

TECNOLOGIAS MÓVEIS,
NEUROCOGNIÇÃO
E APRENDIZAGEM
MATEMÁTICA

◆ série educação matemática ◆

Coordenação

Celi Espasandin Lopes

Conselho Editorial

Arlete de Jesus Brito – Departamento de Educação, Unesp/Rio Claro

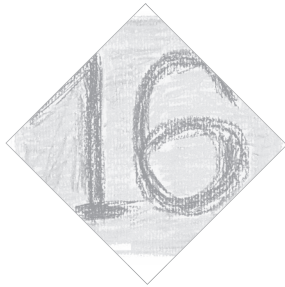
Dione Lucchesi de Carvalho – Faculdade de Educação, Unicamp

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp/Rio Claro

Vinício de Macedo Santos – Faculdade de Educação, USP

MARCELO BAIARRAL

TECNOLOGIAS MÓVEIS,
NEUROCOGNIÇÃO
E APRENDIZAGEM
MATEMÁTICA



MERCADO®
LETRAS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Bairral, Marcelo

Tecnologias móveis, neurocognição e aprendizagem matemática / Marcelo Bairral. – 1. ed. – Campinas, SP : Mercado de Letras, 2021. – (*Série Educação Matemática ; 16*)

Bibliografia

ISBN 978-65-86089-77-6

1. Cognição 2. Matemática – Estudo e ensino I. Título II. Série.

21-71975

CDD-510.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Matemática : Estudo e ensino 510.7

capa e gerência editorial: Vande Rotta Gomide
preparação originais e revisão editorial: Editora Mercado de Letras
revisão final do autor
bibliotecária: Aline Grazielle Benitez – CRB-1/3129

DIREITOS RESERVADOS PARA A LÍNGUA PORTUGUESA:

© MERCADO DE LETRAS®

VR GOMIDE ME

Rua João da Cruz e Souza, 53

Telefax: (19) 3241-7514 – CEP 13070-116

Campinas SP Brasil

www.mercado-de-letras.com.br

livros@mercado-de-letras.com.br

1ª edição

2 0 2 1

IMPRESSÃO DIGITAL

IMPRESSO NO BRASIL

Esta obra está protegida pela Lei 9610/98.
É proibida sua reprodução parcial ou total
sem a autorização prévia do Editor. O infrator
estará sujeito às penalidades previstas na Lei.

Dedicatória

*Ao meu Pai, com muitos
toques amorosos e de gratidão.*

Agradeço quatro grandes orientadores que, em tempos diferentes, me permitiram vivenciar reflexivamente diferentes estilos de experienciar, pesquisar e produzir conhecimento em educação matemática com tecnologias.

*Janete Bolite Frant, UFRJ, Brasil
Joaquin Giménez, Universidade de Barcelona, Espanha
Arthur B. Powell, Rutgers University, EUA
Ferdinando Arzarello, Universidade de Turim, Itália*

Sou também grato à Méa, ao Nelson, ao Ori e à Sandra pela instigante interlocução acadêmica em 06/12/2018

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
<i>Janete Bolite Frant</i>	
PREFÁCIO	13
<i>Gilles Aldon</i>	
INTRODUÇÃO	17
I. CONCEITOS, INTERAÇÕES E TECNOLOGIAS	21
II. TOQUES E MANIPULAÇÕES COMO DIMENSÕES CORPORIFICADAS DA COGNIÇÃO MATEMÁTICA	57
III. DIMENSÕES A CONSIDERAR NA PESQUISA E NO ENSINO COM DISPOSITIVOS DIGITAIS MÓVEIS	77
IV. JUSTIFICANDO, ARGUMENTANDO E PENSANDO COM UM DISPOSITIVO MÓVEL	105
V. QUANDO A POLÍTICA CURRICULAR CAMINHA NA CONTRAMÃO E COM MUITOS TOQUES DE RETROCESSO	129
VI. TOQUES QUE TOCAM E QUE NÃO SE CALAM	159
REFERÊNCIAS	163

APRESENTAÇÃO

Este livro nos leva a uma jornada pelos caminhos da pesquisa pragmática e teórica em Educação Matemática. Ao mesmo tempo que se preocupa com o rigor de pesquisa oferece ao professor de sala de aula elementos para uma prática substanciada pela investigação. Com uma escrita agradável é um convite a sua leitura.

