ganhando tanto destaque quanto o próprio objeto matemático estudado. Nesses casos há uma grande demanda para o estudo de *softwares*, para a adaptação a plataformas virtuais e a mecanismos internos e comunicação.

CONCLUSÕES

A partir do entendimento de como a Educação Matemática pode ser enxergada com o ponto de vista expresso na introdução deste trabalho, da conceptualização dada aos termos Ensino e Aprendizagem e de algumas questões elaboradas para esse fim foi feita a análise dos trabalhos do Panorama.

A análise dos trabalhos revelou que há diversas teorias utilizadas para sustentá-los e uma profusão de resultados que, por terem em certa medida uma característica difusa e pulverizada, podem dificultar a desejada relação entre a teoria e a prática.

Não obstante, há resultados consensuais colocados principalmente nas abordagens do contexto histórico em que os conceitos do Cálculo Diferencial e Integral se desenvolveram, no uso das TIC e na constatação da dificuldade generalizada apresentada pelos alunos dos diversos cursos de Exatas investigados.

A seguir indicamos as sínteses que pudemos evidenciar:

Há uma relação explícita entre o referencial teórico e a problemática expressa nos trabalhos e, a menos de casos de exceção, fica evidente o papel da teoria como base de sustentação dos trabalhos. Ou seja, o referencial teórico para a sustentação do trabalho tem relação íntima com os objetivos buscados.

Embora os objetivos e as problemáticas estejam bem definidos em todos os trabalhos, a relação entre eles não é clara em alguns trabalhos. Essa verificação aponta para uma dificuldade na interpretação do trabalho, pois coloca seu entendimento mais para o campo subjetivo, retirando dele uma objetividade necessária para uma maior compreensão. Isso aponta para a necessidade de avanço na pesquisa no que se refere às articulações.

A base filosófica está presente em poucos trabalhos. Esse é outro aspecto que pode dificultar o entendimento. Muitas vezes detalhes que surgem nas entrelinhas, ali postos conscientes ou inconscientemente, perdem a significação se não se conhece a base filosófica subjacente ao trabalho, ao contrário, quando se conhece essa base o entendimento desses detalhes emerge com maior clareza permitindo uma compreensão mais completa do todo. Esse fato é apontado por Kilpatrick (2010), conforme já citado, e também por outros autores, nos estudos sobre o papel da teoria na pesquisa em Educação Matemática, neles há a sugestão para uma formação filosófica mais aprimorada aos futuros doutores na área.

A investigação a respeito dos consensos permite concluir que o consenso encontrado nos trabalhos pode ser classificado como de grande abrangência, ou seja, considera um tema abrangente que pode ter diversos subtemas, que por sua vez têm outros subtemas. Por exemplo, ao tratar da utilização das TIC há muitas possibilidades e à medida que se desce aos subtemas essa digressão faz o consenso desaparecer.

No nosso ponto de vista, essa digressão verificada, é um importante componente dificultador no processo de passagem da teoria à prática em sala de aula. Sendo dessa forma outro componente importante além daquele citado por Lester Jr. (2010), que considera que os referenciais teóricos forçam as pesquisas a explicar que os seus resultados são dados por decreto em vez de provas, o que de fato pode produzir propostas que resultam inócuas quando aplicadas.

Acreditamos, por fim, que esse trabalho ilumina um possível caminho a ser seguido e é essa a contribuição acadêmica que oferece.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUND, Saddo Ag. *Fundamentos da Didática da Matemática*. Editora UFPR. Curitiba, 2007.
- ARTIGUE, Michéle. In TALL, David. *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BACHELARD, Gaston. *A Formação do Espírito Científico*. Editora Contraponto, 1996.
- BACHELARD, Gaston. *A Intuição do Instante*. Verus Editora Ltda., Campinas, SP, 2007.
- BASTOS, Bernardo Leopardi Gonçalves B. e BASTOS FILHO, Jenner Barretto. *Conflito entre Escolas de Pensamento da Matemática: exploração de potencialidades para a melhoria dos ensinamentos da Matemática e da Física*. Artigo, Universidade Federal de Alagoas, AL, http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n1/v8_n1_a3.htm acessado em 02/05/2014.
- BERTRAND, Yves. *Teorias Contemporâneas da Educação*. Instituto Piaget. São Paulo, SP, 2001.
- BORGES, Lucia & TINEM, Nelci. *Ginzburg eo Paradigma Indiciário*. Artigo, acessado em 05/06/2014.
<http://www.lppm.com.br/sites/default/files/livros/Ginzburg%20e%20o%20paradigma%20indici%C3%A1rio.pdf>
- BOYER, Carl B. *The History of The Calculus and its Conceptual Development*. Dover Publications, Inc. New York, NY, 1959.
- BOYER, Carl B. *Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula: Cálculo*. Atual Editora, São Paulo, 1993.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais: *Matemática/Secretaria de Educação Fundamental*. Ensino de quinta a oitava séries Brasília: MEC / SEF, 1998.
- CARNEIRO, Juliana A. Soares; MALETTA, Ana Paula Braz; XAVIER, Gláucia do Carmo. *O Currículo e a Sala de Aula: Compreendendo suas Dimensões, Possibilidades e Desafios na Perspectiva da Inclusão*. Travessias Ed. 03 ISSN 1982-5935 –vol. 2, nº 2 – 2008.

CASTAÑON, Gustavo Arja. *O Cognitivismo e o Desafio da Psicologia Científica*. Tese de Doutorado em Psicologia, UFRJ, 2006.

CASTAÑON, Gustavo Arja. *Construtivismo Social: a ciência sem sujeito e sem mundo*. Dissertação de Mestrado em Filosofia. UFRJ, 2009.

CASTRO, Amélia Domingues de - *A Trajetória Histórica da Didática*.
http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_11_p015-025_c.pdf - acessado em abril 2012.

CHIAVEGATTO, Valéria Coelho. *Introdução à Linguística Cognitiva*. Matraca, v.16, nº 24 jan/jun, Rio de Janeiro, 2009.

CORDEIRO, Fernando José de Andrade. *Componentes Multimídia para o Estudo da História na Área da Evolução Humana*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2005.

CRESWELL, John W. *Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. ARTMED Editora S.A. Porto Alegre, RS, 2010.

CURY, Helena Noronha. *Retrospectiva Histórica e Perspectivas Atuais da Análise de Erros em Educação Matemática*. Zetetiké, ano 3, nº 4, p. 39-50, 1995.

DALL'ANESE, Cláudio. *Argumentos e Metáforas Conceituais para a Taxa de Variação*. Tese de Doutorado em Educação Matemática, PUC-SP, São Paulo, 2006.

DREYFUS, Tommy. In TALL, David. *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers, 2002.

DUTRA, Luiz Henrique de A. *Introdução à Epistemologia*. Editora UNESP, 2010.

DUVAL, Reymond. *Simiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2009.

DUVAL, Reymond. *Registros de Representação Semiótica e Funcionamento Cognitivo da Compreensão Matemática* in: *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*, organizado por Sílvia Dias de Alcântara Machado. Papirus Editora, Campinas, São Paulo, 2011.

ENGLISH, Lyn & SRIRAMAN Bharath. *Theories of Mathematics Education*. Springer, New York, 2010.

FÁVERO, Maria Helena. *Desenvolvimento Cognitivo Adulto e a Iniciação Escolar: a resolução de problemas e a notação das operações*. Temas em Psicologia, vol. 7, nº 1, 79-88, 1999.

FERREIRA, Ricardo Franklin. *CONSTRUTIVISMO: Um momento de síntese ou uma nova tese?* Artigo, 1998, acessado em 05/2014.

http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F24137146%2F998121833%2Fname%2FCONSTRUTI...pdf&ei=j_FzU8DyCdLMsQSfgoGIAg&usg=AFQjCNFG0gLtSSSz7VOqQYH5kc4aPIvj7A&sig2=BI29gWCLAC7V2V2C2Krtjg&bvm=bv.66917471,d.cWc

FIORENTINI, Dario. *Rumos da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação.* Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1994.

FIORENTINI, Dario & LORENZATO, Sergio. *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos.* Editora Autores Associados, Campinas, 2006.

FRANCHI, Ana et al. *Educação Matemática: uma (nova) introdução.* EDUC, São Paulo, 2010.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia – Saberes necessários à prática educativa.* Editora Paz e Terra S.A., São Paulo, 1996.

FREITAS, José Luiz Magalhães de. *Teoria das Situações Didáticas in Educação Matemática: uma (nova) introdução.* Editora da PUC-SP, São Paulo, 2010.

GERHARD, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de Pesquisa.* Editora da UFRGS. Rio Grande do Sul, 2009.

