
Dimensões Teórico-Metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem

Marco Antônio Escher

Departamento de Matemática, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
escher@ice.ufjf.br

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin

Departamento de Educação Matemática, UNESP, campus de Rio Claro, Brasil
misk@rc.unesp.br

Resumo

Este artigo se baseia numa pesquisa de doutorado em Educação Matemática que descreve um Cenário de Investigação criado por algumas dimensões teórico-metodológicas, as quais apresentam, em duas perspectivas inter-relacionadas, as influências, limites e potencialidades do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Cálculo Diferencial e Integral: (1) em uma perspectiva histórica, e (2) em uma perspectiva de ensino e de aprendizagem. O objetivo deste trabalho consiste em investigar as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e Integral e as Tecnologias Informacionais e Comunicacionais (TIC). A pesquisa foi desenvolvida lançando mão de uma metodologia qualitativa, com a qual o pesquisador insere-se no contexto pesquisado e no desenvolvimento da coleta dos dados da pesquisa e, aos poucos, constrói o Cenário de Investigação, tendo, como pano de fundo, o Paradigma Indiciário de Carlo Ginzburg. Desta forma, delineamos uma Coda a qual nos fornece uma síntese conceitual das perspectivas (1) e (2), viabilizando-nos a percorrer um caminho teórico-metodológico em busca dos indícios que influenciam os processos de ensinar e aprender Cálculo no contexto das Tecnologias de Informação e Comunicação. Para tanto, delineamos possíveis respostas para a questão investigativa: Quais são as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e as Tecnologias Informacionais e Comunicacionais no contexto de ensino e aprendizagem da matemática? Dimensões como: epistemológicas, da linguagem, formalista, sócio-cultural, metodológica, entre outras, emergem da revisão da literatura relativa ao uso das tecnologias no ensino e aprendizagem do Cálculo, da análise preliminar dos livros selecionados, das Entrevistas efetuadas com professores que lecionaram, ou que ainda lecionam Cálculo e da prática em sala de aula. As conclusões mostram-nos que as TIC adquirem uma característica forte o bastante para alterar todas as dimensões, assumindo, logo, seu caráter epidêmico, justificando assim sua característica revolucionária.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e Integral. Paradigma Indiciário. História. Tecnologias de Informação e Comunicação.

Theoretical-Methodological Dimensions of Differential and Integral Calculus: historical perspectives and teaching and learning

Abstract

This article is based on a PhD research in Mathematical Education that describes a research scenario created by some theoretical and methodological dimensions which show influences, limits and potentialities of the use of Information and Communication Technology in Differential and Integral Calculus in two interrelated perspectives: (1) from a historical perspective, and (2) a teaching and learning point of view. The objective of this research is to investigate the theoretical and methodological dimensions present in the inter-relationships of Differential and Integral Calculus and Information and Communication Technology (TIC). Therefore, we are resorting to a qualitative methodology, in which the researcher is within the context of researching and developing data collection and research forms the Investigation Scenario in a step-by-step careful manner, with the backdrop of the Paradigm Sign of Carlo Ginzburg. Thus, we designed a Coda which provides a conceptual synthesis of perspectives (1) and (2), which makes possible a theoretical and methodological journey in search of clues that influence the processes of teaching and learning calculus in the context of Information and Communication Technology. To this end, we propose possible answers to the investigative question: What are the theoretical and methodological dimensions present in the inter-relationships of Calculus from the Information and Communication Technology in the context of teaching and learning of mathematics? Dimensions such as epistemological, linguistic, formalist, socio-cultural, methodological, among others, emerge from the literature review on the use of technology in teaching and learning of calculus and preliminary analysis of selected books, from the Interviews with the teachers who taught or still teach Differential and Integral Calculus and from classroom. The findings show that TIC acquire a characteristic strong enough to change all dimensions, thus assuming its epidemic character, justifying his revolutionary feature.

Keywords: Differential and Integral Calculus. Paradigm Sign. History. Information and Communication Technology.

A sociedade não pode ser entendida sem as suas ferramentas tecnológicas[...] tecnologia é a sociedade (CASTELLS, 1999)

Introdução

As novas tecnologias, principalmente as baseadas em computadores e na internet, cujo aparecimento meteórico nos é bastante recente, provocaram diversas alterações sociais, ocasionando inclusive suas inserções em diversas áreas de pesquisa, sendo a Educação Matemática uma delas. Muito se tem pesquisado sobre a utilização das Tecnologias Informacionais e Comunicacionais (TIC) nos processos de ensinar e aprender Matemática, e várias pesquisas mostram sua utilização na formação de professores, seja inicial ou continuada.

Na Educação Matemática, o uso das TIC é visto como uma Tendência de Pesquisa, todavia, iremos mostrar neste artigo que a pesquisa realizada durante o

processo de doutoramento evidenciou que ela deve ser tratada de forma mais ampla. Diferentemente de outras tendências de pesquisa na área de Educação Matemática, os estudos sobre as TIC sobrepõem todos os outros campos de conhecimento, os bancos, as fábricas e todas as atividades humanas. Não que ela não possa ser tratada como uma tendência de pesquisa, mas tratá-la apenas nesse contexto provoca uma redução ao caráter epistemológico, ignorando a característica epidêmica que será aqui detalhada.

A pesquisa que sustenta essas afirmações se desenvolveu a partir da descrição de um Cenário de Investigação criado por algumas dimensões teórico-metodológicas, as quais apresentam, em duas perspectivas inter-relacionadas, as influências, limites e potencialidades do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Cálculo Diferencial e Integral: (1) em uma perspectiva histórica, e (2) em uma perspectiva de ensino e de aprendizagem.

O objetivo do trabalho consistiu em investigar as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e Integral e as TIC. A pesquisa foi desenvolvida lançando mão de uma metodologia qualitativa, com a qual o pesquisador se insere no contexto pesquisado e no desenvolvimento da coleta dos dados da pesquisa e, aos poucos, constrói o Cenário de Investigação, tendo, como pano de fundo, o Paradigma Indiciário de Carlo Ginzburg. Desta forma, delineamos uma Coda, a qual nos fornece uma síntese conceitual das perspectivas (1) e (2), viabilizando-nos percorrer um caminho teórico-metodológico em busca dos indícios que influenciam os processos de ensinar e aprender Cálculo no contexto das Tecnologias de Informação e Comunicação.

Para tanto, delineamos possíveis respostas para a questão investigativa e dimensões como: epistemológica, da linguagem, formalista, sociocultural, metodológica, entre outras, que emergem da revisão da literatura relativa ao uso das tecnologias no ensino e aprendizagem do Cálculo, da análise preliminar dos livros selecionados, das Entrevistas efetuadas com professores que lecionaram, ou que ainda lecionam Cálculo, e da prática em sala de aula. As conclusões mostram-nos que as TIC adquirem uma característica forte o bastante para alterar todas as dimensões, assumindo, logo, seu caráter epidêmico, justificando assim sua característica revolucionária.

A pesquisa

A pesquisa realizada fez parte do processo de doutoramento no programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP – campus de Rio Claro/SP, sob orientação da professora Rosana Giaretta Sguerra Miskulin, e traz à discussão dois assuntos normalmente estudados separadamente na academia: relações históricas, neste caso referentes ao Cálculo Diferencial e Integral, e a implementação da tecnologia no contexto educacional.