Marcelo Bairral tem uma trajetória ativa a favor de uma Educação Matemática de qualidade, sendo um dos pesquisadores bastante conceituado nacional e internacionalmente. Hoje atua como presidente da Sociedade Brasileira de Educação Matemática entre outras tantas funções.

O autor possui vasta experiência com os diferentes níveis escolares, conhece as salas de aula de matemática através de seus trabalhos já há algumas décadas. Depois de ministrar muitas aulas partiu, sempre com foco no cenário escolar, para a pesquisa tanto de mestrado, de doutorado e de pós-doutorado.

Este livro vem trazer a consolidação de um projeto de pesquisa que o autor desenvolveu junto aos integrantes de seu grupo de pesquisa que tem grande reconhecimento na área. O

que o leitor poderá saborear refere-se a esse entrelaçamento entre teoria com a prática que em alguns outros trabalhos parecem andar de modo isolado. A prática alimentando a pesquisa e por sua vez a pesquisa alimentando a prática.

Assim, *Tecnologias, neurocognição e aprendizagem matemática* oferece ao leitor momentos de reflexão desde o primeiro capítulo onde aborda a interação como um construto fundamental para as pesquisas na área. Enfatizando o uso de dispositivos móveis para a educação matemática, principalmente os *smartphones* que atualmente estão nas mãos da população.

Segue no segundo capítulo com os toques e manipulações na tela apresentando esta nova forma de interação, sublinhando o olhar para essas tecnologias como extensão física do corpo. No terceiro capítulo propõe seis dimensões a ser consideradas tanto para o ensino quanto para a aprendizagem: contemporaneidade, sociotécnica, neuro-cognitiva, perceptivo-afetiva, discursivo-comunicativa, político-pedagógica. No quarto capítulo apresenta exemplos para a promoção dessas interações principalmente focando na promoção dos discursos/diálogos. E no quinto reflexões e sugestões para um novo olhar para os currículos.

Apertem os cintos e boa viagem, espero que gostem tanto quanto eu.

Janete Bolite Frant
Faculdade de Educação
Universidade Federal do Rio de Janeiro

PREFÁCIO

Caro leitor, o livro que você está prestes a ler oferece uma jornada pelo complexo mundo da Educação com tecnologias. Mesmo além do ensino e da aprendizagem, há um apelo a uma Educação Matemática gratuita, acessível e solidamente fundamentada com base em observações de alunos, licenciandos ou professores em formação. A obra é inspirada em grande parte por pesquisas realizadas ao redor do mundo e que tentam levantar um véu para lançar luz sobre esse ato, tão simples a priori, de transmitir o conhecimento adquirido e acumulado em séculos de história. Mas transmiti-los em uma época em que o progresso técnico às vezes vai mais rápido que o desenvolvimento harmonioso dos laços sociais questiona inevitavelmente a educação matemática em seu contexto político. E, diante da complexidade, métodos ou receitas simples não são sustentáveis. Como o sociólogo Mauss (1925)* disse, a Educação é um fato total, o que significa que a didática ou as ciências da educação ou a sociologia podem capturar apenas parte desse fato total. Assim, trabalhar no campo da pesquisa educacional exige ser humilde e

* *Essai sur le don*. Année sociologique, 1923-1924, seconde série, tome I, 1925

levar em conta essa complexidade. É também uma reivindicação epistemológica que está na origem do posicionamento da pesquisa. O autor deste livro participa, observa, analisa, critica e revela uma visão política, no sentido nobre do termo da Educação, propondo respostas complexas, mas cientificamente estabelecidas, a essa questão universal.