IGLIORI, Sonia B. C. *A Noção de “Obstáculo Epistemológico” e a Educação Matemática in Educação Matemática: uma (nova) introdução.* Editora da PUC-SP, São Paulo, 2010.

KILPATRICK, Jeremy. in *Theories of Mathematics Education.* Springer, New York, 2010.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de Metodologia Científica.* Editora Atlas, São Paulo, 2003.

LAKATOS, Imre. *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery.* John Worrall & Elie Zahar Cambridge University Press, 1976.

LAMPREIA, Carolina. *As Propostas Anti-mentalistas no Desenvolvimento Cognitivo: uma discussão de seus limites.* Tese de Doutorado em Psicologia, PUC-RJ, 1992.

LAVILLE, Christian e DIONE, Jean. *A Construção do Saber: manual de metodologia em ciências humanas*. Editora UFMG, 1999.

LESTER Jr., Frank K. in *Theories of Mathematics Education*. Springer, New York, 2010.

MACHADO, Sílvia D. A. in *Educação Matemática: uma (nova) introdução*. Editora da PUC-SP, São Paulo, 2010.

MARCILESE, Mercedes. *Aquisição da Linguagem e Habilidades Cognitivas Superiores: o papel da língua no desenvolvimento da cognição numérica*. Alfa Revista de Linguística, vol. 56, nº 2, São Paulo, 2012.

MARCILESE, Mercedes. *Sobre o papel da Língua no Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas Superiores: representação, recursividade e cognição numérica*. Tese de Doutorado em Letras, PUC-RJ, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, RS, 2009.

MOREIRA, Marco Antonio e MASINI, Elcie F. Salzano. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. Centauro Editora. São Paulo, SP, 2001.

MOREIRA, Plínio Cavalcanti. *O Conhecimento Matemático Do Professor: Formação Na Licenciatura e Prática Docente Na Escola Básica*. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

MOREIRA, Ronaldo de Freitas. *Alguns Aspectos Sobre as Metáforas de Lakoff e Johnson* - http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista07/ALGUNS_ASPECTOS SOBRE AS METAFORAS DE LAKOFF E JOHNSON.pdf acessado em 25/11/2013.

OLIVEIRA, Aguinaldo Herculino de. *A Noção de Integral no Contexto das Concepções Operacional e Estrutural*. Dissertação de Mestrado – PUC – SP – 2004.

PINTO, Amâncio da Costa. *Memória, Cognição e Educação: implicações mútuas* – In B. Detry e F. Simas - *Educação, Cognição e Desenvolvimento: textos de psicologia educacional para a formação de professores*, 17–54, Edinova, Lisboa, Portugal, 2001.

POLYA, George. *A Arte de Resolver Problemas: um novo aspecto do método matemático*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1995.

PONTE, J. P et al. *Capítulo 2 do livro Didáctica da Matemática*. Lisboa: DES do ME, 1997.

POPPER, Karl Raimund. *Conhecimento Objetivo*. Editora Itatiaia, Belo Horizonte, MG, 1999.

POPPER, Karl Raimund. *Conjecturas e Refutações*. Editora Universidade de Brasília, DF, 1980.

SANTOS, Janice Valia de Los. *Formação Básica em Engenharia: a articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral*. Tese de Doutorado, PUC-SP, São Paulo, 2009.

SANTOS, Vivaldo Paulo dos. *O Quefazer na Sala de Aula: didática, metodologia ou nada disso?* Rev. Dialogia v.2, p. 137-147 - Out/2003.

SCHOENFELD, Alan H. *Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, And Sense-Making in Mathematics*. - In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan, 1992.

SFARD, Anna. *On the Dual Nature of Mathematical Conceptions: reflections on processes and objects as different sides of same coin*. *Educational Studies in Mathematics*. Kluwer Academic Publishers, 22, 1 – 36, Netherlands, 1991.

SILVA, C. C. et al. *Estudos de História e Filosofia das Ciências – Subsídios para aplicação no Ensino*. Editora Livraria da Física, São Paulo, SP, 2006.

SILVA, Jairo José da. *Filosofias da Matemática*. Editora UNESP, 2007

TALL, David. *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers, 2002.

VAN HIELE, Pierre Marie, *El Problema de la Comprensión*. Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor em Matemáticas y Ciencias Naturales em la Universidad Real de Utrecht (Diretor: Prof. Dr. H. Freudenthal), Utrecht, Países Bajos, 1957.

Anexo 1. Lista dos trabalhos relacionados no Panorama.

ABREU, Osvaldo Honório. *Discutindo Algumas Relações Possíveis Entre Intuição e Rigor e Entre Imagem Conceitual e Definição Conceitual no Ensino de Limite e Continuidade em Cálculo I*. Mestrado Profissional. Universidade Federal de Ouro Preto, 2011.

ALMEIDA, Marcio Vieira de. *Um Panorama de Artigos Sobre a Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na Perspectiva de David Tall*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2013.

BARICHELLO, Leonardo. *Análise de Resoluções de Problemas de Cálculo Diferencial em um Ambiente de Interação Escrita*. Mestrado Acadêmico. UNESP – Rio Claro, 2008.

BARROSO, Natalia Maria Cordeiro. *Um Modelo de Ensino dos Conceitos de Cálculo para os Cursos de Engenharia Fundamentado em uma Epistemologia Histórica e Baseado na Metodologia da Engenharia Didática: validação por meio do conceito de Integral*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará, 2009.

BARTO, Maria Cecília Arena Lopes. *Um Olhar Sobre as Ideias Matemáticas Em Um Curso de Cálculo: a produção de significados para a continuidade*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

CAVASOTTO, Marcelo. *Dificuldades na Aprendizagem de Cálculo: O que os erros cometidos pelos alunos podem informar*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010.

CIRILO, Kassiana Schmidt Surjus. *Livros Didáticos e Modelagem Matemática: uma caracterização da transposição didática do conteúdo de integral nestes ambientes*. Mestrado Acadêmico. Universidade Estadual de Londrina, 2008.

COSTA, Patrícia Oliveira. *Educação On-Line na Universidade: o processo de ensinar e aprender Cálculo na era das tecnologias digitais*. Mestrado Acadêmico. Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

DOMENICO, Luiz Carlos Almeida de. *Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2006.

ESCHER, Marco Antonio. *Dimensões Teórico-Metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas históricas e de Ensino e Aprendizagem*. Tese de

Doutorado. UNESP – Rio Claro, 2011. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

FORSTER, Sandra Regina Leme. *Ensino a Distância: uma análise do designe de um curso de Cálculo com o olhar de limites e continuidade de uma variável real*. Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

LAUDARES, João Bosco e VAZ, Ieda do Carmo. *O Ensino dos Conceitos Limite, Derivada e Integral, por Professores de Matemática e de Disciplinas Específicas em Cursos de Engenharia*. X ENEM – Salvador – BA, 2010.

LEHMANN, Monique Sequeira. *Proposta de Uma Sequência Didática para Conceitualização de Derivada como Taxa de Variação Instantânea*. Mestrado Profissional. Universidade Severino Sombra, 2011.

LEME, Jayme do Carmo Macedo. *Aspectos Processuais e Estruturais da Noção de Derivada*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

MATEUS, Pedro. *Cálculo Diferencial e Integral nos Livros Didáticos: uma análise do ponto de vista da organização praxeológica*. Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.

MATOS, Márcia Graci de Oliveira e SANTOS, Sílvia Pereira dos. *O Ensino do Cálculo I no Curso de Licenciatura em Matemática: Obstáculos na Aprendizagem*. Artigo. Revista Eventos Pedagógicos, v. 3, n.3, pp. 458-473, 2012.

MEYER, Cristina. *Derivada/Reta Tangente: Imagem Conceitual e Definição Conceitual*. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

MORELATTI, Maria Raquel M. *A Abordagem Construcionista no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo Diferencial e Integral*. Artigo. <http://ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003729173959paper-258.pdf> acessado em 2013.

NETO, Hermínio Borges e SANTOS, Raimundo Moraes. *Avaliação de Desempenho no Processo de Ensino-Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I (O Caso da UFC)*. Artigo. <http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/artigos/artigo-avaliacao-do-desempenho-no-processo-de-ensino-aprendizagem.pdf> acessado em 2013.

NETO, Hermínio Borges e SILVA, Jayro Fonseca da. *Questões Básicas do Ensino do Cálculo*. Artigo. <http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/pre-print/JairoHBN.pdf> acessado em 2013.