Parafraseando Carlo Ginzburg, um mesmo fio conecta uma das mais antigas ciências à filha mais nova da revolução industrial. De um lado a História, oriunda do grego antigo *hitor*, significando testemunho, no sentido daquele que vê, de Heródoto, que se reportava à análise de processos e eventos ocorridos no passado, e de March Bloch, que afirma ser a história a ciência que estuda o homem no tempo; e do outro, as Tecnologias de Informação e Comunicação, também chamadas de TIC, pertencentes às ciências exatas, aplicadas à tecnologia, as quais evidenciaram, em nossa pesquisa, algumas dimensões de sua utilização no contexto educacional de Cálculo nos últimos 50 anos.

O percurso direcionado às escolhas feitas para a composição dessa tese baseou-se na frase de Carlo Ginzburg, que diz que “Os gregos contam que Teseu recebeu de presente de Ariadne um fio. Com esse fio Teseu se orientou no labirinto, encontrou o Minotauro e o matou. Dos rastros que Teseu deixou ao vagar pelo labirinto, o mito não fala” (GINZBURG, 1997).

Inicialmente, os estudos direcionados às pesquisas em História constituíam-se como parte das atenções na realização desse trabalho, com autores como Ginzburg (1989, 2007), Prost (2008), Ricœur (2007) e Bloch (1997), trazendo uma perspectiva ao trabalho que tem a História como delineadora e norteadora do olhar do pesquisador. A busca do querer ir além dos relatos históricos, de entender o processo pelo qual se faz a história como movimento, faz-nos concordar com Ginzburg (1989) quando menciona sobre os rastros deixados pelos atores dos episódios historicamente descritos, protagonistas ou coadjuvantes, e que, pelas escolhas feitas por quem os descreve, em alguns casos, não são mencionados.

Dessa forma, situamos o “fio” mencionado, o qual metaforicamente denominamos por Cenário de Investigação (lugar onde o processo investigativo, de

pesquisa, descortina os dados), que começa a se constituir com documentos encontrados sobre o que hoje se identifica como a ciência Matemática.

Concebemos Matemática como uma prática social, que inclui a possibilidade da particularidade da existência de práticas diferentes situada na unidade complexa (ALTHUSSER *apud* LOPES, 1973), surgida como parte da vida diária do homem (BOYER, 1974), acompanhando praticamente todas suas ações, histórica e socialmente relatadas, suas práticas culturais (D'AMBROSIO, 1986) e suas descobertas, com indícios numéricos que puderam ser encontrados desde tão cedo, até a descoberta do fogo há 300.000 anos (BOYER, 1974), nas articulações feitas pelo homem pré-histórico quando parecia querer exprimir correspondências entre pequenas quantidades em seu dia a dia.

Da mesma forma, chamaremos também o conjunto de afazeres do professor de Matemática dentro da escola, como prática social do professor, e o definiremos “como um conjunto de ações de um indivíduo que, por terem sido realizadas com certa frequência e por determinado tempo, tornam-se características de determinado grupo social” (MIGUEL, 2004).

Como centramos nossas discussões na prática do professor de Matemática e de suas ações dentro do âmbito acadêmico, alguns dados históricos são utilizados para situar esse cenário, professor/disciplina/prática, mostrando alguns indícios do aparecimento de conceitos matemáticos tratados dentro do campo de estudo que se intitula Cálculo Diferencial e Integral, e também em sua integração com o ensino. Assim, a pesquisa baseia-se também alguns excertos de livros de Cálculo dos séculos XIX e XX, compondo uma parte de nossos dados coletados nessa pesquisa, mostrando, desta forma, como os conceitos de Função, Limite, Continuidade, Derivada e Integral foram apresentados em livros antigos e como os são hoje, em livros mais recentes que se referem ao Cálculo, fazendo ou não o uso das TIC.

Para tal, selecionamos oito livros, os quais foram divididos em três períodos, de acordo com a data de publicação: livros muito antigos, com mais de setenta anos desde sua publicação, livros antigos, utilizados entre as décadas de 1960 e 1980, e, por fim, livros novos, utilizados a partir da década de 1990.

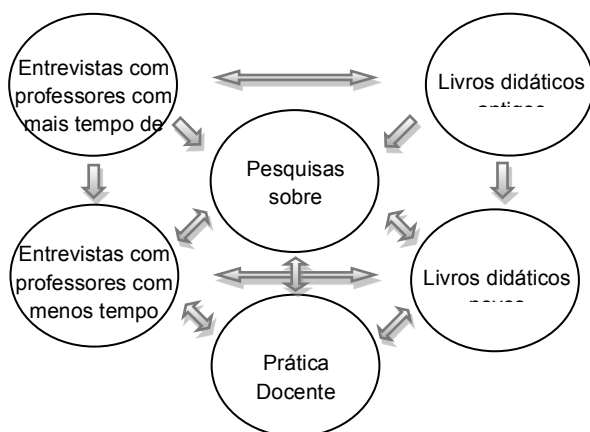
Agregando a esse cenário, nossa pesquisa se volta para os relatos e fatos coletados nesse período, em que podemos encontrar, com mais ênfase, depoimentos e registros de professores que lecionaram e lecionam a disciplina de Cálculo Diferencial e

Integral, livros utilizados, e os relatos sobre a prática docente dos professores pesquisados para ministrar a referida disciplina. Incluem-se, nessas práticas, para preparar e ministrar as aulas, os recursos didáticos, referências bibliográficas e estratégias didático-pedagógicas tecnológicas.

A pesquisa se utilizou de uma Metodologia Qualitativa na qual o pesquisador se insere no contexto pesquisado. Assim, no desenvolvimento da Coleta dos Dados da pesquisa, vamos construindo o Cenário de Investigação, o qual objetiva mostrar as possíveis inter-relações do Cálculo e as TIC na perspectiva histórica e de ensino e aprendizagem. Para compor a totalidade de nossa síntese crítica, que chamaremos de Coda (síntese crítica das dimensões principais presentes nas perspectivas que serão estudadas), buscaremos, por meio de um levantamento das pesquisas acadêmicas que trazem como foco a discussão da utilização das TIC no processo de ensino e aprendizagem desta disciplina, uma visão geral das pesquisas que relacionam TIC e os processos de ensinar e aprender CDI, não só em maior utilização de *software*, mas também na discussão de propostas metodológicas para a sua utilização em sala de aula.

Nosso fio, portanto, fixa sua outra extremidade no dia a dia do professor de Cálculo e em sua prática docente com esta disciplina. As Entrevistas realizadas e a Análise dos Livros de Cálculo juntam-se ao conjunto de pesquisas que retratam a inserção das TIC no contexto educacional – e, com a observação e descrição da prática docente, compondo o Diagrama 1.

Diagrama 1: Representação do Diálogo dos Procedimentos Metodológicos da Pesquisa com a literatura sobre TIC e CDI

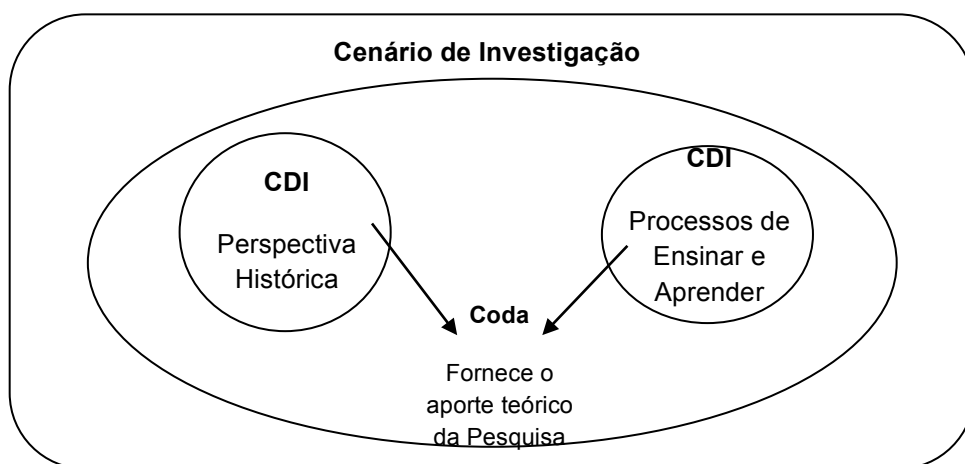


Com esse diagrama, a pesquisa descreve o Cenário de Investigação, permeado de dimensões teórico-metodológicas, as quais apresentam as influências, limites e potencialidades do uso das TIC no Cálculo Diferencial e Integral em duas perspectivas inter-relacionadas, descritas a seguir:

