

## HOMEM E MÁQUINA: A CARACTERÍSTICA REVOLUCIONÁRIA DAS TIC NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO CÁLCULO

Marco Antonio Escher – Luiz Fernando Rodrigues Pires  
[escher@ice.ufjf.br](mailto:escher@ice.ufjf.br) – [luizfrpsm@gmail.com](mailto:luizfrpsm@gmail.com)  
Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

Núcleo temático: Matemáticas y su integración con otras áreas

Modalidad: CB

Nivel educativo: Terciario o Bachillerato (16 a 18 años)

Palabras clave: Cálculo, Tecnologías, Homem, Máquina

### Resumo

*Este texto apresenta o resultado de duas pesquisas que possuem em comum a utilização de metodologia qualitativa e a discussão sobre a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, e colocam lado a lado dois autores como centro dessa discussão.*

*A primeira delas teve como foco buscar compreender a relação entre homem e máquina (Vieira Pinto, 2005) durante a prática educacional de professores e estudantes de Cálculo na qual se evidencia um aprimoramento da forma de realizar operações matemáticas por meio dos aplicativos instalados nos aparelhos móveis (Pires, 2016). A segunda revela dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do Cálculo Diferencial e as Tecnologias Informacionais e Comunicacionais no contexto de ensino e aprendizagem da Matemática, como epistemológicas, da linguagem, formalista, sócio-cultural, metodológica, que emergem da revisão da literatura relativa ao uso das tecnologias, da análise preliminar de 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, logo, seu caráter epidêmico (Escher, 2011), justificando assim sua característica revolucionária (Castels, 2016).*

### Introdução

Os avanços da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) vêm ocasionando transformações nos modos de comunicar e informar nas práticas diárias do ser humano, de maneira cada vez mais célere entre aparelhos fixos ou móveis permeados ao seu dia a dia. Lançando-o, assim, em meio a um fluxo de informações diversificadas por meio da escrita, dos sons ou das imagens, onde tudo acontece e se faz acontecer, principalmente por se “estar

conectado”. Nessa conjuntura, observa-se que essas formas de informações e comunicações por “estarem conectados” estão relacionadas pelo novo jeito de viver e realizar tarefas agregadas à cultura do ser humano, mediante ao uso de smartphones, tablets e notebooks.

Neste contexto, apresentamos os resultados de duas pesquisas que apontam para as características desses modos de relacionar o humano e a tecnologia.

### **As pesquisas**

A primeira pesquisa é intitulada “As Influências das Tecnologias da Informação e Comunicação na Estratégia de Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral” (Pires, 2016), buscou investigar e analisar “Quais as influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral?”. Para isso partiu-se da hipótese de que as ocorrências das relações entre homem e máquina durante a prática educacional de professores e estudantes de Cálculo, possam estar sendo ocasionadas pela disseminação e apropriação das tecnologias digitais perante a sociedade, principalmente pelo aprimoramento da forma de realizar operações matemáticas por meio dos aplicativos instalados nos aparelhos móveis.

Para compreensão deste questionamento a pesquisa utilizou-se de dois cenários de investigação como procedimento metodológico, sendo um formado por entrevistas semiestruturadas com seis professores de Cálculo, com intuito de investigar o que esses professores sabem, pensam e acham sobre sua prática e a técnica de realizar operações matemáticas diante das influências das TIC. E outro para análise das influências das TIC nas estratégias de aprendizagem dos estudantes, mediante de um questionário on-line. Para compreensão da devida questão de investigação, utilizou-se a Metodologia de Pesquisa Qualitativa, baseada nos preceitos teóricos Bogdan e Biklen (1998); além da “Lógica Paraconsistente Anotada” para transformações dos dados quantitativos em uma interpretação qualitativa para análise do questionário aplicado aos estudantes.

A segunda pesquisa é intitulada “Dimensões Teórico-Metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem” (Escher, 2011), 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 do trabalho consistiu 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 Ginzburg (2007). Desta forma, uma Coda foi delineada para fornecer 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, delineou-se 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.

Após essa breve exposição de cada uma das pesquisas, procuraremos relacioná-las. Em nosso caso o percurso que nos guiou entre as duas pesquisas foi às entrevistas realizadas com os professores de Cálculo, buscando pelos indícios (GINZBURG, 2007) presentes nos relatos.

### **Homem máquina**

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” (ESCHER, 2011), permeando todas as esferas da atividade humana, corroborando as evidências de que a “sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas” (CASTELLS, 2016). Ações consideradas complexas passam

a ser acessíveis em relativamente pouco tempo. A esse tipo de propriedade inclusiva dos softwares e computadores, o que denomina “tecnologia”, Castells cita um movimento maior, chamando de Revolução Tecnológica, justificando uma de suas características principais: a “penetrabilidade em todas as esferas da atividade humana” (CASTELLS, p. 64, 2016).

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 para 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, homogeneiza-se, tornando-se menos complexa.

Por causa desses fatos, os smartphones, tablets e notebooks compõem o cenário das duas pesquisas ser investigado, pois a presença desses aparelhos tecnológicos móveis rompeu barreiras, fazendo-se presente em meio às salas de aula e fazendo-nos observar que a “máquina deve ser interpretada como delegação do conjunto social para realização de um trabalho que beneficia a todo um grupo humano” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 79).

Assim sendo, a escola ou a universidade é um espaço mais que propício e repleto de Castells (2016) ao referir-se à penetrabilidade dos efeitos das novas tecnologias faz com que observemos uma similaridade em nossa discussão sobre o caráter epidêmico, mostrando-nos como as TIC adentram “sem pedir licença” no dia a dia escolar, atropelando, ou não, a discussão sobre sua aceitação e incorporando-se como parte do seu cotidiano (ESCHER, 2011).