NETO, João Pereira da Silva. *Um Estudo Sobre o Ensino de Limite: um tratamento computacional com aplicações*. Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, Aguinaldo Herculino de. *A Noção de Integral no Contexto das Concepções Operacional e Estrutural*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

OLIVEIRA, Gislene Garcia Nora de. *O Uso do Hipertexto na Aprendizagem de Cálculo em um Ambiente Virtual*. Mestrado Acadêmico. UNESP – Rio Claro, 2010.

PARANHOS, Marcos de Miranda. *Geometria Dinâmica e o Cálculo Diferencial e Integral*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

PICONE, Desiree Fransson Balielo. *Os Registros de Representação Semiótica Mobilizados por Professores no Ensino do Teorema Fundamental do Cálculo*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

REZENDE, Wanderley Moura. *O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2003.

RIBEIRO, Marcos Vinícius. *O Ensino do Conceito de Integral, em Sala de Aula, com Recursos da História da Matemática e da Resolução de Problemas*. Mestrado Acadêmico. UNESP – Rio Claro, 2010.

RICHIT, Andriceli. *Aspectos Conceituais e Instrumentais do Conhecimento da Prática do Professor de Cálculo Diferencial e Integral no Contexto das tecnologias Digitais*. Mestrado Acadêmico. UNESP – Rio Claro, 2010.

ROSA, Odileia da Silva. *Aspectos Motivacionais do Cálculo Diferencial e Integral*. Mestrado Profissional. Universidade Severino Sombra, 2011.

SAD, Ligia Arantes. *Uma Abordagem Epistemológica do Cálculo*. Artigo. http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_23/abordagem.pdf acessado em 2012.

SANTOS, Janice Valia de Los. *Formação Básica em Engenharia: a articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

SANTOS, Walkíria Corrêa dos. *As Ideias Envolvidas na Gênese do Teorema Fundamental do Cálculo, de Arquimedes a Newton e Leibniz*. Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

SILVA, Benedito Antonio da. *Diferentes Dimensões do Ensino e Aprendizagem do Cálculo*. Artigo. Educ. Matem. Pesq. São Paulo, v. 13, n.3, pp. 393-413, 2011.

SILVA, José Roberto Damasceno da. *Um Estudo de Registros de Representação Semiótica na Aprendizagem dos Conceitos de Máximos e Mínimos de Funções*. Mestrado Acadêmico. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2005.

SOUZA, Fernando Eduardo de. *A Integral na Visão de Professores de Cálculo Diferencial e Integral Frente à Produção dos Alunos*. Mestrado Acadêmico. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

Anexo 2. Teorias Apresentadas nos Trabalhos do Panorama.

Conceito Imagem e Conceito Definição

A ideia que há subjacente ao Conceito Imagem e Conceito Definição é a noção de que o cérebro humano não é uma entidade puramente lógica. Muitas de suas funções estão em contradição com lógica da Matemática.

Para compreender como esses processos ocorrem no cérebro humano é necessário formular uma distinção entre os conceitos matemáticos formalmente definidos e os processos cognitivos pelos quais eles são concebidos.

David Tall e Vinner desenvolvem essa distinção da seguinte forma, os atributos mentais envolvidos, consciente ou inconscientemente, com um conceito são associados a uma imagem mental, que não é necessariamente coerente dada às inúmeras possibilidades existentes para essa associação, essa imagem mental é a base do Conceito Imagem que o sujeito desenvolve.

A qualquer instante o sujeito poderá ser levado a fazer a evocação de uma imagem mental ao se deparar com um problema a ser resolvido, ao evocar uma imagem mental poderá ocorrer conflitos, esses conflitos poderão levar o sujeito ao erro. Assim pode-se perceber que o Conceito Imagem é uma construção cognitiva elaborada pelo sujeito que está a construir o seu conhecimento.

Almeida (2013, p. 48) faz a descrição de cada elemento do conceito, segundo Tall e Vinner (1981):

O conceito imagem é descrito como:

[...] a estrutura cognitiva total que é associada ao conceito, a qual inclui todas as imagens mentais, propriedades e processos associados. Ele é construído ao longo dos anos por meio das experiências de todos os tipos, mudando quando o sujeito encontra novos estímulos e amadurece (TALL; VINNER, 1981, p. 152, tradução nossa).

E o conceito definição como:

[..] a forma que as palavras foram utilizadas para especificar aquele conceito. Ele pode ser aprendido por um sujeito de uma forma rotineira ou aprendido mais significativamente relacionado, em maior ou menor grau, com o conceito. Também pode ser uma reconstrução pessoal de uma definição (TAL; VINNER, 1981, p. 152, tradução nossa)

Quando um conceito novo evoca uma imagem mental de tal forma que um Conceito Imagem emerge em conflito com o Conceito Definição que está sendo

estudado esse conflito é chamado de conflito cognitivo e pode levar o sujeito aprendiz a não ter segurança com as suas interpretações e ter a sua Aprendizagem dificultada. Conforme aponta Tall e Vinner (1981)

Chamaremos a parte do conceito imagem que é ativada em um momento específico de *conceito imagem evocado*. Em diferentes momentos, imagens aparentemente conflitantes podem ser evocadas. Apenas quando aspectos contraditórios são evocados *simultaneamente* poderá haver necessariamente qualquer sentido de conflito ou confusão. As crianças fazendo matemática muitas vezes, ao utilizar processos diferentes em função do contexto, cometem erros distintos dependendo do problema específico em questão⁶. (p. 2)

Concepções Estruturais e Processuais.

Sfard (1991) baseia sua Teoria em dois conceitos: Concepção Processual e Concepção Estrutural. Concepção Processual é aquela na qual a noção matemática é vista como associada a um processo. Concepção Estrutural é aquela na qual a noção matemática é vista como um objeto matemático.

Sfard (1991) destaca três estágios cognitivos na aprendizagem de um conceito matemático, a saber:

Interiorização: ação dos processos sobre os objetos familiares.

Condensação: Compactação dos processos extensos em unidades manipuláveis.

Reificação: Tratar o conceito como um objeto, devendo-se enxergar os processos sob nova perspectiva. Essa nova visão funde os processos nas suas diversas representações.

Sfard (1991) identifica algumas das possíveis causas das dificuldades enfrentadas pelos alunos no estudo dos conceitos da Matemática.

Inicialmente se pode destacar que essa autora apresenta suas ideias em íntima relação com fundamentos filosóficos e epistemológicos que envolvem a natureza do saber matemático e a construção desses conhecimentos pelo sujeito, e nos diz que “Para entender profundamente os processos psicológicos dos quais emergem os

⁶ Texto original com tradução minha: We shall call the portion of the concept image which is activated at a particular time the *evoked concept image*. At different times, seemingly conflicting images may be evoked. Only when conflicting aspects are evoked *simultaneously* need there be any actual sense of conflict or confusion. Children doing mathematics often use different processes according to the context, making different errors depending on the specific problem under consideration.

conceitos matemáticos, parece ser necessário compreender a natureza filosófica de tais conceitos⁷. (p. 2)

As ideias de Sfard (1991) contemplam a existência de duas concepções referentes à construção do conhecimento matemático, a concepção processual e a concepção estrutural. Na primeira o objeto matemático é visto como um ente que possui dinamismo, um processo em movimento, na segunda o objeto é visto do ponto de vista de sua estrutura, portanto manifestando seu viés estático e formal.

Essa autora advoga que, prevalentemente, o sujeito aprendiz precisa passar pelo estágio processual para conseguir construir o conhecimento estrutural de um objeto, entretanto ela enfatiza que isso pode não ser uma condição geral a todos os sujeitos “Assim, deve ser considerada a possibilidade de que, apesar de tudo, a concepção estrutural, às vezes, pode ser a primeira” (p. 22)

As ideias de Sfard (1991) são um apoio importante a respeito das causas das dificuldades enfrentadas pelos alunos de Cálculo, ela faz menção a essa distinção como segue: “Distinções entre dois tipos de conhecimento matemático, pensamento e compreensão, salta aos olhos de textos recentes, algumas delas deve ter certa influência na dualidade operacional-estrutural sugerida neste artigo. [...] Incidentalmente, essa distinção está profundamente enraizada na teoria da abstração reflexiva de Piaget [...]” (p. 7-8)

A autora não considera que essa diferença ou distinção seja uma dicotomia, considera antes que seja uma dualidade, pois a interface entre as concepções propostas é, muitas vezes, difícil de ser observada, ganhando então um caráter mais dual do que dicotômico.