- (1) perspectiva histórica: busca registros na história da ciência e da tecnologia relacionados a esta disciplina, Cálculo Diferencial e Integral, tendo o intuito de evidenciar a emergência das TIC;
- (2) perspectiva didático-pedagógica: investiga, interpreta e evidencia formas de ensinar e aprender os conceitos de Cálculo – a prática do professor – relacionadas ou não às TIC, objetivando mostrar as possíveis influências, limites e potencialidades nos processos de ensinar e aprender CDI.

A partir dessas duas perspectivas, delineamos uma Coda – a qual fornece uma síntese conceitual das perspectivas (1) e (2) –, mostrando um Cenário de Investigação teórico-metodológico, o qual nos viabiliza percorrer, em busca dos objetivos deste trabalho, um caminho entre a teoria e a prática, contextualizando as TIC nesse cenário, como visto no Diagrama 2, apresentado a seguir.

Diagrama 2: Composição do Cenário de Investigação



Nesse movimento, delineamos possíveis respostas para a questão investigativa: *“Quais são as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do*

Cálculo Diferencial e Integral e as Tecnologias Informacionais e Comunicacionais em uma perspectiva histórica e de ensino e aprendizagem?”

Assim, podemos citar, como objetivos da pesquisa, 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. Além disso, pretendemos oferecer, aos professores e pesquisadores em Educação Matemática, um cenário teórico-metodológico, envolvendo novas formas de ensinar e aprender conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, evidenciando, por meio da perspectiva histórica, as influências, limites e possibilidades do uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem.

Procuramos tecer uma discussão acerca de algumas dimensões educacionais e tecnológicas relacionadas a este estudo, tais como: epistemológica, sociocultural, metodológica, entre outras.

No presente artigo, centraremos as discussões na presença das tecnologias nos processos acima descritos, ficando a cargo do leitor a busca dos outros indícios pesquisados e presentes no texto original da tese de doutoramento, que tem o mesmo título deste artigo.

Cálculo e as Tecnologias da Informação e Comunicação

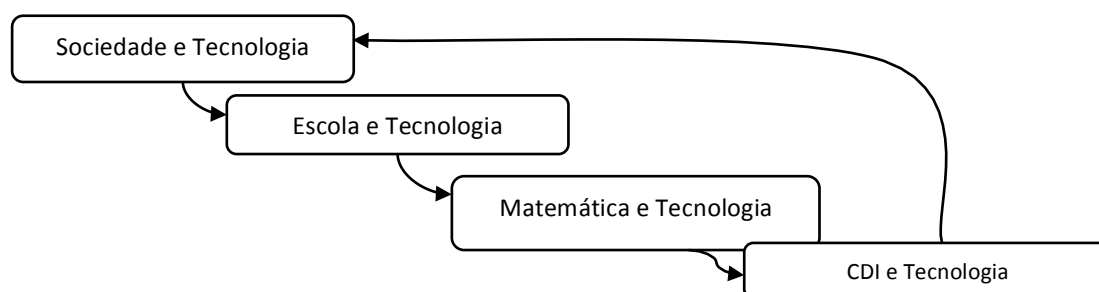
Somos, sem dúvida, seres oriundos de uma época em que a presença da tecnologia na organização das práticas sociais, desde as ações mais elementares, como ligar e desligar aparelhos eletrônicos, até as mais complexas, como a utilização de *softwares* específicos e computadores de última geração, é evidente. As mudanças têm agido como uma espécie de *epidemia*, do grego clássico: *epi* (sobre) + *demos* (povo), permeando todas as esferas da atividade humana. Ações consideradas complexas passam a ser acessíveis em relativamente pouco tempo. A esse tipo de propriedade inclusiva e reproduzível dos *softwares* e computadores, denominado de “tecnologia” por Castells, agregamos um movimento maior, chamado de Revolução Tecnológica, justificando uma de suas características principais: a “penetrabilidade em todas as esferas da atividade humana” (CASTELLS, p. 43, 1999).

Por conta dessa rapidez, outra característica interessante a se observar é a forma como as pessoas se “acostumam” com ela. Não é difícil encontrar alguém que, por volta

do ano de 2008, solicitava a terceiros realizar-lhe alguma tarefa em seu computador e que hoje, operando algum *software* computacional ou mesmo uma máquina, executa-a por si só. O que parecia ter relativo nível de complexidade, com o conjunto de atividades já exercidas pelo humano, homogeneíza-se, tornando-se menos complexo.

Da mesma forma, presenciamos uma crescente utilização da tecnologia no âmbito escolar, no qual percebemos que essa inserção tecnológica é atingida pelos mais diversos apelos, seja no sentido do incentivo a sua utilização, seja em críticas contrárias ao seu uso. Por entender que esta discussão não pode ser composta em partes separadas, mostraremos que este debate se insere em uma discussão mais ampla, levando-se em conta não apenas sua utilização na escola, mas também o lugar em que está inserida, seu contexto social, até a sua utilização no Campo da Matemática. Apresentado esse cenário, apontaremos algumas pesquisas que mostram a utilização de tecnologias em aulas de CDI. Ao final, voltaremos à discussão inicial, mostrando a inter-relação do campo tecnológico em que o Cálculo se encontra e seu espaço na sociedade. Nosso caminho segue o fio representado no Diagrama 3, a seguir:

Diagrama 3: Tecnologia, da Sociedade ao contexto de CDI



Sociedade e Tecnologia: algumas reflexões

A presença da Tecnologia na organização das práticas sociais, enunciada anteriormente, sugere algumas discussões quanto à forma pela qual entendemos tal presença. Não se trata apenas da chegada de um componente diferente na sociedade, atingindo apenas parte dela, como, por exemplo, a invenção da máquina fotográfica nos anos próximos a 1890, reconfigurando, momentaneamente, na época, a profissão dos retratistas, mas sim de um movimento com grandes proporções, participando do

“processo de reestruturação do sistema capitalista a partir da década de 1980” (CASTELLS, 1999, p. 50), caracterizando o “sistema econômico e tecnológico como capitalismo informacional” (CASTELLS, 1999, p. 55).

Completa Castells:

As novas tecnologias de informação não são simplesmente ferramentas a serem aplicadas, mas processos a serem desenvolvidos. Usuários e criadores podem tornar-se a mesma coisa. Dessa forma, os usuários podem assumir o controle da tecnologia como no caso da internet. (CASTELLS, 1999, p. 69).

Pode-se citar, como exemplo do que se afirma, o processo de criação de *homepages*, antes estando nas mãos de técnicos e hoje considerado assunto corriqueiro para usuários mais jovens da internet. E continua Castells:

Há, por conseguinte, uma relação muito próxima entre os processos sociais de criação e manipulação de símbolos (a cultura da sociedade) e a capacidade de produzir e distribuir bens e serviços (as forças produtivas). Pela primeira vez na história, a mente humana é uma força direta na produção, não apenas um elemento decisivo no sistema produtivo. (CASTELLS, 1999, p. 69).