Mas então, você dirá: o que pode uma tela e, além disso, uma tela sensível ao toque, se sair bem nessa reflexão universal? A resposta, mais uma vez, não é simples, mas baseia-se na realidade do mundo do século XXI e em análises profundas do que as tecnologias em geral trazem para melhorar a educação matemática. As respostas passam por reflexões sobre o que a introdução de novas tecnologias pode muito bem restringir, impedir ou, mais provavelmente, modificar profundamente nossa própria cultura. As interações entre homens, entre homens e máquinas, e entre homens por meio do uso de máquinas em uma dada organização social e política não são óbvias; as contribuições das reflexões epistemológicas, sociológicas e didáticas trazem elementos que tornam a paisagem mais legível e acolhedora. Assim, a tela sensível ao toque, o *tablet* ou o *smartphone* nada mais são do que artefatos que precisam ser testados para revelar seu potencial. Os gestos feitos na tela de toque podiam ser vistos como movimentos simples. Indo mais adiante o autor nos mostra que esses movimentos podem ser interpretados, através da análise semiótica, como testemunhas do pensamento que modificam o comportamento humano e, em um movimento dialético, também modificam o artefato para que se torne uma ferramenta, uma extensão do corpo e da mente da pessoa que o usa. Não podemos deixar de pensar em Bergson* quando nos disse que “a inteligência, prevista no que parece ser a abordagem original, é a faculdade de criar objetos

* *L'évolution créative*. Paris: Ed. Félix Alcan, 1907.

artificiais, em particular ferramentas para fazer ferramentas, e para variar a fabricação indefinidamente”. Assim, a tela se torna uma ferramenta que cria outras ferramentas, ferramentas para pensar, demonstrar e entender o mundo ao nosso redor. Como então organizar essa complexidade?

O autor nos oferece um passeio por seis dimensões. Em cada uma explica, explicita e ilustra os possíveis usos das tecnologias digitais móveis. As reflexões e exemplos apresentados abrem um universo significativo de possibilidades. Mas, por que lutar com essa complexidade se não há uma justificativa filosófica e visionária superior que a Educação pode e deve trazer para o mundo? “Estejais indignados”, escreveu Stéphane Hessel em 2010.* Nesta linha, Bairral nos convida a lutar pela criação de um mundo no qual a Educação seja considerada um valor fundamental da humanidade. E, nesse sentido, colocar as mãos na tela significa muito mais que acionar um dispositivo tecnológico. Trata-se de possibilitar, igualmente, engajamento político. Que a Educação Matemática também faça parte dessa luta!

Gilles Aldon

IFÉ-ENS de Lyon, Université de Lyon, França
Presidente do CIEAEM (The International Commission for the
Study and Improvement of Mathematics Teaching)

* *Indignez vous!* Montpellier: Indigènes Editions, 2010..

INTRODUÇÃO

Educar é conversar com desconhecidos.

Carlos Skliar

A história da humanidade é frequentemente impregnada e remodelada pela criação, utilização, apropriação e reconfiguração de tecnologias. Continuamente criamos tecnologias, e elas, sinergicamente, nos redimensionam. Desde o seu nascimento, o pequeno humano pensante se constitui através de línguas, de máquinas, de sistemas de representação que estruturam sua experiência (Lévy 1993, p. 161).

O surgimento da Internet e o avanço acentuado de suas possibilidades promoveram uma expansão sem precedentes das fronteiras da cognição e da comunicação humana. No encontro entre matemática, física, biologia, psicologias, filosofia, antropologia, sociologia, educação, comunicação e artes, as neurociências passam a fascinar pessoas pela possibilidade de compreensão dos mecanismos das emoções, pensamentos e ações, doenças e loucuras, aprendizado e esquecimento, sonhos e imaginação, fenômenos que nos definem e constituem (Ribeiro

2013). Esses, dentre outros, são objetos de preocupação ou reconfiguração ao longo de nossa história.

No Brasil o uso de dispositivos móveis com toques em tela (DMcTT) continua demandando investigações, principalmente devido ao fato de que a interação nessas interfaces constitui um novo campo de produção corporificada de conhecimento. Estudos brasileiros ainda estão mais focados na apropriação que o sujeitos fazem dos *tablets*. Essa utilização é o que denomino dimensão pedagógica. Ela é importante, mas precisamos também analisar mudanças de natureza cognitiva ou epistemológica. Em Bairral e Carvalho (2019) estamos investindo nessa empreitada, que não é simples. Assim, penso¹ que esse livro é mais uma contribuição, particularmente, por colocar as telas políticas, cognitivas e epistemológicas em evidência.

Os estudos em andamento em nosso grupo de pesquisa, o Gepeticem,² abrem uma agenda de investigação no âmbito da educação geométrica com DMcTT. Não observamos apenas os movimentos matemáticos mais conhecidos (girar, transladar etc.). Estamos também interessados nos modos de manipulação *touchscreen* e na identificação de estratégias de raciocínio dos sujeitos que podem estar associadas aos diferentes modos de tocar em uma tela (Bairral 2013).