Para essa autora a dificuldade enfrentada está repousada no salto qualitativo de passar da concepção operacional para a concepção estrutural, mas reforça que a interdependência entre as duas concepções é grande, de tal forma que uma não pode existir sem a outra. Assim, ela entende que deve existir um progresso gradual no processo de Aprendizagem de maneira a acrescentar as partes conceitual-estruturais à medida que o sistema processual se desenvolve, e em suas próprias palavras:

A tese do “círculo vicioso” implica que uma habilidade não pode ser completamente desenvolvida sem a outra: por um lado, uma pessoa deve ser bem habilidosa em realização com algoritmos para alcançar uma boa ideia dos “objetos” envolvidos nesse

⁷ A tradução aqui utilizada para este artigo de Anna Sfard foi feita por Luciana Fajardo Vidigal e Sílvia Dias Alcântara Machado. Nessa dissertação, todas as citações de Sfard (1991) têm as traduções da mesma autoria.

algoritmo; por outro lado, para conquistar completa supremacia técnica [traquejo com os algoritmos]⁸ já se deve ter esses objetos [a construção de seus conceitos]⁹, [...] (p. 32)

Em Matemática muitas vezes, considerando as ideias de Sfard, basta a concepção operacional, ou seja, basta saber como lidar com os algoritmos para conviver bem com a Matemática.

Teoricamente seria possível fazer quase toda Matemática puramente operacional: poderíamos proceder de processos elementares para processos de nível mais alto e assim para processos ainda mais complexos sem estar sempre se referindo a qualquer tipo de objeto. [...] Aliás, um olhar cauteloso na história revelaria que por muito tempo, grande parte da Matemática foi feita justamente desta maneira. (SFARD, 1991, p. 23)

Teoria da Aprendizagem Significativa.

A Teoria Cognitivista de David Paul Ausubel é cognitivista ao tentar explicar o processo de cognição e é construtivista ao assumir que o processo de apreensão do conhecimento é evolutivo, um processo no qual o conhecimento atual é construído “em cima” de conhecimentos prévios, concebidos em etapas anteriores já acabadas.

São três os tipos gerais de aprendizagem significativa: 1) Cognitiva: que resulta de armazenamento organizado de informações na mente (estrutura cognitiva); 2) Afetiva: que resulta de sinais internos ao indivíduo, identificadas com experiências de prazer e de ansiedade, entre outros (algumas experiências efetivas “sempre” acompanham as experiências cognitivas); 3) Psicomotora: que envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática (habilidades psicomotoras são importantes em algumas situações de aprendizagem cognitiva).

Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem Cognitiva.

Fundamentos da Teoria:

O conceito central que permeia a teoria de Ausubel é o de Aprendizagem Significativa. Diz-se que há aprendizagem significativa de certo conceito, quando este se relaciona de maneira substantiva e não arbitrária com outros conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, aos quais Ausubel chama de Subsunçores. Por

⁸ Entre colchetes texto meu.

⁹ Idem

subsunçor, Ausubel entende um ou mais conceitos já existentes na estrutura cognitiva de forma mais completa (conceitos preexistentes maduros).

A Aprendizagem pode, entretanto, ser mecânica e não significativa, nesse caso um conceito novo não manterá uma relação de ligação de identidade com outro conceito existente, assim poderá ser perdido caso não existam outros conceitos que se liguem a ele, posteriormente.

Há três tipos de Aprendizagem Significativa, o representacional, o de conceitos e o de proposições. O primeiro deles, o mais básico, envolve a identificação de símbolos com seus referentes. A aprendizagem de conceitos é uma aprendizagem também de símbolos, porém estes podem ser genéricos ou categóricos, e dizem respeito a qualidades e/ou propriedades essenciais dos objetos ou eventos, há, portanto, um grau de complexidade maior em relação ao mais básico. A Aprendizagem de proposições envolve aprender as inter-relações entre conceitos, neste a complexidade aumenta ainda mais.

Para explicar como um conceito se liga a um subsunçor, Ausubel concebeu a Teoria da Assimilação. Nela o autor apresenta como pensa que a ligação entre conceito novo e subsunçor acontece. O importante dessa teoria é que existe uma implicação de mão dupla, na qual conceito novo e conceito preexistente se alteram mutuamente. Conforme figura apresentada por Rosa (2011, p. 6)

Conceitos Adicionais:

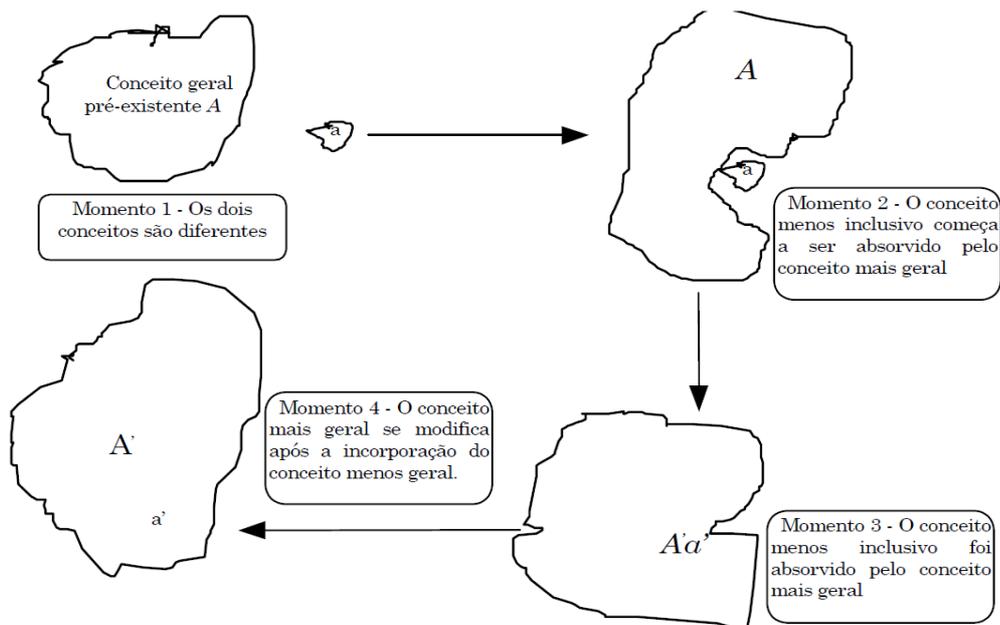


Figura 2. Ligação ao subsunçor.

Outros conceitos importantes, dentro da teoria ausubeliana, são: a Aprendizagem subordinada, a Aprendizagem superordenada e a Aprendizagem combinatória. Esses conceitos dizem respeito à organização dos conceitos em relação aos subsunçores quando há somente um novo conceito, ou quando há mais de um novo conceito simultâneo.

Relacionados com o processo de aprender há ainda dois conceitos, a saber: Reconciliação Integrativa e Diferenciação Progressiva. A Reconciliação Integrativa ocorre quando, através de um processo de interação entre ideias preexistentes na estrutura cognitiva do sujeito, se reorganizam e tomam novos significados, relacionando-se assim com a Aprendizagem combinatória. Já a Diferenciação Progressiva está ligada ao processo de ligação a um único subsunçor, portanto diferenciando-se conforme explicado na Teoria da Assimilação.

Ausubel faz uso reiteradamente de mapas conceituais, e por meio deles desenvolve boa parte da sua teoria. Dessa forma o mapa conceitual é tanto parte do processo empreendido pelo ensinante (processo de ensino) como parte organizacional da própria teoria.

Organizadores Prévios:

Quando, no processo didático, o ensinante ao buscar entender os conceitos preexistentes de seus alunos, verifica que há ausência de subsunçores essenciais para o novo conceito a ser construído, pode lançar mão, segundo Ausubel, de organizadores prévios, que são, conforme Moreira (2001), definidos da seguinte forma:

Os “organizadores” iniciais fornecem um ancoradouro, num nível global, antes de o aprendiz ser confrontado com o novo material iniciando uma sequência. [...] podem, também, ser utilizados de acordo com o princípio da reconciliação integrativa na estrutura cognitiva, [...] devem mobilizar todos os conceitos válidos da estrutura cognitiva, potencialmente, relevantes para desempenharem o papel de subsunçor com relação ao novo material. (p. 31)

Construtivismo de Piaget

O Construtivismo é uma das concepções da Psicologia Cognitivista diferentemente do Construcionismo Sócio Histórico de Vygotsky conforme declara Castañon (2009)

Vygotsky concentra sua pesquisa na busca de explicar o desenvolvimento humano como desenvolvimento social da criança. Este desenvolvimento social é a aquisição, por parte dela, dos sistemas e estratégias sociais de mediação-representação. Esta tese é oposta à de Piaget (1975), que vê o desenvolvimento das estruturas cognitivas como necessário para possibilitar a aprendizagem. (p. 46)

“O termo Construtivismo surgiu na Psicologia com a obra de Piaget, no contexto da Epistemologia Genética, para indicar o papel ativo do sujeito na construção de suas estruturas cognitivas”. (CASTAÑON, 2006, p. 219)