Ainda segundo Castells (1999), os usos das novas tecnologias de telecomunicações nas duas últimas décadas passaram por três estágios distintos: a automação de tarefas, as experiências de usos e a reconfiguração das aplicações. Nos dois primeiros estágios, o progresso da inovação tecnológica baseou-se em aprender *usando*. No terceiro estágio, os usuários aprenderam a tecnologia *fazendo*, o que acabou resultando na reconfiguração das redes e na descoberta de novas aplicações.

Embora tratando o assunto de forma mais cultural do que econômica, Santaella afirma que “estamos vivenciando uma revolução digital” (SANTAELLA, 2003), e completa:

A entrada do século XXI deverá ser lembrada no futuro como a entrada dos meios de comunicação em uma nova era: a transformação de todas as mídias em transmissão digital, como se o mundo inteiro estivesse, de repente, virando digital (SANTAELLA, 2001, p. 1).

Sendo assim, exporemos nossas concepções sobre a presença tecnológica em nossa sociedade, auxiliando, dessa forma, no entendimento das mudanças provocadas na escola.

Castells (1999) coloca que o grande avanço da indústria tecnológica, inicialmente impulsionado pelo financiamento militar e dos mercados, nos anos de 1940 a 1960, acentua-se após esse período, possivelmente relacionado à “cultura da liberdade”, inovação individual e provavelmente relacionado à cultura estadunidense empreendedora da década de 1960. Castells (1999) afirma que isso estaria em oposição à figura conservadora do Vale do Silício, exceto por afastar-se de padrões sociais do mundo dos negócios.

Segundo o autor, as tecnologias, inicialmente impulsionadas pelas pesquisas militares, foram amplamente utilizadas pelo setor financeiro, justamente em um momento de necessidade de reestruturação do capitalismo. Castells afirma que

nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica, uma vez que muitos fatores, inclusive criatividade e iniciativa empreendedora, intervêm no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão interativo. (CASTELLS, 1999, p. 43).

Baseando-se em tal afirmação, Castells enuncia que “o dilema do determinismo tecnológico é, provavelmente, um problema infundado, dado que a tecnologia é sociedade, e a sociedade não pode ser entendida sem suas ferramentas tecnológicas” (CASTELLS, 1999, p. 43). Castells afirma também que a

Revolução Tecnológica tem seu início na década de 70, com a invenção do chip, que possibilitou a construção de micro-computadores pessoais, chamados mais tarde de PC (Personal Computer). Afirma o autor que “de fato, parece que o surgimento de um novo sistema tecnológico na década de 1970 deve ser atribuído a dinâmica da descoberta e difusão tecnológica, inclusive aos efeitos sinérgicos entre todas as várias principais tecnologias. Assim, o microprocessador possibilitou o microcomputador, os avanços em telecomunicações possibilitaram que os microcomputadores funcionassem em rede, aumentando assim o seu poder e sua flexibilidade (CASTELLS, 1999, p. 97).

Segundo ele, o paradigma tecnológico que estamos vivendo, o qual sustenta as características de uma revolução tecnológica, e no qual adicionou, aos processos sociais, as dimensões econômicas, possui cinco características:

1) A informação é sua matéria-prima, ou seja, “*são tecnologias para agir sobre a informação*, não apenas informação para agir sobre a tecnologia” (CASTELLS, 1999, p. 108).

2) *Penetrabilidade dos efeitos das novas tecnologias*, o que coaduna com nossa hipótese do caráter epidêmico da tecnologia, pois, como “a informação é uma parte integral de toda atividade humana, todos os processos de nossa existência individual e coletiva são diretamente moldados (embora, com certeza não determinados) pelo meio tecnológico.

3) *A lógica das redes*, conceito esse que permeia seu livro e no qual procura explicar, com a morfologia de redes, uma configuração topológica da complexidade do aparecimento das inovações na atividade humana.

4) *A flexibilidade*, pois, como afirma Castells, “Não apenas os processos são reversíveis, mas organizações e instituições podem ser modificadas, e até mesmo fundamentalmente alteradas, pela reorganização de seus componentes” (CASTELLS, 1999, p. 109).

5) *A crescente convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado*, “no qual trajetórias tecnológicas antigas ficam literalmente impossíveis de se distinguir em separado” (CASTELLS, 1999, p. 109).

Assim, conclui Castells, “a dimensão social da revolução da tecnologia da informação parece destinada a cumprir a lei sobre a relação entre tecnologia e a sociedade proposta há algum tempo por Melvin Kranzberg” (CASTELLS, 1999, p. 113). De acordo com o autor, “A tecnologia não é nem boa, nem ruim e também não é neutra” (KRANZBERG *apud* CASTELLS, 1999, p. 113). O autor completa ainda que a mesma “é uma força que provavelmente está, mais do que nunca, sob o atual paradigma tecnológico que penetra no âmago da vida e da mente” (CASTELLS, 1999, p. 113).

Veremos, no caso da educação, que, da mesma maneira que revolucionariamente a tecnologia adentra epidemicamente o dia a dia das pessoas, ela rompe os muros da tradicional escola.

CDI e Tecnologia: algumas reflexões

O avanço tecnológico e a permanente modificação e aprimoramento das ferramentas contidas nos *softwares* fazem com que, a cada dia, novas possibilidades de aplicações computacionais, visualização e manipulação de dados possam ser executadas, dentro dos assuntos tratados no CDI. Embora esse fato possa ser extremamente positivo, em relação à qualidade da interação homem/máquina, acompanhar essas modificações é uma tarefa também difícil e nova.

Sendo assim, encontramos presente, no ensino da disciplina CDI, a existência de elementos tecnológicos, desde o aperfeiçoamento da edição dos livros didáticos, a presença de alusão ao uso de *softwares* específicos de matemática, até a utilização, em muitos cursos já estabelecidos, de computadores em sala de aula.

A disciplina Cálculo Diferencial e Integral, assim como outras relacionadas ao ensino e aprendizagem da Matemática, dispõe de uma série de *softwares* e aplicativos que tratam dos diversos assuntos que integram esse componente curricular. Podemos citar, entre muitos, alguns *softwares* especializados, como Mathematica, MatLab, Maple, MathCad, Scientific Workplace, Derive, Reduce, wxMaxima, Winplot, Octave e Scilab, além de outros com interface mais visual, possuindo menor número de ferramentas, sendo igualmente bem interessantes, como, por exemplo, Geogebra. Muitos aplicativos mais simples também estão disponíveis na internet, podendo ser encontrados, consultando a *web*, diversos *sites*, *blogs* e fóruns sobre o assunto.

A utilização, em aulas tradicionais das disciplinas de graduação, de novas dinâmicas e/ou ferramentas tecnológicas auxilia a desvendar algumas dificuldades que os alunos enfrentam ao se depararem principalmente com novos conteúdos não trabalhados no Ensino Fundamental e Médio. Vários autores da comunidade de educadores matemáticos citam, na disciplina Cálculo, principalmente a alunos ingressantes, essas dificuldades de compreensão, aquisição e aplicação nos/dos conceitos de Função, Limite, Continuidade, Derivada e Integral (BEAN, 2004; OLIMPIO, 2006).

De acordo com essa leitura e os excertos elencados, visualizamos um cenário acadêmico que mostra uma relação entre o CDI e o uso das tecnologias, mesmo quando mencionadas algumas considerações sobre dificuldades de implementação ou o relato

sobre posturas dos professores frente a estas implementações. Podemos notar como as pesquisas incentivam, no ensino de Cálculo, a utilização de *softwares* computacionais, estabelecendo algumas práticas e/ou tomando como base o discurso dos professores que ensinam CDI.

