

## DIMENSÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: PERSPECTIVAS HISTÓRICA E DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Marco Antônio Escher – Rosana Giaretta Sguerra Miskulin  
escher@ufs.j.edu.br – misk@rc.unesp.br  
UFSJ – UNESP – Brasil

Tema: V Utilização de ferramentas e Recursos adequados em Educação Matemática

Modalidade: CB

Nível educativo: Terciário - universitário

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

### Resumo

*O artigo 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: em uma perspectiva histórica, e em uma perspectiva de ensino e de aprendizagem. O objetivo deste trabalho consistiu em investigar as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e Integral e as Tecnologias Informacionais e Comunicacionais (TIC) com a utilização de uma metodologia qualitativa construindo o Cenário de Investigação, tendo, como pano de fundo, o Paradigma Indiciário de Ginzburg. Foi delineada uma Coda a qual nos fornece uma síntese conceitual das perspectivas, 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. Dimensões como: epistemológicas, da linguagem, formalista, sócio-cultural, metodológica, entre outras, emergem da revisão da literatura, da análise dos livros, 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 seu caráter epidêmico, justificando assim sua característica revolucionária.*

Este artigo refere-se aos resultados obtidos pela pesquisa de doutorado realizada pelos autores e traz à discussão dois assuntos normalmente estudados separadamente na academia: relações históricas, neste caso referente ao Cálculo Diferencial e Integral e a implementação da tecnologia no contexto educacional.

Parafraseando Carlo Ginzburg (2007), 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 (1997) 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 evidenciaremos, 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 pesquisa baseou-se na frase de Carlo Ginzburg:

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, 2007)

As considerações finais desta pesquisa foram elaboradas objetivando mostrar ao leitor os cruzamentos dos dados obtidos junto à teoria pesquisada e, dessa forma, possíveis caminhos que delineiam resposta à questão investigativa.

Desde o início do trabalho, uma pergunta guiou-nos nesse processo. O fio condutor da pesquisa, também chamada de *questão investigativa*, foi assim elaborado: *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?*

Essa questão nos fez elaborar o principal objetivo da pesquisa, o qual foi investigar e evidenciar, no curso superior, em uma perspectiva histórica e de ensino e aprendizagem, as dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e Integral e as TIC.

Utilizamos para tal uma Metodologia de Pesquisa Qualitativa, alicerçada em preceitos da Pesquisa Qualitativa (BOGDAN e BIKLEIN (1998) e LUDKE e ANDRÉ (1986), entre outros também baseados no Paradigma Indiciário, implícito nas concepções de Ginzburg (1989, 2007), que 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, indo ao encontro do olhar do pesquisador que trabalha com Pesq. Qualitativa.

As perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem foram utilizadas como centrais na discussão. Na perspectiva histórica pudemos descrever os registros na história da ciência e da tecnologia relacionados à disciplina Cálculo Diferencial e Integral com o intuito de evidenciar a emergência das TIC. Para isso demos destaque a trechos dos livros pesquisados e excertos dos depoimentos dos professores entrevistados, por conter, no decorrer do tempo, o componente da prática social.

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, assim

como 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 que 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 no sentido das impossibilidades 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 se 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 do modo que desejariam utilizá-la, devido a alguns problemas mencionados.

Com relação à prática do professor, pudemos exemplificar com um exercício proposto por nós durante a realização do Mini-curso (MC 081 - Cálculo com MAPLE: Explorando conceitos centrais do Cálculo Diferencial e Integral usando a tecnologia/X ENEM/2010). 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 pôde 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 – contido 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 dessas duas perspectivas, delineamos uma Coda – a qual nos forneceu uma síntese conceitual das perspectivas (1) que relaciona a Perspectiva Histórica e (2) que relaciona a Perspectiva de Ensino e Aprendizagem, 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 a 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).

- 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 (gráfico, 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?

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 pode 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 pudemos afirmar que as novas maneiras de representar conceitos de Cálculo (gráfico, *applet* e planilhas) e a utilização de projetores em aula, favorecem o entendimento do conceito em relação ao modo tradicional. Embora tenhamos depoimentos de professores entrevistados de que seria muito melhor a utilização da tecnologia no trabalho de alguns tópicos do Cálculo e também do Cálculo Numérico, evitaremos, por questões 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 colocam 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, das pesquisas acadêmicas, na presença das referências acerca de sua utilização nos livros e da 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, inexistência de softwares especializados e outras críticas vão se esvaindo com o passar do tempo.

Segundo 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, faz-se, a pesquisa revela que, independente ao aceite ou a recomendação pela comunidade acadêmica e escolar, epidemicamente ela adentra todos os âmbitos da escola, assim como na sociedade como um todo. Isso complementa a ideia da pseudo resistência 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 da *“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 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 (KRANZBERG apud CASTELLS, 1999, p. 113). KRANZBERG 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: Linguagem, Formalista/Epistemológica e Sócio-cultural, presentes nas pesquisas, nos relatos dos professores entrevistados, nos livros e na prática do professor de Cálculo.

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, lingüísticos 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 fato do 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 - Linguagem, Formalista, Sócio-cultural, Metodológicas ou Epistemológicas - assumindo, pois, seu caráter epidêmico, justificando sua característica revolucionária (CASTELLS, 1999) retratado na exposição da teoria com base nos dados desta pesquisa, 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. Diferente de outras tendências como, por exemplo, a Resolução de Problemas, 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 desse 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 ao outros setores do mercado comum (consumo), notamos que mesmo assim está ocorrendo. Ocorrendo o que chamamos de uma revolução tecnológica informacional, citada por Castells (1999).

### Referencias bibliográficas

- Baron, M. E. (1969). *The Origins of the Infinitesimal Calculus*, New York: Dover Publications.
- Bloch, M. (1997). *Introdução à História*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Bogdan, R. C.; Biklen, S. K. (1998). *Qualitative Research for Education: an Introduction for Theory and Methods*. 3. ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Castells, M. A. (1999) *Sociedade em Rede - A Era da Informação: economia, sociedade e cultura, volume 1*. São Paulo: Paz e Terra.
- Ginzburg, C. (1989). *Mitos, Emblemas, Sinais: Morfologia e História*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Ginzburg, C. (2007). *O Fio e os Rastros: verdadeiro, falso, fictício*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Ludke, H. A. & André, M. E. D. (1986). *A Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*, São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária.
- Papert, S. (1994). *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Ricœur, P. A. (2007). *História, a Memória, o Esquecimento*. Campinas: Ed. Unicamp.