No primeiro capítulo ilustro como a interação passou a ser um construto central nas pesquisas que desenvolvo e indico algumas faces que ela pode assumir: como atividade cultural

1. Ao longo do livro transitarei entre a primeira pessoa do singular (quando estiver focado no meu próprio argumento ou aprendizado) e no plural (ao me referir a reflexões no âmbito do grupo de pesquisa que coordeno). Aproveito para agradecer à Capes, ao CNPq e à Faperj pelo apoio a projetos cujos resultados estão transitando na obra.

2. Grupo de Estudos e Pesquisas das Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação Matemática. Disponível em: www.gepeticem.ufrjr.br.

e cognitivamente situada; como atividade discursiva; como atividade colaborativa e em negociação constante; e como atividade cognitivamente corporificada.

Dispositivos móveis com tela sensível ao toque estão nas mãos de todos. Ou, ainda, as mãos do homem da atualidade espelham *smartphone*. É difícil hoje imaginar o cotidiano sem um celular conectado e seus diferentes aplicativos. Do mesmo modo que o surgimento do compasso e de outros recursos de desenho mudou a forma de construir e entender conceitualmente determinado objeto matemático, os ambientes móveis de construção dinâmica também estão trazendo alterações ao aprendizado nos dias atuais.

Clicar em *mouse* e tocar em tela são formas de manipulação cada vez mais comuns em nosso cotidiano. Cada forma de manuseio nos remete a percepções sensoriais diferentes. Da mesma forma que usar *mouse* com fio não é a mesma coisa que utilizar a versão sem fio, tocar a tela de um caixa eletrônico não é como tocar a de um celular, em termos de sensibilidade e espacialidade. Embora os toques em tela não sejam recentes, essa possibilidade em nossos *smartphones* traz outros desafios a nossa cotidianidade. Neste livro todas as incursões teóricas são orientadas para os *tablets* e *smartphones*.

As manipulamos *na* tela, *com a* tela e *a partir da* tela estão no âmbito da oralidade e formam um conjunto dialético e integrado de pensamento, ou seja, não são ações isoladas. Às manipulações diretas na tela denominamos toque. Eles podem ser de vários tipos (simples, duplos, de ampliar, de deslizar etc.). A partir da singularidade entre toque em tela e clique em *mouse* no segundo capítulo incluo os toques e as manipulações *na* tela, *com a* tela ou *a partir da* tela como mais uma forma de interação e manifestação da linguagem e de cognição e, portanto, de pensamento. Sublinho também a necessidade de

incluir no pacote semiótico (escrita, fala, registros, construções em tela etc.) essa nova forma de interação e de manifestação e de apropriação da linguagem.

Os *smartphones* e *tablets* constituem uma extensão física do corpo, e a comunicação que tais interfaces promovem passa a ser entendida como deslocamento. Considerando especificidades como mobilidade, convergência e ubiquidade, no terceiro capítulo proponho seis dimensões (contemporaneidade, sociotécnica, neuro-cognitiva, perceptivo-afetiva, discursivo-comunicativa, político-pedagógica) que podem ser consideradas em processos de ensino, de aprendizagem ou de pesquisa.

Dedico o quarto e o quinto capítulos a questões mais voltadas à aprendizagem matemática com DMcTT. No quarto capítulo trago exemplos de situações que promovem a produção de justificativas e de argumentos. No quinto trago à tona reflexões curriculares, sobretudo, o retrocesso que estamos vivendo com a implantação da Base Nacional Comum Curricular. Finalizo com palavras e *toques* para não calar.

O livro é a consolidação de resultados do projeto de pesquisa intitulado *Construindo e analisando práticas educativas em educação matemática com dispositivos touchscreen*,³ desenvolvido em nosso grupo de investigação. O conjunto da obra foi apresentado, debatido e divulgado em diferentes congressos (nacionais e internacionais) e publicações e, assim, o leitor terá uma visão interdisciplinar desse campo de pesquisa que articula linguagem, comunicação, interação homem-tecnologia, cognição, neurociência, educação e educação matemática.

Sinta-se tocado(a) e boa leitura!

3. Financiado pelo CNPq.