Inter-relacionando os resultados dessas pesquisas com nossa discussão inicial, podemos esboçar alguns indícios, pistas e sinais sobre algumas questões relacionadas às mudanças nos modos de ensinar e aprender os conteúdos presentes na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, e sobre a utilização de *softwares*.

Algumas questões podem ser levantadas:

1) Qual é a necessidade da utilização de computadores no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Cálculo?

2) Há algum conhecimento matemático que só pode ser compreendido por meio da utilização dos computadores?

3) Pode-se afirmar que as novas maneiras de representar conceitos de Cálculo (gráficos, *applets* e planilhas) favorecem o entendimento do conceito em relação ao modo tradicional?

4) Podemos explicitar motivos pelos quais a comunidade escolar se ampara para, de certa forma, negar a utilização dos meios computacionais na escola?

5) A velocidade da implementação das novas tecnologias no processo educacional é proporcional à velocidade das adequações físicas dos espaços escolares e da capacitação dos profissionais da área educacional para sua utilização?

6) A implementação das novas tecnologias, enquanto componente da revolução tecnológica, necessita do aceite das pessoas envolvidas nesse processo?

Observa-se que a entrada da tecnologia na sociedade faz-se dentro de um panorama de uma sociedade capitalista, sendo o próprio mercado aquele que se apropria do movimento que intitulamos de epidemia, citada no início, à medida que, antes mesmo da comprovação ou estudo da “eficácia” ou não de determinada tecnologia, esta adentra a estrutura permeável da sociedade de consumo, justificada pela melhoria do ensino ou pela modernização da escola.

Os objetos tecnológicos são igualmente transformados em mercadoria dentro do sistema capitalista e, portanto, em objetos de consumo. Segundo Marx e Engels, no Manifesto Comunista, todas as coisas viram mercadoria. O mercado, através da “burguesia despojou de sua auréola todas as atividades até então reputadas veneráveis e

encaradas com piedoso respeito. Do médico, do jurista, do sacerdote, do poeta, do sábio fez seus servidores assalariados.” (MARX; ENGELS, 1995). Não se trata mais de afirmar se o uso de um determinado objeto ou método é, do ponto de vista acadêmico, bom ou não. A discussão sobre benefícios da implementação de um determinado meio, para ser usado em aula ou mesmo na vida cotidiana, passa a ser se o mercado o acolheu.

De outro lado, observamos, na escola, um desejo de melhorar o ensino em suas diversas instâncias. A ideologia, que, segundo Althusser (1985), é um conjunto de representação de relações imaginárias com as condições reais de existência, da melhoria do ensino, ou também chamada de “ideologia da melhora”, baseia-se no fato de que, “Como nunca se diz para quem vai ficar melhor, essa ideologia, como qualquer outra, reforça a concepção religiosa de um bem comum, universal, irmanando as pessoas que se reconhecem adeptas da melhora” (BALDINO, 1992). Continua o autor, dizendo que “a inobservância a perguntas básicas como: Se tem que melhorar, é por que deixou de estar bom? Já esteve? Quando vai estar bom? faz com que a ideologia se perpetue, e não se discutam os verdadeiros motivos, mantendo o quadro de fracasso escolar” (BALDINO, 1992).

Nesse sentido, a simples implementação da tecnologia ou a implementação de novas práticas de ensinar pode comprometer sua própria utilização, deixando espaço a críticas negativas de suas verdadeiras potencialidades.

Como citamos no início, Castells afirma que “A sociedade não pode ser entendida sem as suas ferramentas tecnológicas[...]tecnologia é a sociedade” (CASTELLS, 1999). O caráter epidêmico que foi evidenciado corrobora, do ponto de vista de uma análise da própria sociedade, a indissociabilidade do ser humano e suas ferramentas tecnológicas.

Procuramos, com isso, descrever um primeiro cenário em que esteja colocado, exatamente, o professor de Cálculo Diferencial e Integral. Por entender que sua presença em sala de aula, frente a alunos de um curso de graduação e ministrando essa disciplina, está inserida em um ambiente mais amplo, nossas discussões sobre a emergência da tecnologia nas aulas de Cálculo passam obrigatoriamente pelas discussões a respeito das transformações pelas quais passam a sociedade, a escola e os próprios modos de ensinar e aprender Matemática, ao presenciarem os efeitos do aparecimento das tecnologias computacionais.

O Paradigma... do método

A escolha pelo que chamamos método de pesquisa está baseada no paradigma no qual as ciências se apoiam. Da racionalidade técnica instaurada no período moderno, cujos primeiros indícios se dão no início do século XX, Suassuna afirma que

O acelerado ritmo do progresso trouxe instabilidade à própria ciência, e, paulatinamente, foi-se abandonando a idéia de que a verdade científica seria una e única, isso ocorrendo mesmo no âmbito das chamadas Ciências Exatas e Naturais (COSTA, 1996 *apud* SUASSUNA, 2008, p. 344).

Para tanto, delinhamos, por meio de uma metodologia baseada no Paradigma Indiciário de Ginzburg (1989, 2007), um cenário teórico-metodológico sobre o aporte histórico e epistemológico do Cálculo Diferencial e Integral no desenvolvimento da ciência. Assim, resgatamos conteúdos estudados nesse campo de conhecimento. Nessa busca, evidenciamos fatos históricos, epistemológicos, contextualizados socioculturalmente, em uma perspectiva didático-pedagógica em Cursos de Licenciatura de Matemática, bem como outros cursos de graduação, ao longo do tempo.

A fim de justificar nosso método de pesquisa, esboçaremos uma discussão sobre o Paradigma Indiciário. Entendemos e explicitaremos o Paradigma Indiciário como um tipo específico de Pesquisa Qualitativa.

Dada a natureza dos dados coletados nesta pesquisa – Entrevistas, trechos de livros e pesquisa, observações –, explicitaremos como o Paradigma enxerga cada um desses componentes da coleta de dados. Paul Ricœur, no livro *A memória, a história, o esquecimento*, cita Ginzburg, fazendo uma importante conclusão sobre o Paradigma Indiciário. O autor explicita, de acordo com o paradigma, a relação entre indício e testemunho, quando se refere a uma possível crítica que Marc Bloch faz ao que chama de testemunho:

[...] não penso que seja escolher entre as duas análises. Ao englobar o conhecimento histórico sob o paradigma indiciário, C. Ginzburg enfraquece o conceito de indício, que se beneficia ao ser oposto ao de testemunho escrito. Inversamente, o tratamento por M. Bloch dos vestígios como testemunhos não-escritos prejudica a especificidade do testemunho como intermediário da memória em sua fase declarativa e sua expressão narrativa (RICŒUR, p. 185, 2007).

Ricœur (2007) define a historiografia inicialmente como a memória arquivada. Tratamos como uma afirmação inicial porque, em seguida, levanta possíveis problemas na passagem da memória viva, coletiva ou privada, no que diz respeito à temporalidade e espacialidade, e, de modo interessante, coloca a memória e a história como num debate tempestuoso, usando da metáfora do remédio e do veneno, quando se reporta às origens dos discursos gregos e do que classificavam como a heresia do testemunho escrito. Continuando, Ricœur afirma que

o indício é referenciado e decifrado; o testemunho é dado e criticado. Certamente, é a mesma sagacidade que preside as duas séries de operações. Mas seus pontos são distintos. A semiologia indiciária exerce seu papel de complemento, de controle, de corroboração em relação ao testemunho oral ou escrito. Na medida em que os signos que ela decifra são de ordem verbal: impressões digitais, arquivos fotográfico e, hoje em dia, exames de DNA, testemunham por seu mutismo. Os discursos diferem entre si de maneira diferente que os lóbulos de orelhas. (RICŒUR, p. 185, 2007).