A concepção construtivista está em sintonia com o Racionalismo Crítico de Popper e com o Cognitivismo (Psicologia Cognitivista), e indica o processo de formação mental de algo, incluindo conceitos, interpretações, deduções e análises. É o mesmo Castañon (2006) quem afirma:

Karl Popper, que dá o nome à escola filosófica fundada por ele “Racionalismo Crítico” em homenagem ao criticismo kantiano, acredita (Popper, 1977) que sua filosofia é uma interpretação realista da filosofia kantiana. É esta última forma de interpretação do construtivismo, *realista*, que influenciou o Cognitivismo, predominantemente pelas mãos de Jean Piaget. O conceito de construção é fundamental na obra de Jean Piaget. Seu problema principal é a questão do conhecimento o que ele é, como se dá, como o obtemos. [...] Para Piaget, podemos explicar esse acordo entre matemática e realidade através da pressuposição de que a natureza é regular e se organiza de maneira racional, e que nossas mentes, ao se construírem de acordo com a realidade, se tornam capazes de representa-las. [...] É o sujeito que, ativo e a partir da ação, constrói suas representações de mundo interagindo com o objeto do conhecimento. (p. 220-221)

O Construtivismo, além da conotação científico-filosófica, expressa uma maneira de ser, implica uma atitude, uma escolha. “Ser construtivista significa constituir-se, enquanto indivíduo, de uma maneira diversa da propiciada pela concepção epistemológica objetivista” (FERREIRA, 1998, p. 11) Esse mesmo autor completa essa ideia com:

Ser construtivista é manter um diálogo com outras áreas do conhecimento, pois não é assumido um conhecimento privilegiado. É visar uma compreensão mais abrangente sobre a experiência do outro, evitando reduzir o fenômeno para torná-lo aparentemente mais simples e controlável. É articular-se na complexidade, apesar da angústia causada por ela. (p. 12)

Teoria de Aprendizagem, Mediação e Desenvolvimento de Vygotsky.

De acordo com Moreira (2009)

Para Lev Vygotsky (1896-1934), o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. Os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo) do indivíduo têm origem em processos sociais. O desenvolvimento desses processos no ser humano é mediado por instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente no meio social em que ele está situado. (p. 19)

Vygotsky faleceu prematuramente e não teve tempo para amadurecer suas ideias a respeito de sua Teoria do Desenvolvimento, isso se deu através de colegas contemporâneos, especialmente Alexei Leontiev e Alexander Luria. Entratanto, estruturou bases sólidas para o desenvolvimento posterior de suas ideias que tiveram repercussão mundial.

Sua ideia central é o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP. Esse conceito está ligado à capacidade da criança em construir um conhecimento no limiar da necessidade de ajuda de um adulto ou de um colega que já tenha o referido conhecimento construído, isto é, uma criança ao se deparar com um novo conceito poderá apreendê-lo após uma ajuda. Essa condição é que caracteriza a ZDP, pois se desde o início fosse capaz, segundo Vygotsky, não seria algo inteiramente novo, se com a ajuda nada conseguir é porque o novo conceito está muito além de sua capacidade, mas se estiver no ponto certo, então a criança construirá esse conhecimento.

Desta forma a ZDP é a distância entre o nível de desenvolvimento real – conhecimentos prévios, e o nível de desenvolvimento potencial – o que está por vir.

Subjacente a toda Teoria de Vygotsky está a intervenção social, nada acontece sem a relação do indivíduo com o grupo. Nesse contexto surge o conceito de mediação. A mediação se dá por meio de signos e instrumentos, mas sempre pela ação das relações sociais.

As sociedades constroem instrumentos e sistemas de signos; ambos são construídos ao longo da história dessas sociedades e modificam, influenciam, seu desenvolvimento social e cultural. É através da apropriação (internalização) dessas construções sócio históricas e culturais, via *interação social*, que o indivíduo se desenvolve cognitivamente. (MOREIRA 2009, p. 19)

Vygotsky coloca um sentido preferencial na sequência de aprendizagem que dessa forma tem o seguinte significado para ele:

o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o lidera. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento. A aprendizagem orientada para níveis de desenvolvimento já alcançados não é efetiva do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo do aprendiz. (Moreira, 2009 – p. 22)

Modelo Teórico dos Campos Semânticos (MTCS).

No bojo dessa teoria está a definição de conhecimento, que é uma crença-afirmação/justificação. Essa concepção relaciona o sujeito à linguística num processo dinâmico, por exemplo, dois sujeitos ao lerem o mesmo texto podem produzir significados diferentes, logo conhecimentos diferentes. Por esse ponto de vista o conhecimento está no sujeito, mas depende do contexto social, logo também vem de fora do sujeito.

Em concordância com a crença-afirmação/justificação:

dois sujeitos que estão produzindo significado para a mesma sentença - "a derivada de x^2 é $2x$ " - porém, um deles com justificação baseada na autoridade (é assim porque o professor disse) e o outro com justificação nos cálculos que fez usando a definição de derivada [...] (SAD, 2012, p. 6).

No contexto do MTCS, as estipulações locais constituem o núcleo de um Campo Semântico (CS), essas estipulações são criações em meio a atividades, por exemplo, diagramas, princípios, axiomas ou mesmo um enunciado.

Estipulações locais - no caso do Cálculo, a respeito de limite, poderia ser a seguinte: "quando se tem no núcleo a definição *Weirstrassiana* de limite de uma função de uma variável real, [...]" (SAD, 2012, p. 7).

Quando um aluno não consegue operar em um novo CS (novo modo de produção de significado) há um limite epistemológico. Quando um aluno mesmo tendo operado um novo CS, não consegue produzir um significado diante de uma nova proposição, então estamos diante de um obstáculo epistemológico.

Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

A noção de Registro de Representação Semiótica proposta por Raymond Duval, é o estudo dos registros de sinais de comunicação (matemática) das representações mentais. Ou seja, por quais sinais uma evocação mental, de um objeto ou um processo matemático é registrada. Isso se pode ver em:

As representações semióticas são representações ao mesmo tempo conscientes e externas. Com efeito, elas permitem uma “visão do objeto” através da percepção de estímulos (pontos, traços, caracteres, sons...), tendo valor de “significante” (DUVAL, 2009, p. 44)

Segundo Duval (2009) “Tais registros [de representação]¹⁰ constituem os graus de liberdade de que um sujeito pode dispor [...] para explorar informações ou simplesmente comunica-las a um interlocutor”. (p. 37)

Duval (2009) destaca a importância dos aspectos cognitivos e alerta que ignorá-los significa não considerar as razões das dificuldades enfrentadas pelos alunos, bem como as condições em que esses alunos se apropriam de um conteúdo matemático.

Essa abordagem cognitiva, feita por Duval, tem como ponto focal o funcionamento cognitivo decorrente da construção de conhecimento matemático, a partir da atividade do sujeito aprendiz.

A ênfase de Duval está na evocação cognitiva de imagens mentais e seus respectivos registros de representação, desta forma, interessam mais a esse autor o tratamento e a conversão, o primeiro quando uma imagem mental evocada (mobilizada) pode transitar dentro da análise de um mesmo objeto (matemático) e um mesmo sistema de representação, o segundo quando o trânsito existe entre as evocações (mobilizações) de imagens mentais de registros diferentes para um mesmo objeto.

Assim Duval declara a necessidade fundamental de se considerar o funcionamento cognitivo do sujeito aprendiz, para proporcionar uma condição tal, que esse sujeito possa construir o seu próprio conhecimento. Duval considera que a

¹⁰ Texto meu entre colchetes

abordagem cognitiva seja efetivada pela utilização dos registros de representação, e das alterações entre os registros de um mesmo conceito, como declara em “A noção de representação semiótica pressupõe, então, a consideração de sistemas semióticos diferentes e de uma operação cognitiva de conversão das representações de um sistema semiótico para outro”. (DUVAL, 2009, p. 32)

Obstáculos Epistemológicos.

A Teoria dos Obstáculos Epistemológicos creditada a Brousseau tem sua origem em Gaston Bachelard:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é *em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado*. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é o âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 2011, p. 17)

Igliori (2010) aponta o relacionamento entre Epistemologia e Educação Matemática tomando como base uma citação de Brousseau:

[...] o mecanismo da aquisição dos conhecimentos pode ocorrer da mesma forma na epistemologia ou história das ciências, quanto na aprendizagem e no ensino. Num caso ou no outro, a noção de obstáculo aparece como fundamental para analisar o problema do conhecimento científico. É necessário se referir a Bachelard (1938) que, em primeiro lugar apresentou essa ideia. (BROUSSEAU, 1998, p. 120)

A noção de obstáculo epistemológico é aquela que o considera como um elemento constitutivo do processo de construção do conhecimento. Essa noção tem sido aplicada à Educação Matemática, embora haja alguma controvérsia quanto à sua aplicação.