### **Professores de Cálculo e as TIC**

No entanto, perguntam-se como os professores de Cálculo estariam observando a introdução, disseminação e apropriação destas tecnologias digitais em nossa sociedade? Será que tem havido alguma mudança na utilização dessas ferramentas gerando novos comportamentos e novas ações humanas em suas práticas educacionais.

De acordo com Escher (2011) e Pires (2016), a necessidade da utilização das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Cálculo 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. Segundo os professores 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, pois, conforme afirma Pires (2016), cada professor tem a sua forma de trabalhar, dentro de suas crenças e concepções educacionais.

Por esse ponto, observamos que os professores 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 das tecnologias digitais 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.

De acordo com Escher (2011) 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.

Nesse contexto, as máquinas móveis digitais fizeram com que os sistemas matemáticos simbólicos se tornassem simples e rápidos de resolver questões que anteriormente eram complexas e difíceis. Neste sentido relacionam-se as derivadas, integrais e equações diferenciais, se os estudantes tinham uma complexidade em resolver essas atividades, as máquinas móveis juntamente com os aplicativos de resolução passo a passo encarregaram da libertação do devido problema (PIRES, 2016).

Tal fato, conforme argumentam os professores, as TIC são sugeridas como parte integrante do aprendizado do aluno, objetivando proporcionar novas formas de leitura do problema (como por exemplo, nos gráficos) e na manipulação dos dados sugeridos utilizando algum tipo de software.

Da mesma forma, não podemos 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 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 (ESCHER, 2011; PIRES, 2016).

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. Porém, é importante retratarmos as mudanças ao trabalho realizado, uma vez que as sociedades passam por transformações estruturais, nesse sentido, a nova cultura do século XXI mostra uma convergência na realização do trabalho, pois as interações entre os novos meios tecnológicos da informação e comunicação aos processos atuais de transformação social ocasionam um grande impacto nas cidades e em seus espaços.

Podemos relacionar esses argumentos de mudanças nas formas de ensino e aprendizagem realizados em nossos dias. Escolas e Universidades sofrem o impacto na lógica embutida pela Tecnologia da Informação e Comunicação, passando por processos de adaptação e implementações, tanto físicas como de aperfeiçoamento pessoal de seus profissionais, constituindo um novo espaço ao surgimento das universidades a distância como uma nova opção de Educação. Contudo, isso não remete ao fato desse novo modelo substituir as instituições físicas, mas sim uma combinação de ensino on-line com ensino in loco. Como por exemplo, as universidades UNIVESP, USP, UFF, entre outras que oferecem cursos e aulas em diferentes plataformas. No entanto, apesar desses cursos não serem vinculados a algum tipo de certificação, contribuem no processo de hominização do ser humano junto ao progresso de libertação. Isto significa “que o futuro da Educação Superior não será on-line, mas sim em redes entre nós de informática, salas de aula e o local onde esteja o aluno” (CASTELLS, 2016, p. 482).

Embora esteja evidenciada a presença das TIC nos processos de ensinar e aprender o Cálculo Diferencial e Integral concordamos com Castells (2016) 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 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.

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. Esses novos comportamentos causam, ao que ele define de mudança cultural, uma mudança de valores e crenças, que é processada na mente humana de modo a inter-relacionar aos aspectos sociais e influenciar a sociedade como um todo (CASTELLS, 2015).

### **Conclusão**

Apesar das variedades de pensamentos entre os professores, pode-se observar mediante ao exposto, que não se pode lutar contra a vontade humana deste século. Não é mais possível pensar o processo da Educação sem o uso da informática como mediadora no processo de ensino e aprendizagem. Para o estudo do Cálculo, é igualmente importante a inserção de novos procedimentos pedagógicos que desenvolvam a aderência entre a Matemática e o meio, visto que o homem sempre buscou o equilíbrio entre o antigo e o novo, o passado e o futuro, a técnica e sua reforma. Então dizer serem as tecnologias digitais uma solução para a problemática do ensino de Cálculo é no mínimo um assunto polêmico, dessa forma como a maioria dos professores descreveram, tudo deve caminhar junto. A tecnologia apresentada não é uma nova utopia para trazer uma promessa de mágica, na solução dos problemas do ensino e aprendizagem de Cálculo, mas que possa ser mais instrumento para auxiliar esses novos meios estabelecidos pela revolução tecnológica.

Percebemos nas pesquisas realizadas que 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, 2016) retratada 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, 2016).

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, os estudos sobre as TIC sobrepõem todos os outros campos de conhecimento, assim como as atividades em bancos, 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 das pesquisas retratadas. 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 (2016).

### **Referencias bibliográficas**

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. (2016) *Sociedade em Rede - A Era da Informação: economia, sociedade e cultura*, volume 1. São Paulo: Paz e Terra.

Castells, M. (2015). *O poder da Comunicação*. Tradução: Lúcia Mello Joscelyne. 1. ed. Editora: Paz Terra, São Paulo/Rio de Janeiro.

Escher, M. A. (2011). Dimensões Teórico-metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectiva histórica e de ensino e aprendizagem. 222 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Ginzburg, C. (2007). *O Fio e os Rastros: verdadeiro, falso, fictício*. São Paulo: Companhia das Letras.



Pires, L. F. R. (2016). *As Influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral*. 241 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

Viera Pinto, A. (2005). *O Conceito de Tecnologia*, v. 1. Rio de Janeiro: Contraponto.