O que parece uma contradição, indício e testemunho acabam se completando dentro do Paradigma. Ressaltamos que discordamos do autor quando se refere ao DNA como um discurso. Claro, como ele mesmo afirma, é uma memória arquivada, da mesma maneira que um fio de cabelo testemunha pelo mesmo mutismo. Nessa discussão, Ricœur afirma que:

o benefício da contribuição de C. Ginzburg é então o de estabelecer uma dialética do indício e do testemunho no interior da noção de rastro e de, assim, dar ao conceito de documento toda sua envergadura. Ao mesmo tempo, a relação de complementaridade entre testemunho e indício vem inscrever-se no círculo da coerência interna-externa que estrutura a prova documental. (RICŒUR, p. 185, 2007).

Suassuna relata que Ginzburg “reivindica, para o paradigma indiciário, outros critérios de rigor e cientificidade, compatíveis com situações de pesquisa em que a singularidade dos dados é decisiva” (SUASSUNA, 2008, p. 368).

Ginzburg intitula esse modo de pesquisar de *Paradigma Indiciário*, estabelecendo suas primeiras bases teóricas sobre o que vem a chamar de *um método de conhecimento* cuja força está na *observação do pormenor revelador*, mais do que na dedução. A utilização do olhar do pesquisador em história, mais propriamente do que

Ginzburg relata em seu programa de pesquisa, vai ao encontro do olhar do pesquisador que trabalha com os preceitos da Pesquisa Qualitativa.

Suassuna aponta que “o paradigma indiciário pode ser considerado como um tipo específico de pesquisa qualitativa” (SUASSUNA, 2008, p. 362), e expõe em seu trabalho diversas pesquisas que o fazem.

Nesta pesquisa, essa discussão de insere de duas maneiras. Uma delas, na perspectiva histórica do CDI, desde sua apropriação pelos meios acadêmicos no âmbito do ensino e da aprendizagem, onde trataremos os documentos através dos pressupostos da pesquisa em história. Temos, ainda, documentos escritos (livros, anotações, livros didáticos) e depoimentos (Entrevistas, práticas de professores), nos quais buscamos os indícios necessários para a análise. De outra maneira, a partir das afirmações de Ginzburg, utilizando a pesquisa em história, mais propriamente o que ele chama de Paradigma Indiciário, como um Método de Pesquisa.

Buscando os objetivos delineados, realizamos Entrevistas com professores que trabalharam com essa disciplina ao longo dos anos, investigando saber como os conteúdos eram apresentados nos livros didáticos ou não, da época, e ensinados nas universidades. Além disso, entrevistamos também professores que, atualmente, lecionam Cálculo e utilizam ou não as TIC em seus cursos e como as utilizam, investigando se houve alguma mudança na forma como se apresenta esta disciplina, nos livros didáticos ou textos. Procuramos conhecer *os livros* que trazem mudanças nas formas de apresentação de tal conteúdo (CDI). Serão também analisados *documentos históricos* – excertos de livros didáticos – que retratam a História do Cálculo Diferencial e Integral, complementando com *teses e/ou dissertações* que abordam temas circundantes.

Ricœur (2007) afirma que o Paradigma Indiciário de Carlo Ginzburg abriu um campo imenso para as pesquisas. Segundo ele, “se a realidade é opaca, existem zonas privilegiadas – rastros, indícios – que permitem decifrá-las” (Ricœur, 2007, p. 185). Ele afirma que é essa a ideia principal do Paradigma Indiciário, progredindo nos domínios das mais variadas áreas do conhecimento, principalmente nas ciências humanas.

Esse paradigma será utilizado em duas perspectivas, concebidas pelo autor na frase: “a relação entre o fio – o fio do relato, que ajuda a nos orientarmos no labirinto da realidade – e os rastros” (GINZBURG, 2007), ou seja, como caminho metodológico do movimento de “ir aos dados da pesquisa”, e do olhar necessário, nessa busca, pelo

pesquisador. Estaremos propondo um “método interpretativo centrado sobre os resíduos, sobre os dados marginais, considerados reveladores” (GINZBURG, 1989, p. 149), já que a impossibilidade do refazer a experiência e a complexidade dos dados nos direcionam a analisar e interpretar os dados do ponto de vista qualitativo (BICUDO, 2004).

Os textos dos livros e das pesquisas selecionadas, bem como as Entrevistas e a observação da prática do professor, serão relacionados ora como a prova documental reconhecida pela historiografia, ora como indícios e testemunhos não escritos, “à maneira de Marc Bloch” (RICŒUR, 2007, p. 186). O indício pode ser considerado uma escrita, na mesma maneira que a escrita pode ser considerada um indício (quando se leva em conta a grafia, por exemplo). Ricœur (2007) afirma que, “tudo considerado, o beneficiário da operação seria o conceito de documentos, soma dos indícios e dos testemunhos, cuja amplitude final alcança a amplitude inicial do rastro” (RICŒUR, 2007, p. 186).

Emergindo das Fontes

“[...] então eu trabalho assim, com software, eu uso figura, uso imagem, uso metáfora, uso frase do Renato Teixeira” (trecho de Entrevista com o professor)

Os professores entrevistados (quatro) foram divididos em dois grupos: professores que trabalham há pouco tempo com a disciplina CDI (B e S), e professores que iniciaram sua vida acadêmica há mais de 40 anos (JB e J), cujas identidades foram preservadas, e trabalharam com CDI, todos pertencentes a universidades do Estado de São Paulo (UNESP, UNICAMP, USP e UFSCar).

Além disso, apresentamos uma análise de alguns excertos de livros relacionados à disciplina Cálculo Diferencial e Integral, mostrando como os conceitos de Função, Limite, Continuidade, Derivada e Integral foram e são apresentados, em livros antigos e nos livros atuais de Cálculo. Foram selecionados oito livros, divididos em três períodos: o Período 1 se refere a livros muito antigos, com mais de 80 anos de sua publicação; o Período 2 se refere a livros antigos, utilizados nas décadas de 1960 a 1980, e, por fim, o Período 3 refere-se a livros novos, utilizados na década de 1990 até os dias atuais.

Sendo assim, compomos a lista dos livros da seguinte maneira:

Período 1 – Lacroix (1816), Laboureur (1913), Bouchalart (1928).

Período 2 – Courant (1963), Piskunov (1969), Leithold (1982).

Período 3 – Stewart (2008) e Swokowski (1994).

O objetivo desta parte da pesquisa é, situado o livro no contexto histórico, observar como os conteúdos Função, Limite, Continuidade, Derivada e Integral se fazem presentes, bem como a existência de indícios se o livro faz menção ou não ao uso de tecnologia computacional.

A apresentação da prática do professor será uma descrição sobre a nossa própria prática enquanto professor de CDI, em dois momentos:

- a) durante a realização de um Minicurso;
- b) na observação e gravação de algumas aulas.

Segue então uma apresentação dos entrevistados e excertos das Entrevistas, uma apresentação dos livros e excertos relacionados aos conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral, já mencionados, e os comentários sobre a prática do professor.

A Coda

A partir dessas duas perspectivas, delineamos uma Coda – a qual fornece uma síntese conceitual das perspectivas (1), que relaciona a Perspectiva Histórica, e (2), que relaciona a Perspectiva de Ensino e Aprendizagem – mostrando-nos, como se vê no Diagrama 3, um Cenário de Investigação teórico-metodológico.