Entretanto o pesquisador diante de protocolos que apresentam erros consoantes a conceitos que supostamente deveriam ter sido aprendidos, poderá ter a análise de tais protocolos refinada com a utilização do conceito de obstáculo epistemológico.

Para dar um exemplo disso podemos citar novamente Igliori (2010):

As análises epistemológicas das dificuldades encontradas na institucionalização dos números negativos, no decorrer dos tempos, e das encontradas por nossos alunos, nos dias de hoje, no processo de aprendizagem, poderiam indicar que tais dificuldades são constitutivas do conhecimento, e assim são os números positivos um obstáculo epistemológico para o aparecimento dos números negativos. (p.134)

Podemos destacar ainda que alguns autores consideram o obstáculo epistemológico no contexto cultural no qual o sujeito aprendiz está colocado, descolando assim, esse fenômeno, da referência histórica.

Campos Conceituais de Vergnaud.

Gérard Vergnaud foi orientado por Piaget em sua Tese de Doutorado, é principalmente devido a esse fato que suas ideias tenham sofrido a influência das ideias piagetianas relacionadas à construção do conhecimento efetivada pelo sujeito que aprende e ao processo cognitivo que essas construções envolvem.

Lehmann (2011) declara que “Seguindo o legado de Vygotsky, Vergnaud atribui grande importância à interação social, à linguagem e à simbolização” (p. 22), não obstante a abordagem do Construcionismo Sócio-Histórico de Vygotsky sendo distinta da abordagem Construtivista de Piaget, conforme o ponto de vista da Psicologia Cognitivista.

Conforme a citação abaixo é possível fazer um paralelo entre as ideias de Vergnaud com as ideias de Popper no que se refere às conjecturas tal como coloca Moreira (2002):

Para Vergnaud, o conceito de *situação* está relacionado à tarefa, sendo que toda situação deve ser analisada como um conjunto de tarefas. Diante de uma determinada situação, cada sujeito age segundo suas representações próprias, sendo o *esquema* o elo entre as representações e a sua conduta. Vergnaud entende *esquema* como a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações, que ele distingue entre aquelas situações em que o sujeito já dispõe dos esquemas necessários para resolvê-las e aquelas em que o sujeito não dispõe de todos os esquemas, sendo necessário o teste de vários esquemas até encontrar, ou não, o mais apropriado para resolver a situação proposta. Daí a ideia piagetiana de que os esquemas estão no centro do processo de adaptação das estruturas cognitivas, isto é, na assimilação e na acomodação. (p. 23).

Ou seja, diante de uma situação o sujeito busca relacionar o novo com conhecimentos prévios (memórias ou esquemas existentes) concebendo conjecturas a respeito desse novo, caso encontre uma relação possível (teste) a válida, caso contrário a rejeita (assimilação e acomodação).

Ferramenta / Objeto.

Para Régine Douady o centro das atenções está na dialética ferramenta-objeto e no jogo de quadros.

Douady desenvolveu sua teoria observando a forma como um matemático ataca seus problemas e, a partir daí, estabeleceu características similares com trabalho desenvolvido em sala de aula. Esse estabelecimento resultou no conceito de ferramenta e no conceito de objeto → ferramenta-objeto.

O que é a ferramenta e o que é o objeto? Ferramenta é um conceito que assume o objeto matemático como recurso e que permite intervir na resolução de um problema, o Objeto é o conteúdo matemático, objeto da Aprendizagem, o objeto matemático em si mesmo.

Nas próprias palavras de Douady (1993, p.9) apud Almouloud (2007):

Assim, digamos que um conceito é uma ferramenta quando nos interessamos no uso que está sendo feito dele para resolver um problema. Uma ferramenta pode ser adaptada para diferentes problemas. Por objeto, entendemos o objeto cultural colocado num edifício mais amplo, que é o saber sábio num dado momento reconhecido socialmente. (p. 62)

Douady, em sua teoria, estabelece uma organização em várias etapas, e assim determina o viés do estatuto didático de Ensino, pois a introdução pormenorizada de um procedimento está no sentido de fora para dentro do sujeito aprendiz.

Quanto à abordagem feita por meio dos Quadros e Jogos de Quadros, é possível verificar uma distinção, quando comparada à abordagem feita por meio conceito de ferramenta-objeto.

Quadros e Jogos de Quadros são instrumentos que são colocados como uma alternativa para ajudar o ensinante a mudar pontos de vista a respeito de um problema, e possibilitar ao aprendiz uma nova abordagem para a sua resolução.

O conceito de quadros e jogos de quadros por um lado foca o sujeito quanto às evocações de imagens mentais que possibilita, por outro lado, está sob o domínio do professor, seja pela iniciativa de efetivar a mudança do ponto de vista, seja pela efetivação da mudança desse ponto de vista.

Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard.

Esta teoria aperfeiçoada da por Yves Chevallard tem como ponto focal a instrumentalização analítica, isto é, pretende estudar as condições possíveis e de funcionamento de sistemas didáticos. Há nessa formulação uma aproximação ao conceito de Brousseau com relação ao sistema didático aluno-professor-saber.

Chevallard (1998) apud Cirilo (2008) afirma que:

Um conteúdo do saber, tendo sido designado como saber a ensinar sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torna-lo apto a tomar lugar entre os “objetos de Ensino”. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática.¹¹ (p. 28).

Cirilo (2008) esclarece, à luz de diversos autores, que a transposição didática não pode ser entendida como um simples resumo ou uma simplificação exagerada, a ponto de que se percam os conceitos e concepções mais profundos do objeto estudado. Antes, porém, deve, essa transposição didática, manter às raízes conceituais estudadas, ajustadas e adaptadas adequadamente ao ambiente escolar.

Em suas próprias palavras “o conteúdo não pode passar a ser um simples resumo da teoria a ser ensinado ao aluno” (CIRILO, 2008, p. 30). Assim, “esses novos saberes devem atender a uma legitimidade educativa e uma legitimidade epistemológica” (IDIDEM).

A transposição didática segue uma sequência que parte do saber sábio, que é o repositório de conhecimento construído pela comunidade científica. Ao ser transposto passa a ser chamado de saber a ensinar, que está adaptado ao ambiente escolar, e é encontrado nos livros, bibliotecas, artigos, enciclopédias, físicos ou virtuais.

O saber que emerge nas salas de aulas é o saber ensinado, cujo mediador é o professor.

¹¹ Tradução da autora.

Nem sempre o saber a ensinar contido em um programa escolar ou em um livro didático é o saber que será apresentado aos estudantes, pois para preparar suas aulas o professor muitas vezes utiliza mais de um livro didático e muitas vezes outros recursos, como *sites* na *internet*, *software* de ensino, [e outros]¹².

No processo da transposição dos saberes vemos o surgimento de agentes que influenciam estas transformações direta ou indiretamente, fazendo com que o saber sábio se modifique até se tornar o saber ensinado. Esse universo é definido por Chevallard como noosfera. (CIRILO, 2008, p. 32).

Sobre as diferenças existentes entre o saber sábio e o saber a ser ensinado, diferenças essas, que são criadas à medida que se ajusta o saber sábio à didática escolhida para a transposição desejada, Cirilo (2008) faz o seguinte comentário: “O problema se instala quando a utilização destas criações didáticas se torna automatizada e sem relação com qualquer outra aplicação” (p. 36). Essa preocupação emerge quando a autora aborda, o que nessa teoria, é chamado de criações didáticas, atividades, objetos ou áreas de estudo criadas para situações específicas do Ensino.

Teoria das Situações Didáticas.

Em sua Teoria das Situações Didáticas Guy Brousseau, coloca o ponto focal nas situações vivenciadas em um procedimento didático. Essas situações têm por objetivo “modelar o processo de Ensino e Aprendizagem dos conceitos matemáticos” (ALMOULOU 2007 – p. 31).

O próprio nome é sugestivo e indica o foco no ensinante e no seu processo didático. Essa percepção é justificada em “O objeto central de estudo nessa teoria não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática na qual são identificadas as interações estabelecidas entre professor, aluno e saber.” (ALMOULOU 2007 – p.32).

O trabalho de Brousseau se refere às situações didáticas que um professor, seus alunos, e o saber, no contexto de um *milieu*, podem estabelecer.

A Teoria das Situações Didáticas é também eleita por Mateus (2006), e esse autor declara que sua importância reside no fato de ser a situação didática uma parte essencial da situação didática “na qual a intenção de ensinar não é revelada ao aprendiz” (MATEUS, 2006. P. 58), mas é planejada e construída pelo professor.