O Cenário de Investigação viabiliza-nos percorrer, em busca dos objetivos deste trabalho, um caminho entre a teoria e a prática, contextualizando as TIC nesse cenário.

Embora consigamos relacionar fatos em separado nas duas perspectivas, julgar a não dependência entre eles foi uma tarefa difícil. Tivemos como foco determinar a Perspectiva Histórica (1), aquilo que não tinha incidência direta com a prática em sala de aula. Buscamos então os registros das mudanças provocadas no desenvolvimento histórico do Cálculo pelo aparecimento das TIC, consultando os livros pesquisados e considerando as Entrevistas, especificamente no processo de formação dos docentes.

Pudemos então verificar como os livros começam a trazer, em seu conteúdo, evidências de indicações para utilização das TIC, influenciando a prática do professor

de Cálculo. Pudemos ainda verificar a influência de fatores como a realização de congressos que ressaltam a necessidade da inserção das TIC nos novos livros-textos.

Da mesma maneira, verificamos no relato dos professores entrevistados a forma como utilizam ou desejariam utilizar as TIC em sua prática em sala de aula.

Na perspectiva didático-pedagógica, descrevemos, evidenciamos e interpretamos formas de ensinar e aprender os conceitos de Cálculo, relacionados às TIC, objetivando, desta forma, mostrar as possíveis influências, limites e potencialidades nos processos de ensinar e aprender CDI.

Nesse caso, uma característica importante a ser ressaltada é a mudança da linguagem dos livros e a inserção de nova simbologia para indicar que os exercícios sejam resolvidos com a utilização de um *software* ou calculadora.

Por meio do relato dos professores, pudemos observar as dificuldades enfrentadas pelos docentes com maior tempo de magistério, em razão da impossibilidade em proporcionar aos alunos maneiras mais práticas e rápidas no Cálculo e desenvolvimento da teoria das disciplinas. Outro ponto importante é o depoimento de que, caso dispusessem da tecnologia que hoje está ao alcance da maioria dos alunos, suas aulas teriam melhoras quantitativas e qualitativas.

Pudemos ainda mostrar como os professores com menor tempo de magistério superior usam as TIC em sua prática ou ainda o modo como desejariam utilizá-las, devido a alguns problemas mencionados.

Com relação à prática do professor, pudemos exemplificar com um exercício proposto por nós durante o minicurso que foi oferecido. As atividades foram de dois tipos: apresentar o Maple e os comandos básicos para a sua utilização, e, ainda, discutir atividades e formas de apresentação do Maple para que conceitos de Cálculo fossem trabalhados em sala de aula.

Além disso, tivemos por objetivo oferecer aos professores e pesquisadores em Educação Matemática um cenário teórico-metodológico envolvendo novas formas de ensinar e aprender conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, evidenciando, por meio da perspectiva histórica, as influências, limites e possibilidades do uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem.

Esse cenário pode ser delineado pelas pesquisas apresentadas, pelo relato dos professores entrevistados, pela descrição dos principais tópicos estudados no Cálculo Diferencial e Integral – Função, Limite, Continuidade, Derivada e Integral – contidos

nos livros e pela discussão da prática do professor em sala de aula, mostrando as possibilidades de abordagem da disciplina utilizando as TIC.

A partir das duas perspectivas, delineamos uma Coda evidenciando as dimensões linguísticas, formalistas, epistemológicas e socioculturais presentes nas pesquisas, nos relatos dos professores entrevistados, nos livros e na prática do professor de Cálculo.

Inter-relacionando os resultados da pesquisa evidenciada nas Dimensões com nossa discussão inicial sobre como a tecnologia se apresenta frente à prática do professor de Cálculo, podemos esboçar alguns indícios, pistas e sinais sobre algumas questões relacionadas às mudanças nos modos de ensinar e aprender os conteúdos presentes na disciplina Cálculo Diferencial e Integral e sobre a utilização de *softwares*.

De acordo com as observações das Entrevistas, dos livros, da pesquisa bibliográfica e da prática em sala de aula, retomamos as questões baseadas na leitura de Castells (1999).

Sobre a necessidade da utilização de computadores no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Cálculo, observamos que ela foi mencionada por todos os professores entrevistados, contudo sempre justificada pelo fato técnico e não tanto pela dimensão epistemológica, ou seja, não há como não usar a tecnologia nas aulas de Cálculo. Ela está presente nos livros e na prática diária das pessoas, porém, esse fato não tem uma ligação direta com um possível resultado diferente de quando não se utiliza a tecnologia.

Não foi citado nenhum conhecimento matemático (conteúdo) que só possa ser compreendido através da utilização dos computadores. Por outro lado, os exercícios e práticas em sala de aula mostraram a possibilidade de apresentar situações diferentes das tradicionalmente trabalhadas.

Da mesma forma, não podemos afirmar que as novas maneiras de representar conceitos de Cálculo (gráficos, *applets* e planilhas) e a utilização de projetores em aula favoreçam o entendimento do conceito em relação ao modo tradicional. Embora tenhamos depoimentos de professores (prof. J. e JB) de que seria muito melhor a utilização da tecnologia no trabalho de alguns tópicos do Cálculo e também do Cálculo Numérico, evitaremos, em função da dificuldade de se mensurar conhecimento adquirido de uma forma ou de outra, um juízo de valor.

Baseando-se nesse ponto, observamos que muitos alunos, professores e pesquisadores consideram a apresentação de um conceito utilizando um *software* como sendo de “mais fácil” aprendizagem aos novos alunos, mas se esquecem de que partem de um patamar diferente do ponto de vista epistemológico. Já conhecem o conceito, o que os coloca em situação diferente, proporcionando então uma difícil comparação da eficácia ou não do método em relação aos métodos mais tradicionais e sem o uso da tecnologia. Esse fato de maneira alguma descarta a importância da utilização dos computadores nos processos de ensino e aprendizagem das mais diversas disciplinas acadêmicas, mas salienta a responsabilidade de se colocar, como melhor ou pior que o ensino tradicional, o ensino via tecnologia.

Sobre os motivos pelos quais a comunidade escolar se ampara para, de certa forma, negar a utilização dos meios computacionais na escola, nota-se que o processo de entrada de tecnologias no ambiente escolar rompe esse discurso. Um exemplo deste fato foi a implementação de computadores nas escolas estaduais de São Paulo. Mesmo antes da preparação dos professores e da adequação física das escolas, todos os estabelecimentos de ensino público receberam laboratórios completos, os quais, em muitos casos, ficaram sem utilização.

De acordo com o que pudemos constatar no depoimento dos professores, nas pesquisas acadêmicas, na presença das referências acerca de sua utilização nos livros e na própria prática do professor, o computador tem sido utilizado. A cada momento uma crítica a sua não utilização é derrubada. Se um dia o problema era o preço do equipamento, novos computadores são lançados com preços mais acessíveis. Se o número de máquinas nas instituições educacionais preocupava, isso tem se resolvido. Da mesma forma as instalações inadequadas, a falta de técnicos presentes nas escolas, a inexistência de *softwares* especializados e outras críticas vão se esvaindo com o passar do tempo.

Papert (1994), quando se refere aos efeitos da entrada da tecnologia na escola, afirma que

a mudança de um instrumento radicalmente subversivo na sala de aula para um obtuso instrumento no laboratório de computação não adveio de uma falta de conhecimento nem de uma falta de software. Eu o explico por uma inteligência inata da Escola, que agiu como qualquer organismo vivo defendendo-se de um corpo estranho. Ela ativou uma reação imunológica cujo resultado final seria digerir e assimilar o intruso. (PAPERT, 1994, p. 42).

Sobre a velocidade da implementação das novas tecnologias no processo educacional, notamos que ela é bem maior que a velocidade das adequações físicas dos espaços escolares e da capacitação dos profissionais da área educacional para a sua utilização. Nos depoimentos dos professores entrevistados, chega-se a afirmar que, tão logo as novas gerações venham a ocupar os lugares dos atuais mestres, esse fato se dissipará.

Sobre como a implementação das novas tecnologias, como componente da revolução tecnológica, se faz, a pesquisa revela que, independentemente do aceite ou da recomendação pela comunidade acadêmica e escolar, epidemicamente ela adentra todos os âmbitos da escola, assim como a sociedade como um todo. Isso complementa a ideia da pseudorresistência imunológica citada por Papert (1994), retirando a discussão apenas do âmbito escolar e acadêmico.

Sendo assim, as cinco características elencadas por Castells (1999), que colocam as tecnologias como parte de uma revolução tecnológica, foram evidenciadas nesta pesquisa. A prática da utilização de “*tecnologias para agir sobre a informação, não apenas informação para agir sobre a tecnologia*” (CASTELLS, 1999, p. 108); a *penetrabilidade dos efeitos das novas tecnologias*, o que se coaduna com nossa hipótese do caráter epidêmico da tecnologia, pois, como “a informação é uma parte integral de toda atividade humana, todos os processos de nossa existência individual e coletiva são diretamente moldados pelo meio tecnológico” (CASTELLS, 1999, p. 108); a *lógica das redes*, como uma configuração topológica da complexidade do aparecimento das inovações na atividade humana; a *flexibilidade*, em que organizações e instituições “podem ser modificadas, e até mesmo fundamentalmente alteradas, pela reorganização de seus componentes” (CASTELLS, 1999, p. 109); e a crescente *convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado*, “no qual trajetórias tecnológicas antigas ficam literalmente impossíveis de se distinguir em separado” (CASTELLS, 1999, p. 109).

Logo, como enunciamos anteriormente, “a dimensão social da revolução da tecnologia da informação parece destinada a cumprir a lei sobre a relação entre tecnologia e a sociedade” (CASTELLS, 1999, p. 113), afirmação esta já proposta por Melvin Kranzberg. O autor enuncia que “a tecnologia não é nem boa, nem ruim e também não é neutra” (KRANZBERG *apud* CASTELLS, 1999, p. 113).

Castells completa que a tecnologia “é uma força que provavelmente está, mais do que nunca, sob o atual paradigma tecnológico que penetra no âmago da vida e da mente” (CASTELLS, 1999, p. 113).

Foi mostrada na Coda a presença das dimensões: da linguagem, formalista epistemológica e sociocultural, presentes nas pesquisas, nos relatos dos professores entrevistados, nos livros e na prática do professor de Cálculo.

Conclusões

Embora esteja evidenciada a presença das TIC nos processos de ensinar e aprender o Cálculo Diferencial e Integral, concordamos com Castells (1999) ao analisar os reais motivos de sua presença nos diversos locais de nossa sociedade. Ao se analisar a presença das TIC nas Dimensões acima descritas, observamos características que se sobrepõem a todos esses processos.

Sendo assim, a Tecnologia, embora presente nas Dimensões elencadas, sobrepõe-se aos processos epistemológicos, linguísticos ou outros. Um dos motivos, para tanto, é que as TIC não existem apenas no ou para o Cálculo. Elas estão em todas as áreas de conhecimento da sociedade atual. O aparecimento das TIC na disciplina Cálculo Diferencial e Integral não é uma peculiaridade desta disciplina, pois, assim como ela se manifesta em todos os lugares (acadêmicos ou não), ela também se manifesta na prática de ensinar e aprender Cálculo.

As TIC adquirem uma característica forte o bastante para alterar todas as dimensões – da linguagem, formalista, sociocultural, metodológica ou epistemológica –, assumindo, pois, seu caráter epidêmico, justificando sua característica revolucionária (CASTELLS, 1999), retratado na exposição da teoria com base nos dados desta pesquisa, e evidenciado nas pesquisas sobre as TIC, nas Entrevistas com professores, nos livros e na prática do professor.

Assim como a própria Sociedade não pode ser reduzida a alguns aspectos que a caracterizam, a teoria aqui utilizada coloca a Tecnologia num papel superior, impossibilitando-a de fazer as mesmas reduções. “Tecnologia é Sociedade” (CASTELLS, 1999).

Na Educação Matemática, o uso das TIC é visto como uma Tendência de pesquisa, todavia a pesquisa evidenciou que ela deve ser tratada de forma mais ampla.

Diferentemente de outras tendências, como, por exemplo, a Resolução de Problemas, a Etnomatemática, e ainda outras que existem na área de Educação Matemática, os estudos sobre as TIC sobrepõem todos os outros campos de conhecimento, os bancos, as fábricas, etc. Não que ela não possa ser tratada como uma Tendência de pesquisa, mas tratá-la apenas nesse contexto provoca uma redução ao caráter epistemológico, ignorando a característica *epidêmica* aqui mencionada.

A tecnologia fez da sociedade uma sociedade tecnológica. Sua entrada pôde ser vista nas Entrevistas, nos livros pesquisados, nas pesquisas relatadas e na prática em sala de aula. Ainda que na aprendizagem ou no ensino de matemática nas instituições a utilização das TIC esteja ocorrendo em ritmo lento comparado a outros setores do mercado comum (consumo), notamos que mesmo assim está ocorrendo. Vem ocorrendo, enfim, o que chamamos de uma revolução tecnológica informacional, citada por Castells (1999).

Referências

ALTHUSSER, L. **Aparelhos ideológicos de Estado**: nota sobre os Aparelhos Ideológicos de Estado (AIE). 4^a. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1985.

BALDINO, R. R. A ideologia da melhora do ensino da matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4, 1992, Blumenau. **Anais..** Blumenau, 1992.

BEAN, D. W. **Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática**: Pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004.

BLOCH, M. **Introdução à História**. Lisboa: Publicações Europa-América, 1997.

CASTELLS, M. **A Teoria Marxista das Transformações Econômicas e as Transformações do Capitalismo**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. **A Sociedade em Rede – A Era da Informação**: economia, sociedade e cultura, volume 1. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação** – reflexões sobre educação e matemática. São Paulo, SUMMUS/UNICAMP, 1986.

GINZBURG, C. **Mitos, Emblemas, Sinais: Morfologia e História**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

_____. **O Fio e os Rastros: verdadeiro, falso, fictício**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

LOPES, S. Ideologia e prática social. In: **Análise Social**, v. X (4.º), n. 40, 1973, p. 656-678.

MARX, K.; ENGELS, F. Manifesto do Partido Comunista. In: **Cadernos Desafio**. n. 1, p. 46, 1995.

MIGUEL, A. O Projeto de Disciplinarização da Prática Social em Educação Matemática. In: **Educação Matemática: Uma Área de Conhecimento em consolidação. O papel da Constituição de um Grupo de Trabalho dessa Área na ANPED. Núcleo de Estudos e Pesquisa**, 2004.

OLIMPIO JR., A. **Compreensões de conceito de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática** – uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PROST, A. **Doze Lições sobre a História**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

RICŒUR, P. **A História, a Memória, o Esquecimento**. Campinas: Ed. Unicamp, 2007.

SANTAELLA, L. **Cultura das Mídias**. São Paulo: Experimento, 2001.

_____. **Cultura e artes pós-humano: da cultura das mídias a cibercultura**. São Paulo: Paulus, 2003.

SUASSUNA, L. Pesquisa qualitativa em Educação e Linguagem: histórico e validação do paradigma indiciário. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 341-377, jan./jun. 2008.