¹² Entre colchetes texto meu.

De acordo com Brousseau (1986) uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (com o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição. Uma situação didática implica um *milieu*, o ensinante, os aprendizes e o objeto matemático em estudo.

Mateus (2006) defende que a Teoria das Situações Didáticas melhora a visão do professor sobre como o aluno pode participar da construção de seu conhecimento, permitindo que as situações sejam reformuladas e adequadas ao aprimoramento do processo.

Engenharia Didática.

A Engenharia Didática é, como definida por Machado (2010), uma metodologia de pesquisa segundo a qual condições específicas são definidas para proporcionar ao pesquisador uma tomada de informações e dados adequados ao seu objetivo de análise.

É um processo empírico no qual se busca dados da realidade para se comparar com hipóteses.

A Engenharia Didática caracteriza-se por ter bem estabelecida suas fases de aplicação: i) análises preliminares, ii) análise *a priori* das situações didáticas, iii) experimentação, iv) análise *a posteriori* e v) validação.

Artigue (1988) apud Machado (2010) caracteriza a Engenharia Didática “como um esquema experimental sobre realizações didáticas em sala de aula, isto é, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de sequências de ensino” (p. 235).

É, sobretudo, um processo interno, pois não requer que haja comparação com os dados externos ao conjunto estudado, e a sua análise confronta dados iniciais (*a priori*) com dados finais (*a posteriori*).

Aprendizagem Situada de Lave e Wenger (Comunidade de Prática).

A respeito das ideias de Wenger pode-se destacar que Wenger é um grande formador de opinião nos estudos referentes ao chamado Comunidades de Práticas.

No contexto das Comunidades de Práticas a Aprendizagem se dá num processo social e, muitas vezes, as ideias de Vygotsky são tomadas como um referencial. Vygotsky é um Construcionista Sócio Histórico por sua vertente filosófica, esse fato sugere que Lave e Wender entendem que o processo de crescimento do conhecimento se dá de fora para dentro do sujeito aprendiz, ou seja, são as experiências na comunidade que ensejam o nascer e o crescimento desse conhecimento.

Essa ideia é compartilhada por Dias (2000) apud Oliveira (2010) que assim a coloca:

Uma das mudanças mais significativas nas teorias da Aprendizagem contemporâneas propõe que o conhecimento seja observado não como uma representação abstrata e descontextualizada situada na mente, mas como um processo construtivo que emerge de situações e contextos específicos (BROWN *et al.* e LAVE *et al apud* DIAS; 2000: 154). (p. 44).

Oliveira (2010) defende essa posição e a assume em seu trabalho conforme é possível ver em:

A perspectiva sociocultural influenciou vários teóricos resultando, assim, na construção de conceitos distintos para a aprendizagem, dentre os quais destacamos a *Aprendizagem Situada* (Lave e Wenger, 1991). Na visão desses autores, o conhecimento é produzido em formas particulares de experiências *situadas* e não meramente na “mente” do indivíduo, conforme defendido por autores que se pautam na perspectiva cognitiva da Aprendizagem. Neste quadro teórico, Lave e Wenger (1991) retomam o conceito de *internalização* como um tema central no entendimento da Aprendizagem relacionado com o seu caráter social. Referenciam-se nos trabalhos de Vygotsky, e no conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). (p. 45).

A autora defende que essa abordagem torna o processo de Ensino e Aprendizagem mais abrangente, dando uma dimensão distinta daquela na qual um corpo de conhecimento é apresentado sem a negociação coletiva da comunidade de prática, envolvida nesse processo.

Há também a discussão a respeito da existência de uma participação central e de uma participação periférica, no contexto dessa comunidade de prática. Sobre tais conceitos Oliveira (2010) comenta que:

A participação periférica, então, está prestes a ser localizada no mundo social. Desse modo, o componente periférico compreende a alteração

dos locais e as perspectivas que compõem partes da trajetória dos atores da Aprendizagem, o desenvolvimento de identidades e as formas de adesão.

Eles [Lave e Wenger]¹³ afirmam que não se pode reduzir a participação a um contexto central, pois se dá a ideia de um ponto final na participação em uma comunidade de prática, entendendo que a mesma pode ser reduzida a um uniforme ou unívoco “centro”, ou a uma noção linear de aquisição de habilidades. (p. 49-50).

As ideias de Lave e Wenger consideram que o foco das atenções não está no indivíduo e sim no contexto que é composto pelos indivíduos da comunidade, as relações entre o meio e os indivíduos e entre os próprios indivíduos, especialmente nas trocas de experiências que exercitam.

Oliveira (2010) coloca essas ideias em sua pesquisa conforme é visto em:

O foco não será no indivíduo, nem na instituição, por meio de suas avaliações formais, mas nas relações estabelecidas entre todos os que participam da disciplina e na incorporação dos instrumentos que foram disponibilizados no ambiente. (p. 53).

Conhecimento da Prática.

Concepção Conhecimento da Prática de Cochran-Smith e Lytle (1999).

Subjacente às ideias de Cochran-Smith e Lytle (1999a) está o conceito de comunidades de prática, na qual os participantes buscam construir conhecimento em conjunto, e está corroborado no trecho abaixo, apud Richt (2010):

Estas comunidades envolvem geralmente participação conjunta de professores e pesquisadores em posições diferentes uns em relação aos outros, e que trazem diferentes tipos de conhecimento e experiências para o trabalho coletivo. A chave, porém, é que todos os participantes nos grupos – sejam eles professores iniciantes, experientes, educadores de professores ou facilitadores – agem como colegas professores e pesquisadores, ao invés de peritos. Apesar da presença de consultores e palestrantes de fora, bem como autores de literatura, de diversas perspectivas diferentes, também serem usados como recurso, a concepção subjacente é bem diferente da ideia de estudar os “peritos”. Ao invés disso, novas relações colaborativas se estabelecem, substituindo a relação perito-novato. Estas apresentam os colegas trabalhando em conjunto, trazendo suas perspectivas para

¹³ Entre colchetes texto meu.

contribuir com investigações sobre as complexidades e a bagunça do Ensino e Aprendizagem. (COCHRAN-SMITH E LYTLE, 1999^a, P.278-279).

De acordo com Cochran-Smith e Lytle (1999a) apud Richt (2010) muitas concepções a respeito da Aprendizagem dos professores são diferenciadas em função do conhecimento, da prática profissional, das relações entre prática e teoria e dos contextos sociais.

Essas diferenças implicam em três concepções distintas sobre a Aprendizagem dos professores: i) Conhecimento para a prática, ii) Conhecimento na prática e iii) Conhecimento da prática.

Conhecimento para a prática é então aquele conhecimento gerado e chancelado pela academia como saber sábio.

Conhecimento na prática é o conhecimento essencial ao ensino, “é o conhecimento prático, ou os conhecimentos que os ‘professores competentes’ sabem, pelo fato de já estarem imbuídos em suas práticas ou na reflexão que fazem delas” (RICHT, 2010, p. 63).

Conhecimento da prática, na perspectiva da autora, é aquele que os professores necessitam dispor para poder ensinar. Nesse sentido o conhecimento é inerente ao sujeito que conhece.

Teoria da Corporeidade.

Esta teoria é devida a Lakoff e Johnson, autores citados diretamente no trabalho de Barto (2004). O trabalho de Lakoff e Johnson (1980) relaciona-se com uma mudança de paradigma a respeito da significação da metáfora. Para esses autores a existência da metáfora é agente determinante na construção de significados e está diretamente ligada ao contexto social, pois:

nossos conceitos estruturam o modo como percebemos e lidamos com os fatos do mundo e são até mesmo determinantes no modo como nos relacionamos socialmente. [...] Trata-se de uma concepção de linguagem, que ensejou uma virada na Linguística tradicional. (MOREIRA, 2011, p. 2)

Lakoff e Johnson (1980) postulam que a essência da metáfora está em compreender e vivenciar uma coisa em termos de outra. De certa forma tem-se o

entendimento de que há uma Linguística Cognitiva emergente da significação metafórica.

Sendo a Corporeidade um termo da filosofia para designar a maneira pela qual o cérebro reconhece e utiliza o corpo como instrumento relacional com o mundo, Barto (2004) une esses dois elementos para compor sua análise.

Conforme Chiavegatto (2009) são três os fundamentos da Linguística Cognitiva, a saber: 1) são guiados pelas formas linguísticas, 2) uma construção mental que expressa a interligação entre conhecimento e linguagem e 3) é validado no contexto comunicativo.

É possível verificar que o fundamento 3, que é a validação no contexto comunicativo é a expressão básica da corporeidade, isto é, uma validação cognitiva tendo a expressão corporal como seu instrumento.

Dinâmica RCR.

A dinâmica RCR é um processo que tem o objetivo de ser convergente e baseado na resolução de problemas, no qual a partir de uma discussão de caráter heurístico, a sala – alunos e professor – conclui e concorda com determinada argumentação no sentido de estabelecer a construção do conhecimento – cada sujeito individualmente – mas a conclusão e concordância em grupo, corroborando um saber sábio curricular.

A análise de erros é abordada no contexto da dinâmica RCR, segundo Borasi (1994) apud Barichello (2008):

os erros são vistos não somente como parte inevitável e integral da Aprendizagem mas também como fonte valiosa de informação sobre esse processo, uma dica que professores e pesquisadores devem considerar para compreender o que os estudantes realmente sabem e como eles constroem seu conhecimento. (p. 30).

O autor considera apropriado externar sua concepção a respeito do significado do termo erro, e coloca isso da seguinte forma: “Entendemos por ‘erro’ uma parte do **produto final** que não esteja de acordo com a Matemática que se espera que o aluno apresente, ou seja, o erro é sim caracterizado pela falta em relação à Matemática que se deseja ensinar” (BARICHELLO, 2008, p. 38).

Desta forma o autor coloca o erro como parte de um processo e não apenas um produto, ou seja, compreender o erro significa compreender o processo em que esse erro ocorreu. “[...] são os processos de resolução do problema, que estão por trás e dão sentido ao erro” (BARICHELLO, 2008, p. 39).

Análise de Erros.

As ideias de Helena Cury sobre a análise de erros: Cury (2007) apud Cavasotto (2010), a respeito das análises das produções dos alunos, afirma que:

[...] a análise qualitativa das respostas dos alunos, com uma discussão aprofundada sobre as dificuldades por eles apresentadas, apoiada em investigações já realizadas é, talvez, a melhor maneira de aproveitar os erros para questionar os estudantes e auxiliá-los a (re)construir seu conhecimento. (p. 10).

Cavasotto (2010) informa que a análise de erros, considerada por ele, se apresenta em três formas: i) Identificação e classificação; ii) Identificação e classificação com consequências e iii) Diagnóstica.

- i. Identificação e classificação. Nessa forma os erros detectados são criticados sem a preocupação de se fazer proposições positivas no sentido de discuti-los com os alunos.
- ii. Identificação e classificação com consequências. Há de forma semelhante à forma anterior, uma classificação, contudo busca-se as causas e consequências que esses erros implicam. Interessam os conteúdos e as concepções dos alunos.
- iii. Diagnóstica. Nessa forma o foco está na relação entre as atividades propostas e a produção dos alunos. A preocupação não está nos erros propriamente ditos, mas no processo que levou a eles.

Cavasotto (2010) adota a forma diagnóstica e declara sua adoção como segue:

Do ponto de vista da didática de Ensino da Matemática podemos aproveitar positivamente os erros cometidos pelos estudantes. Sentar com os alunos e discutir os caminhos que eles seguiram para solucionar uma determinada questão [...]. (p. 11).

Finalmente, podemos ainda pensar na didática da análise de erros como uma forma de aprender a aprender. Logicamente isso depende da forma com a qual o educador faz os questionamentos e encaminha a superação das dificuldades encontradas pelos educandos na resolução de um exercício. (p. 13).

Resolução de Problemas.

Ideias de Polya. E sobre a resolução de problemas Polya (1994) apud (Ribeiro (2010) diz que:

Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver, por seus próprios meios, experimentará a tensão e gozará o triunfo da descoberta. Experiências tais, numa idade susceptível, poderão gerar o gosto pelo trabalho mental e deixar, por toda a vida, a sua marca na mente e no caráter. (p. 108).

Nesse contexto Ribeiro (2010) apresenta sua conceituação de problema, que está relacionada a determinada forma como uma dificuldade se apresenta, tal que diante dela o indivíduo seja levado a pensar e refletir sobre estratégias e caminhos para tomada de decisões, concluindo que “um problema real exige basicamente ações, estratégias e justificativas.” (p. 118).

O autor considera que há uma vantagem importante na atividade de resolução de problemas, pois a resolução de problemas, segundo esse autor, é inerente à natureza humana e é “fundamental para o desenvolvimento da inteligência que é, sem dúvida, o maior objetivo da educação” (RIBEIRO, 2010, p. 119).

Ao considerar o desenvolvimento das aulas de Matemática no contexto de resolução de problemas Campbell (1996) apud Ribeiro (2010), alinha essa metodologia ao construtivismo da seguinte forma:

Campbell (1996), alinhando algumas singularidades do Ensino de Matemática à luz da teoria construtivista, afirma que o professor deve dar oportunidade aos alunos de construir seu próprio conhecimento, a partir de conhecimentos prévios, privilegiando o raciocínio e não a obtenção de respostas esperadas, propiciando-lhes tempo para pensar, explicar ou justificar suas respostas, questionando-os, ouvindo-os e estimulando-os a levar em conta as opiniões de seus colegas, explorando conceitos matemáticos relativos à resolução de problemas e

trabalhando com grupos diversificados de alunos num processo cooperativo e colaborativo. (p. 132).

Metodologia de Romberg.

Ribeiro (2010) a apresenta assim: “Depois de termos contato, durante as disciplinas cursadas no Mestrado, com diferentes metodologias de pesquisa, acabamos por optar pela Metodologia de Romberg”. (p. 15).

O autor apresenta a metodologia de Romberg através de um mapa de blocos constituído de dez blocos:

- Fenômeno de interesse.
- Modelo preliminar.
- Relacionamento com ideias de outros.
- Perguntas ou conjecturas.
- Seleção de uma estratégia geral de pesquisa.
- Seleção de um procedimento geral de pesquisa.
- Coleta de evidências.
- Interpretação das evidências.
- Relatório de resultados.
- Antecipação de ações.

MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*).

MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*) que, traduzido para o português, é um Questionário de Estratégias Motivadoras de Aprendizagem¹⁴.

Essa ferramenta é utilizada para identificar estratégias de Aprendizagem utilizadas por alunos do Ensino Superior.

Pode-se destacar que o MSLQ é uma ferramenta de abordagem do processo de Aprendizagem, cujas principais características são:

A **autoeficácia** é a autoavaliação que cada um tem de sua própria habilidade de cumprir ou realizar uma tarefa; inclui julgamentos sobre a própria habilidade de concluir uma tarefa, bem como sobre a confiança que cada um deposita em sua capacidade de cumpri-la. O **controle da aprendizagem** refere-se à crença de que os resultados obtidos são

¹⁴ Tradução da autora

dependentes do esforço pessoal, e não de fatores externos, como do professor, por exemplo. Ao acreditar que seus esforços de estudo podem fazer diferença em seu aprendizado, os alunos ficam propensos a estudar mais estrategicamente e de modo mais efetivo. (ROSA, 2011, p. 34)

Em consideração com os aspectos motivacionais Rosa (2011) destaca:

Temos em mente que o conhecimento dos aspectos motivacionais e das estratégias de Aprendizagem dos alunos permite a intervenção do professor no sentido de potencializar ou redirecionar estes parâmetros, tendo em vista que os estudantes são sujeitos ativos de uma Aprendizagem significativa. (p. 37)

Teoria do Indiciário de Carlo Ginzburg.

Escher (2011) faz uma abordagem inicial com o viés historiográfico cuja raiz está em Carlo Ginzburg, historiador italiano contemporâneo.

Na introdução de seu livro *Relações de Força* Ginzburg escreve:

Centenas de milhares de homens, mulheres e crianças morrem em consequência dos massacres, das epidemias e da fome, circundados pelos funcionários da ONU e vigiados pelas emissoras de televisão via satélite. Sob os olhos do Ocidente, o mundo está, de fato, se tornando uno: um mundo no qual a homogeneidade e diversidade cultural, subordinação e resistência se entrelaçam inextricavelmente. (ESCHER, 2011, p. 37-38)

Podemos dizer que Carlo Ginzburg é afeto do estruturalismo de Levi Strauss, que busca analisar e pensar sistemas em grande escala examinando as relações e funções dos elementos que constituem tais sistemas, no caso de Ginzburg a Micro História como elemento da História.

Marco Antonio Escher, em sua análise, também estabelece essa relação entre elementos que constituem um sistema com o próprio sistema.

Segundo Borges (2014) Ginzburg é fascinado pela investigação aos moldes de Morelli e de Conan Doyle; uma investigação quase criminal, detetivesca, que desvenda o mistério baseado em indícios imperceptíveis para a maioria das pessoas, essa é a concepção do Paradigma do Indiciário.